

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7075947号

(P7075947)

(45)発行日 令和4年5月26日(2022.5.26)

(24)登録日 令和4年5月18日(2022.5.18)

(51)国際特許分類

F I

G 0 5 D	1/10	(2006.01)	G 0 5 D	1/10	
B 6 4 C	13/18	(2006.01)	B 6 4 C	13/18	Z
B 6 4 C	39/02	(2006.01)	B 6 4 C	39/02	
B 6 4 D	45/00	(2006.01)	B 6 4 D	45/00	Z
G 0 8 G	5/04	(2006.01)	G 0 8 G	5/04	A

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号	特願2019-567038(P2019-567038)	(73)特許権者	392026693 株式会社NTTドコモ 東京都千代田区永田町二丁目1番1号
(86)(22)出願日	平成31年1月18日(2019.1.18)	(74)代理人	110000752 特許業務法人朝日特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/001411	(72)発明者	山田 武史 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 株式会社NTTドコモ内
(87)国際公開番号	WO2019/146516	(72)発明者	甲本 健 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 株式会社NTTドコモ内
(87)国際公開日	令和1年8月1日(2019.8.1)	(72)発明者	江原 英利 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 株式会社NTTドコモ内
審査請求日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(72)発明者	大野 陽平
(31)優先権主張番号	特願2018-9503(P2018-9503)		
(32)優先日	平成30年1月24日(2018.1.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 飛行制御装置及び飛行制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自律的に飛行可能な無人航空機である飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、

前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、

前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、

サーバ装置から前記他の飛行体の飛行計画を取得する取得部と、

前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記取得された飛行計画に基づいて前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容を決定する決定部と、

前記追い越しが可能と判定された場合には、前記決定された内容に従って、前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を自律的に行う飛行制御部と

を備える飛行制御装置。

【請求項2】

自律的に飛行可能な無人航空機である飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、

前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、

前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、

前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容及び前記他の飛行体に追い越させる動作の内容を決定する決定部と、

サーバ装置から前記他の飛行体の飛行目的の優先度を取得する取得部と、

前記追い越しが可能と判定された場合において、前記飛行体の飛行目的の優先度が前記取得された優先度より高いときは、前記決定された追い越し動作の内容に従って前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を自律的に行い、前記飛行体の飛行目的の優先度が前記取得された優先度より低いときは、前記決定された追い越させる動作の内容に従って前記飛行体の飛行を制御して前記他の飛行体に追い越させる動作を自律的に行う飛行制御部とを備える飛行制御装置。

【請求項 3】

前記判定部は、さらに前記他の飛行体の移動情報に基づいて、前記飛行体と前記他の飛行体とが衝突する可能性を判定し、

前記飛行制御部は、前記可能性があると判定され、且つ、前記追い越しが可能と判定された場合には、前記追い越し動作を行う

請求項 1 又は 2に記載の飛行制御装置。

【請求項 4】

前記飛行体が飛行している空域の属性を示す属性情報を取得する取得部をさらに備え、

前記判定部は、前記特定部により特定された前記他の飛行体の移動方向と、前記取得された属性情報が示す前記属性とに応じて、前記追い越しが可能か否かを判定する

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の飛行制御装置。

【請求項 5】

自律的に飛行可能な無人航空機である飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、

前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、

前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、

サーバ装置から前記他の飛行体の飛行計画を取得する取得部と、

前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記取得された飛行計画に基づいて前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容を決定する決定部と、

前記追い越しが可能と判定された場合には、前記決定された内容に従って、前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を自律的に行う飛行制御部と

を備える飛行制御システム。

【請求項 6】

自律的に飛行可能な無人航空機である飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、

前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、

前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、

前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容及び前記他の飛行体に追い越させる動作の内容を決定する決定部と、

サーバ装置から前記他の飛行体の飛行目的の優先度を取得する取得部と、

前記追い越しが可能と判定された場合において、前記飛行体の飛行目的の優先度が前記取得された優先度より高いときは、前記決定された追い越し動作の内容に従って前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を自律的に行い、前記飛行体の飛行目的の優先度が前記取得された優先度より低いときは、前記決定された追い越させる動作の内容に従って前記飛行体の飛行を制御して前記他の飛行体に追い越させる動作を自律的に行う飛行制御部とを備える飛行制御システム。

を備える飛行制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、飛行体の飛行を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

移動体同士が衝突しないように、移動体の進路を制御する技術が知られている。例えば特許文献 1 には、停留開始信号を検出すると、移動体を停留領域に停留させ、他の移動体に

10

20

30

40

50

通路を譲ることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2003-140747号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ドローン等の無人の飛行体の中には、人が操作を行わなくても、予め定められた飛行計画に従って飛行できる飛行体がある。ところで、空域において複数の飛行体が同一方向へ飛行している場合には、衝突を回避するために、他の飛行体に対して追い越し動作を行う場合がある。しかし、飛行体と他の飛行体との関係によっては、予め定められた追い越し動作では、他の飛行体を安全に追い越すことができない場合がある。

10

本発明は、他の飛行体を安全に追い越すことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容を決定する決定部と、前記追い越しが可能と判定された場合には、前記決定された内容に従って、前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を行う飛行制御部とを備える飛行制御装置を提供する。

20

【0006】

前記判定部は、さらに前記他の飛行体の移動情報に基づいて、前記飛行体と前記他の飛行体とが衝突する可能性を判定し、前記飛行制御部は、前記可能性があると判定され、且つ、前記追い越しが可能と判定された場合には、前記追い越し動作を行ってもよい。

【0007】

前記判定部は、前記特定された移動方向が前記飛行体の移動方向と対応する場合には、前記追い越しが可能と判定してもよい。

【0008】

前記飛行制御装置は、前記飛行体が飛行している空域の属性を示す属性情報を取得する取得部をさらに備え、前記判定部は、前記特定された移動方向と、前記取得された属性情報が示す前記属性とに応じて、前記追い越しが可能か否かを判定してもよい。

30

【0009】

前記属性情報は、前記空域において前記追い越しが許可されている否かを示す情報、前記空域の大きさを示す情報、又は前記空域に余裕空域が付加されているか否かを示す情報を含み、前記判定部は、前記空域において前記追い越しが許可されており、前記空域の大きさが所定の大きさ以上であり、又は前記空域に前記余裕空域が付加されている場合には、前記追い越しが可能と判定してもよい。

【0010】

前記決定部は、前記追い越し動作の内容として、前記飛行体が前記他の飛行体から所定の間隔を空けて飛行する内容を決定してもよい。

40

【0011】

前記内容は、飛行速度の変更又は飛行経路の変更を含んでもよい。

【0012】

前記決定部は、前記飛行体及び前記他の飛行体の重量および性能の少なくともいずれかに応じて、前記内容を決定してもよい。

【0013】

前記飛行制御装置は、前記追い越し動作が行われる場合、前記他の飛行体に追い越し旨を通知して、所定の動作を行うよう指示する通知部をさらに備え、前記飛行制御部は、前記

50

他の飛行体から追い越す旨が通知された場合、前記所定の動作を行ってもよい。

【0014】

また、本発明は、飛行体から所定の範囲内に存在する他の飛行体を検出する検出部と、前記検出された他の飛行体の移動方向を特定する特定部と、前記特定された移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する判定部と、前記飛行体と前記他の飛行体との関係に応じて、前記他の飛行体に対する追い越し動作の内容を決定する決定部と、前記追い越しが可能と判定された場合には、前記決定された内容に従って、前記飛行体の飛行を制御して前記追い越し動作を行う飛行制御部とを備える飛行制御システムを提供する。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、他の飛行体を安全に追い越すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】飛行制御システム1の構成の一例を示す図である。

【図2】飛行体10の外観の一例を示す図である。

【図3】飛行体10のハードウェア構成を示す図である。

【図4】サーバ装置20のハードウェア構成を示す図である。

【図5】飛行制御システム1の機能構成の一例を示す図である。

【図6】運航管理データベース130の一例を示す図である。

【図7】飛行制御システム1の動作の一例を示すシーケンスチャートである。

【図8】衝突可能性の判定方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

1. 構成

図1は、飛行制御システム1の構成の一例を示す図である。飛行制御システム1は、飛行体10の飛行を制御するシステムである。飛行制御システム1は、複数の飛行体10と、サーバ装置20とを備える。

【0018】

図2は、飛行体10の外観の一例を示す図である。飛行体10は、人が操作を行わなくても自律的に飛行可能な無人航空機である。飛行体10は、例えばドローンである。飛行体10は、プロペラ101と、駆動装置102と、バッテリー103とを備える。

【0019】

プロペラ101は、軸を中心に回転する。プロペラ101が回転すると、飛行体10が飛行する。駆動装置102は、プロペラ101に動力を与えて回転させる。駆動装置102は、例えばモーターである。駆動装置102は、プロペラ101に直接接続されてもよいし、駆動装置102の動力をプロペラ101に伝達する伝達機構を介してプロペラ101に接続されてもよい。バッテリー103は、駆動装置102を含む飛行体10の各部に電力を供給する。

【0020】

図3は、飛行体10のハードウェア構成を示す図である。飛行体10は、物理的には、プロセッサ11、メモリ12、ストレージ13、通信装置14、測位装置15、撮像装置16、ビーコン装置17、バス18などを含むコンピュータ装置として構成されてもよい。なお、以下の説明では、「装置」という文言は、回路、デバイス、ユニットなどに読み替えることができる。

【0021】

プロセッサ11は、例えば、オペレーティングシステムを動作させてコンピュータ全体を制御する。プロセッサ11は、周辺装置とのインターフェース、制御装置、演算装置、レジスタなどを含む中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)で構成されてもよい。

【0022】

10

20

30

40

50

また、プロセッサ 11 は、プログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュールやデータを、ストレージ 13 及び / 又は通信装置 14 からメモリ 12 に読み出し、これらに従って各種の処理を実行する。プログラムとしては、飛行体 10 の動作の少なくとも一部をコンピュータに実行させるプログラムが用いられる。飛行体 10 において実行される各種処理は、1つのプロセッサ 11 により実行されてもよいし、2以上のプロセッサ 11 により同時又は逐次に実行されてもよい。プロセッサ 11 は、1以上のチップで実装されてもよい。なお、プログラムは、電気通信回線を介してネットワークから送信されても良い。

【0023】

メモリ 12 は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、ROM (Read Only Memory)、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)、RAM (Random Access Memory) などの少なくとも1つで構成されてもよい。メモリ 12 は、レジスタ、キャッシュ、メインメモリ（主記憶装置）などと呼ばれてもよい。メモリ 12 は、本発明の一実施の形態に係る飛行制御方法を実施するために実行可能なプログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュールなどを保存することができる。

10

【0024】

ストレージ 13 は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、CD-ROM (Compact Disc ROM) などの光ディスク、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク、光磁気ディスク（例えば、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク、Blu-ray（登録商標）ディスク）、スマートカード、フラッシュメモリ（例えば、カード、スティック、キードライブ）、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ストリップなどの少なくとも1つで構成されてもよい。ストレージ 13 は、補助記憶装置と呼ばれてもよい。

20

【0025】

通信装置 14 は、有線及び / 又は無線ネットワークを介してコンピュータ間の通信を行うためのハードウェア（送受信デバイス）であり、例えばネットワークデバイス、ネットワークコントローラ、ネットワークカード、通信モジュールなどともいう。

【0026】

測位装置 15 は、飛行体 10 の三次元の位置を測定する。測位装置 15 は、例えば GPS (Global Positioning System) 受信機であり、複数の衛星から受信した GPS 信号に基づいて飛行体 10 の現在位置を測定する。

30

【0027】

撮像装置 16 は、飛行体 10 の周囲の画像を撮影する。撮像装置 16 は、例えばカメラであり、光学系を用いて撮像素子上に像を結ばせて、画像を撮影する。また、撮像装置 16 は、超音波を用いて画像を撮影してもよい。撮像装置 16 は、例えば飛行体 10 の前方において所定の範囲の画像を撮影する。ただし、撮像装置 16 の撮影方向は、飛行体 10 の前方に限定されず、飛行体 10 の上方、下方、又は後方であってもよい。また、例えば撮像装置 16 を支持する台座が回転し、これにより撮影方向が変更されてもよい。

【0028】

ビーコン装置 17 は、所定の周波数のビーコン信号を発信及び受信する。例えばビーコン装置 17 は、所定の時間間隔で所定の範囲内にビーコン信号を発信する。この所定の範囲は、例えば半径 10 m の範囲である。また、ビーコン装置 17 は、他の飛行体 10 から送信されたビーコン信号を受信する。このビーコン信号には、ビーコン信号の送信元の飛行体 10 の識別子が含まれる。

40

【0029】

また、プロセッサ 11 やメモリ 12 などの各装置は、情報を通信するためのバス 18 で接続される。バス 18 は、単一のバスで構成されてもよいし、装置間で異なるバスで構成されてもよい。

【0030】

図 4 は、サーバ装置 20 のハードウェア構成を示す図である。サーバ装置 20 は、飛行体

50

10に対して運航管理を行う役割を担う。この「運航管理」とは、飛行体10の航空交通を管理することをいう。例えば飛行体10がドローン等の無人航空機である場合、運航管理には、飛行体10の飛行空域の設定及び飛行経路の制御が含まれる。ただし、運航管理は、このような無人航空機の管理だけでなく、有人航空機の航空交通管制、例えば有人航空機が飛行する空域全体の把握及び報知も含み得る概念である。

【0031】

サーバ装置20は、物理的には、プロセッサ21、メモリ22、ストレージ23、通信装置24、バス25などを含むコンピュータ装置として構成されてもよい。プロセッサ21、メモリ22、ストレージ23、通信装置24、及びバス25は、上述したプロセッサ11、メモリ12、ストレージ13、通信装置14、及びバス18と同様であるため、その説明を省略する。

10

【0032】

図5は、飛行制御システム1の機能構成の一例を示す図である。この例では、飛行体10は、発信部111と、受信部112と、検出部113と、第1取得部114と、第1特定部118と、第2特定部119(特定部の一例)と、第1判定部120と、第2取得部121(取得部の一例)と、第2判定部122と、決定部123と、飛行制御部124として機能する。なお、第1判定部120と第2判定部122とは、併せて判定部の一例として機能する。発信部111及び受信部112は、ビーコン装置17にて実現される。その他の機能は、プロセッサ11、メモリ12などのハードウェア上に所定のソフトウェア(プログラム)を読み込ませることで、プロセッサ11が演算を行い、通信装置14による通信や、メモリ12及びストレージ13におけるデータの読み出し及び/又は書き込みを制御することにより実現される。この例では、飛行体10は、飛行制御装置として機能する。また、サーバ装置20は、受信部115と、判定部116と、応答部117として機能する。これらの機能は、プロセッサ21、メモリ22などのハードウェア上に所定のソフトウェア(プログラム)を読み込ませることで、プロセッサ21が演算を行い、通信装置24による通信や、メモリ22及びストレージ23におけるデータの読み出し及び/又は書き込みを制御することにより実現される。

20

【0033】

発信部111は、飛行体10から所定の範囲内に識別信号を発信する。この識別信号は、飛行体10を識別する信号である。例えば識別信号は、飛行体10の識別子を含むビーコン信号である。

30

【0034】

受信部112は、他の飛行体10から識別信号を受信する。この識別信号は、他の飛行体10を識別する信号である。例えば識別信号は、他の飛行体10の識別子を含むビーコン信号である。

【0035】

検出部113は、飛行体10から所定の範囲内に存在する他の飛行体10を検出する。この検出は、例えば他の飛行体10から識別信号を受信したか否かに応じて行われてもよい。

【0036】

第1取得部114は、他の飛行体10が所定の管理下にある場合、他の飛行体10の飛行計画、この飛行計画における飛行目的の優先度、及び他の飛行体10の飛行状況を示す状況情報をサーバ装置20から取得する。この「所定の管理下にある」とは、例えば所定の機関においてサーバ装置20を用いて飛行が管理されていることをいう。例えば第1取得部114は、他の飛行体10が所定の管理下にあるか否かを問い合わせる要求をサーバ装置20に送信する。受信部115は、飛行体10からこの要求を受信する。判定部116は、運航管理データベース130を参照して、他の飛行体10が所定の管理下にあるか否かを判定する。

40

【0037】

図6は、運航管理データベース130の一例を示す図である。運航管理データベース130は、例えばストレージ23に記憶される。運航管理データベース130には、各飛行体

50

10の識別子と、この飛行体10の飛行計画と、この飛行計画における飛行目的の優先度とが対応付けて記憶される。運航管理データベース130には、所定の管理下にある飛行体10の識別子だけが含まれる。すなわち、運航管理データベース130には、所定の管理下でない飛行体10の識別子は含まれない。

#### 【0038】

飛行計画とは、飛行の計画を示す情報を意味する。飛行計画には、飛行体10の出発地、経由地、目的地、飛行経路、出発予定時刻、到着予定時刻、及び飛行速度が記載される。なお、飛行体10が飛行する空域が複数の三次元の空間（以下、「空域セル」という。）に分割される場合、出発地、経由地、目的地、及び飛行経路は、1又は複数の空域セルによって表されてもよい。出発予定時刻及び到着予定時刻は、飛行時間を示す。例えば出発予定時刻から到着予定時刻までの時間が飛行時間となる。飛行目的の優先度は、飛行目的の優先の度合を示す。例えば飛行体10が荷物の配送のために飛行する場合、荷物の重要度又は配送の緊急度が高い程、優先度が高くなってよい。他の例において、飛行体10が事件又は事故の対応のために飛行する場合、優先度が高くなってよい。図6に示す例では、優先度は、「1」から「3」の数字で表される。優先度「1」は飛行の優先度が最も高く、優先度「3」は飛行の優先度が最も低いことを示す。ただし、優先度を示す表現は、この例に限定されない。優先度は、数字以外の記号を用いて表現されてもよい。

10

#### 【0039】

応答部117は、判定部116の判定結果を示す応答を飛行体10に送信する。また、判定部116が他の飛行体10が所定の管理下にあると判定した場合、この応答には、他の飛行体10の飛行計画、この飛行計画における飛行目的の優先度、及び他の飛行体10の飛行状況を示す状況情報が含まれる。

20

#### 【0040】

第1特定部118は、検出部113が検出した他の飛行体10の種別を特定する。この種別の特定は、例えば応答部117から送信された応答に基づいて行われてもよい。この「種別」とは、飛行体10の管理状況及び飛行状況に応じた種類に基づく区別をいう。この種別には、例えば第1種別から第3種別が含まれる。第1種別は、所定の管理下でない飛行体10が属する種別である。第2種別は、所定の管理下にあり、飛行計画に従って飛行する飛行体10が属する種別である。第3種別は、所定の管理下にあるが、飛行計画から外れて飛行する飛行体10が属する種別である。

30

#### 【0041】

第2特定部119は、検出部113が検出した他の飛行体10の移動方向を特定する。この移動方向の特定は、例えば受信部112が他の飛行体10から受信した識別信号の強度の変化に基づいて行われてもよいし、第1取得部114が取得した他の飛行体10の飛行計画に基づいて行われてもよい。

#### 【0042】

第1判定部120は、他の飛行体10の移動情報に基づいて、飛行体10と他の飛行体10とが衝突する可能性を判定する。この移動情報は、他の飛行体10の移動に関する情報である。移動情報には、例えば他の飛行体10の移動方向、移動速度、及び移動経路のうち少なくともいずれかを示す情報が含まれてもよい。また、移動情報には、第1特定部118が特定した他の飛行体10の種別に応じて、異なる情報が用いられてもよい。例えば第1特定部118が第1種別又は第3種別を特定した場合には、第2特定部119が特定した移動方向を示す情報が移動情報として用いられてもよい。一方、第1特定部118が第2種別を特定した場合には、第1取得部114が取得した飛行計画が移動情報として用いられてもよい。

40

#### 【0043】

通常、飛行体10の飛行計画は他の飛行体10と衝突しないように作成されている。したがって、飛行体10及び他の飛行体10がいずれも飛行計画に従って飛行している場合には、これらの飛行体10は基本的には衝突することはない。しかし、例えば飛行体10の飛行目的が緊急性を要する場合、飛行体10が故障した場合等、事前の飛行計画において

50

予期できないような事態が発生した場合には、他の飛行体 10 と衝突する可能性があるとして判定される場合がある。

【 0 0 4 4 】

第 2 取得部 1 2 1 は、飛行体 10 が飛行している空域の属性を示す属性情報を取得する。この属性情報は、例えばサーバ装置 20 から取得されてもよい。この場合、第 1 取得部 1 1 4 は、測位装置 1 5 が測定した位置を示す位置情報を含む、属性情報の送信要求をサーバ装置 20 に送信し、サーバ装置 20 は、この送信要求に応じて、飛行体 10 が飛行している空域の属性を示す属性情報を飛行体 10 に送信してもよい。この属性情報には、例えば飛行体 10 が現在飛行している空域セルの大きさを示す情報、この空域セルにおいて追い越しが許可されているか否かを示す情報、又は空域セルに余裕空間が付加されているか否かを示す情報が含まれてもよい。この余裕空間とは、必要な空間の他に、空域セル間に設けられた余りの空間をいう。この余裕空間は、空域セルの中に設けられてもよいし、1 の空域セルと他の空域セルとの間に設けられてもよい。属性情報の取得は、例えば第 1 判定部 1 2 0 が衝突する可能性があるとして判定したときに行われてもよいし、所定の時間間隔で行われてもよい。

10

【 0 0 4 5 】

各空域セルには、予め属性が設定されている。例えば空域セルにおいて追い越しを許可するか否かは、その空域に対して要求される安全度に応じて設定されてもよい。例えば空域セルに対して要求される安全度が所定の安全度より高い場合、その空域セルには追い越しを許可しないような属性が設定されてもよい。

20

【 0 0 4 6 】

第 2 判定部 1 2 2 は、第 2 特定部 1 1 9 が特定した移動方向に応じて、追い越しが可能か否かを判定する。例えば第 2 特定部 1 1 9 が特定した移動方向が、飛行体 10 の移動方向と対応する場合には、追い越しが可能と判定されてもよい。飛行体 10 の移動方向と他の飛行体 10 の移動方向とが全く異なる場合には、追い越し動作を行うことはできないためである。この「移動方向が対応する」とは、移動方向が共通することをいい、例えば移動方向が同一であることをいう。ただし、対応する移動方向は、概ね同じ移動方向であれば、多少のずれがあってもよい。また、第 2 判定部 1 2 2 は、第 2 特定部 1 1 9 が特定した移動方向と、第 2 取得部 1 2 1 が取得した属性情報とに応じて、追い越しが可能か否かを判定してもよい。例えば第 2 特定部 1 1 9 が特定した移動方向が、飛行体 10 の移動方向と対応する方向であり、且つ、第 2 取得部 1 2 1 が取得した属性情報が示す属性が所定の条件を満たす場合には、追い越しが可能と判定されてもよい。この所定の条件は、例えば追い越し動作をしても問題がないと考えられるような条件である。例えば空域セルの大きさが所定の大きさ以上であり又は空域セルに余裕空間がある場合には、追い越し動作をしても飛行体 10 同士が衝突する可能性が低いため、所定の条件を満たすと判定されてもよい。また、空域セルにおいて追い越しが許可されている場合には、所定の条件を満たすと判定されてもよい。

30

【 0 0 4 7 】

決定部 1 2 3 は、飛行体 10 と他の飛行体 10 との関係に応じて、他の飛行体 10 に対する追い越し動作の内容を決定する。この内容には、例えば飛行速度の変更と飛行経路の変更のうち少なくともいずれかが含まれてもよい。例えば追い越し動作は、飛行体 10 と他の飛行体 10 の進路又はこれらの飛行体 10 の間の飛行速度の差に基づいて、他の飛行体 10 に衝突しないような内容に決定されてもよい。他の飛行体 10 の進路及び飛行速度は、例えば第 1 取得部 1 1 4 が取得した他の飛行体 10 の飛行計画に基づいて特定されてもよいし、第 2 特定部 1 1 9 が特定した他の飛行体 10 の移動方向に基づいて推定されてもよい。なお、追い越し動作においては、飛行体 10 が他の飛行体 10 の左側又は右側を通過して追い越してもよいし、他の飛行体 10 の上側又は下側を通過して追い越してもよい。また、決定部 1 2 3 は、飛行体 10 と他の飛行体 10 との関係に応じて、他の飛行体 10 に追い越させる動作の内容を決定してもよい。この内容には、例えば飛行速度の変更と飛行経路の変更のうち少なくともいずれかが含まれてもよい。例えば追い越させる動作は、飛

40

50

飛行体 1 0 と他の飛行体 1 0 の進路又はこれらの飛行体 1 0 の間の飛行速度の差に基づいて、他の飛行体 1 0 の追い越し動作を妨げないような内容に決定されてもよい。

【 0 0 4 8 】

飛行制御部 1 2 4 は、基本的には、駆動装置 1 0 2 を制御して、予め定められた飛行計画に従って飛行体 1 0 を飛行させる。飛行制御部 1 2 4 の下、駆動装置 1 0 2 が駆動し、プロペラ 1 0 1 が回転して飛行体 1 0 が飛行する。ただし、飛行制御部 1 2 4 は、第 1 判定部 1 2 0 が衝突する可能性があるかと判定し、且つ、第 2 判定部 1 2 2 が追い越しが可能と判定した場合には、決定部 1 2 3 が決定した内容に従って、飛行体 1 0 の飛行を制御して追い越し動作を行う。この「追い越し」とは、後から進んで来て、前にいたもの前に出ることをいう。追い越しには、進路をかえて前にいたもの前に出ることだけではなく、進路を変えずに前にいたもの前に出る、いわゆる追い抜きも含まれる。また、飛行制御部 1 2 4 は、飛行体 1 0 又は他の飛行体 1 0 の飛行状況が所定の第 1 条件を満たすときは、追い越し動作を行い、飛行体 1 0 又は他の飛行体 1 0 の飛行状況が所定の第 2 条件を満たすときは、追い越させる動作を行ってもよい。この飛行状況には、例えば飛行目的又は飛行速度が含まれてもよい。

10

【 0 0 4 9 】

なお、以下の説明において、飛行体 1 0 を処理の主体として記載する場合には、具体的にはプロセッサ 1 1、メモリ 1 2 などのハードウェア上に所定のソフトウェア（プログラム）を読み込ませることで、プロセッサ 1 1 が演算を行い、通信装置 1 4 による通信や、メモリ 1 2 及びストレージ 1 3 におけるデータの読み出し及び / 又は書き込みを制御することにより、処理が実行されることを意味する。サーバ装置 2 0 についても同様である。

20

【 0 0 5 0 】

2. 動作

図 7 は、飛行制御システム 1 の動作の一例を示すシーケンスチャートである。ここでは、複数の飛行体 1 0 には、飛行体 1 0 A と 1 0 B とが含まれる場合を想定する。各飛行体 1 0 には、飛行前に、運航管理データベース 1 3 0 に含まれるその飛行体 1 0 の飛行計画及び飛行目的の優先度がサーバ装置 2 0 から配信され、ストレージ 1 3 に記憶される。そして、各飛行体 1 0 は、この飛行計画に従って飛行する。例えば飛行体 1 0 B のストレージ 1 3 には、図 6 に示す運航管理データベース 1 3 0 において飛行体 1 0 B の識別子「D 0 0 2」と対応付けて記憶された飛行計画及び飛行目的の優先度が記憶される。飛行体 1 0 B は、この飛行計画に従って、出発予定時刻「T 3」に出発地「P 4」を出発した後、飛行経路「R 2」を通って飛行速度「V 2」で飛行し、経由地「P 5」を経由して、到着予定時刻「T 4」に目的地「P 6」に到着するよう飛行する。

30

【 0 0 5 1 】

また、各飛行体 1 0 は、飛行中に、測位装置 1 5 を用いて所定の時間間隔で現在位置を測定し、測定した現在位置を示す位置情報をサーバ装置 2 0 に送信する。サーバ装置 2 0 は、各飛行体 1 0 から受信した位置情報と、運航管理データベース 1 3 0 に含まれるこの飛行体 1 0 の飛行計画とに基づいて、各飛行体 1 0 の飛行状況を把握する。

【 0 0 5 2 】

さらに、各飛行体 1 0 は、飛行中に、発信部 1 1 1 から所定の時間間隔でビーコン信号を発信する。ここでは、飛行体 1 0 B から所定の範囲内に、飛行体 1 0 A が存在する場合を想定する。この場合、飛行体 1 0 A からビーコン信号が発信されると、このビーコン信号が飛行体 1 0 B に到達する。

40

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 1 において、飛行体 1 0 B の受信部 1 1 2 は、所定の範囲内にいる他の飛行体 1 0 A から発信されたビーコン信号を受信する。このビーコン信号には、飛行体 1 0 A の識別子「D 0 0 1」が含まれる。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 0 2 において、飛行体 1 0 B の検出部 1 1 3 は、ステップ S 1 0 1 において受信されたビーコン信号に飛行体 1 0 A の識別子「D 0 0 1」が含まれるため、所定の範

50

圏内にいる他の飛行体 10 A を検出する。

【0055】

ステップ S 103 において、飛行体 10 B の第 1 取得部 114 は、ステップ S 102 において検出された他の飛行体 10 A が所定の管理下にあるか否かを問い合わせる要求をサーバ装置 20 に送信する。この要求には、ステップ S 101 において受信されたビーコン信号に含まれる識別子「D001」が含まれる。サーバ装置 20 の受信部 115 は、飛行体 10 B からこの要求を受信する。

【0056】

ステップ S 104 において、サーバ装置 20 の判定部 116 は、運航管理データベース 130 を参照して、飛行体 10 A が所定の管理下にあるか否かを判定する処理を行う。具体的には、判定部 116 は、要求に含まれる識別子が運航管理データベース 130 に含まれるか否かを判定する。

10

【0057】

例えば運航管理データベース 130 に飛行体 10 A の識別子「D001」が含まれない場合、飛行体 10 A は、所定の管理下にないと判定される。一方、図 6 に示す例では、運航管理データベース 130 に飛行体 10 A の識別子「D001」が含まれる。この場合、飛行体 10 A は、所定の管理下にあると判定される。

【0058】

また、飛行体 10 A が所定の管理下にあると判定された場合には、飛行体 10 A の飛行状況を示す状況情報が生成される。この状況情報は、例えば飛行体 10 A が飛行計画に従って飛行しているか否かを示す情報であり、飛行体 10 A から受信した位置情報と、運航管理データベース 130 に含まれる飛行体 10 A の飛行計画とに基づいて生成される。

20

【0059】

図 6 に示す例では、飛行体 10 A から受信した位置情報が、飛行経路「R1」上の位置を示す場合、飛行体 10 A が飛行計画に従って飛行していると判定される。この場合、飛行体 10 A が飛行計画に従って飛行していることを示す状況情報が生成される。一方、飛行体 10 A から受信した位置情報が、飛行経路「R1」から離れた位置を示す場合、飛行体 10 A が飛行計画から外れて飛行していると判定される。この場合、飛行体 10 A が飛行計画から外れて飛行していることを示す状況情報が生成される。

【0060】

ステップ S 105 において、サーバ装置 20 の応答部 117 は、ステップ S 103 において受信した要求に対する応答を飛行体 10 B に送信する。この応答には、ステップ S 104 における判定結果が含まれる。また、飛行体 10 A が所定の管理下にあると判定された場合、この応答にはさらに、飛行体 10 A の飛行計画と、その飛行計画における飛行目的の優先度と、飛行体 10 A の飛行状況を示す状況情報とが含まれる。例えば飛行体 10 A が所定の管理下にあり、且つ、飛行計画に従って飛行している場合、飛行体 10 A が所定の管理下にあるという判定結果と、図 6 に示す運航管理データベース 130 において飛行体 10 A の識別子「D001」と対応付けられた飛行計画及び飛行目的の優先度「2」と、飛行体 10 A が飛行計画に従って飛行していることを示す状況情報とを含む応答が飛行体 10 B に送信される。飛行体 10 B の第 1 取得部 114 は、サーバ装置 20 から応答を受信する。この応答に含まれる飛行体 10 A の飛行計画、飛行目的の優先度、及び状況情報は、飛行体 10 B のストレージ 13 に記憶される。

30

40

【0061】

ステップ S 106 において、飛行体 10 B の第 1 特定部 118 は、ステップ S 105 においてサーバ装置 20 から受信した応答に基づいて、他の飛行体 10 A の種別を特定する。例えば、この応答に飛行体 10 A が所定の管理下にないことを示す判定結果が含まれる場合、飛行体 10 A の種別として第 1 種別が判定される。一方、ステップ S 105 において受信された応答に、飛行体 10 A が所定の管理下にあるという判定結果と、飛行計画に従って飛行していることを示す状況情報とが含まれる場合、飛行体 10 A の種別として第 2 種別が判定される。また、ステップ S 105 において受信された応答に、飛行体 10 A が

50

所定の管理下にあるという判定結果と、飛行計画から外れて飛行していることを示す状況情報とが含まれる場合、飛行体 10 A の種別として第 3 種別が判定される。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 0 7 において、飛行体 1 0 B の第 2 特定部 1 1 9 は、飛行体 1 0 A から受信されたビーコン信号の強度の変化に基づいて、飛行体 1 0 B から見た他の飛行体 1 0 A の移動方向を測定する。飛行体 1 0 A が飛行体 1 0 B から所定の範囲内にいる限り、所定の時間間隔で飛行体 1 0 A からビーコン信号が受信される。例えば飛行体 1 0 A から受信されたビーコン信号の強度が増加する場合、飛行体 1 0 B に近づく方向が測定される。一方、飛行体 1 0 A から受信されたビーコン信号の強度が減少する場合、飛行体 1 0 B から遠ざかる方向が測定される。

10

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 8 において、飛行体 1 0 B の第 1 判定部 1 2 0 は、他の飛行体 1 0 A が飛行体 1 0 B に衝突する可能性を判定する処理を行う。この衝突可能性を判定する方法は、ステップ S 1 0 6 において特定された飛行体 1 0 A の種別によって相違する。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、衝突可能性の判定方法の一例を示す図である。この例では、飛行体 1 0 A が第 1 種別又は第 3 種別に属する場合において、ステップ S 1 0 7 において測定された移動方向が飛行体 1 0 B に近づく方向であるときは、衝突可能性があると判定される。一方、この場合において、ステップ S 1 0 7 において測定された移動方向が飛行体 1 0 B から遠ざかる方向であるときは、衝突可能性がないと判定される。

20

【 0 0 6 5 】

飛行体 1 0 A が第 2 種別に属する場合において、ストレージ 1 3 に記憶された飛行体 1 0 A の飛行計画と飛行体 1 0 B の飛行計画との間で、同一の時間において飛行経路が重なるときは、衝突可能性があると判定される。一方、この場合において、ストレージ 1 3 に記憶された飛行体 1 0 A の飛行計画と飛行体 1 0 B の飛行計画との間で、同一の時間において飛行経路が重なるときは、衝突可能性がないと判定される。

【 0 0 6 6 】

図 6 に示す例では、同一の時間において、飛行体 1 0 A の飛行計画に記載された飛行経路「R 1」と飛行体 1 0 B の飛行計画に記載された飛行経路「R 2」とが重なる場合には、衝突可能性があると判定される。この「飛行経路が重なる」とは、飛行経路の少なくとも一部が重なることをいう。飛行経路が重なるという概念には、飛行経路が一致する状態、飛行経路の一部が一致する状態、及び飛行経路が交わる状態が含まれる。また、飛行経路が複数且つ連続的な空域セルで表現されている場合、飛行経路が重なるという概念には、同じ空域セルを同じ時間で飛行予定である状態が含まれる。一方、飛行体 1 0 A の飛行計画と飛行体 1 0 B の飛行計画との間で、同一の時間において、これらの飛行経路が重ならない場合には、衝突可能性がないと判定される。

30

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 0 9 において、飛行体 1 0 B の第 1 判定部 1 2 0 は、他の飛行体 1 0 A が飛行体 1 0 B に衝突する可能性があるか否かを判定する。上述したステップ S 1 0 8 において衝突可能性があると判定された場合（ステップ S 1 0 9 の判定が YES）、ステップ S 1 1 0 に進む。一方、上述したステップ S 1 0 8 において衝突可能性がないと判定された場合（ステップ S 1 0 9 の判定が NO）、この処理を終了する。

40

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 1 0 において、飛行体 1 0 B の第 2 判定部 1 2 2 は、飛行体 1 0 B の移動方向が飛行体 1 0 A の移動方向と対応する方向であるか否かを判定する。例えば飛行体 1 0 B が南から北に向かって移動している場合において、飛行体 1 0 A の飛行計画が示し又は第 2 特定部 1 1 9 が特定した移動方向が南から北に向かう方向である場合には、飛行体 1 0 B の移動方向が飛行体 1 0 A の移動方向と対応する方向であると判定される。飛行体 1 0 B の移動方向が飛行体 1 0 A の移動方向と対応する方向であると判定された場合（ステップ S 1 1 0 の判定が YES）、ステップ S 1 1 1 に進む。一方、飛行体 1 0 B の移動方

50

向が飛行体 10A の移動方向と対応する方向ではないと判定された場合（ステップ S 110 の判定が NO）、この処理を終了する。

【0069】

ステップ S 111 において、飛行体 10B の第 2 判定部 122 は、飛行体 10B が現在飛行している空域セルの属性に応じて、追い越しが可能か否かを判定する。この空域セルの属性は、例えば第 2 取得部 121 がサーバ装置 20 から取得した属性情報が示す属性である。ここでは、属性情報には、飛行体 10B が現在飛行している空域セルの大きさを示す情報、この空域セルにおいて追い越しが許可されているか否かを示す情報、及び空域に余裕空間が付加されているか否かを示す情報が含まれるものとする。この場合、属性情報が示される飛行体 10B が現在飛行している空域セルの大きさが所定の大きさ以上であり、この空域セルにおいて追い越しが許可されており、この空域に余裕空間が付加されている場合には、追い越しが可能であると判定されてもよい。追い越しが可能であると判定された場合（ステップ S 111 の判定が YES）、ステップ S 112 に進む。一方、属性情報が示される飛行体 10B が現在飛行している空域セルの大きさが所定の大きさより小さく、この空域セルにおいて追い越しが許可されておらず、又はこの空域に余裕空間が付加されていない場合には、追い越しが可能ではないと判定されてもよい。追い越しが可能ではないと判定された場合（ステップ S 111 の判定が NO）、この処理を終了する。

10

【0070】

ステップ S 112 において、飛行体 10B の決定部 123 は、飛行体 10B 又は他の飛行体 10A の飛行状況に応じて、飛行体 10B が追い越し動作を行うか、他の飛行体 10A に追い越させる動作を行うかを判定する。例えば図 6 に示すように、飛行体 10B の飛行目的の優先度が、他の飛行体 10A の飛行目的の優先度より高い場合には、飛行体 10B が追い越し動作を行うと判定されてもよい。反対に、飛行体 10B の飛行目的の優先度が、他の飛行体 10A の飛行目的の優先度より低い場合には、他の飛行体 10A に追い越させる動作を行うと判定されてもよい。他の例において、飛行体 10B の飛行速度が飛行体 10A の飛行速度より大きい場合には、飛行体 10B が追い越し動作を行うと判定されてもよい。反対に、飛行体 10B の飛行速度が他の飛行体 10A の飛行速度より小さい場合には、他の飛行体 10A に追い越させる動作を行うと判定されてもよい。飛行体 10B が追い越し動作を行うと判定された場合、ステップ S 113 に進む。

20

【0071】

ステップ S 113 において、飛行体 10B の決定部 123 は、追い越し動作の内容を決定する。例えば他の飛行体 10A の飛行速度より大きい飛行速度まで加速して、他の飛行体 10A から所定の間隔を空けて飛行するような飛行経路を飛行するという内容が決定される。この飛行経路は、より具体的には、他の飛行体 10A の飛行計画又は移動方向に基づいて定められる他の飛行体 10A の進路から所定の間隔を空けた位置を通過して他の飛行体 10A の前に入る飛行経路である。

30

【0072】

ステップ S 114 において、飛行体 10B の飛行制御部 124 は、ステップ S 113 において決定された内容に従って、他の飛行体 10A に対する追い越し動作を行う。なお、他の飛行体 10A を追い越した後は、飛行体 10B は飛行計画に従って飛行してもよい。

40

【0073】

一方、上述したステップ S 112 において、飛行体 10B が他の飛行体 10A に追い越させる動作を行うと判定された場合、ステップ S 115 に進む。

【0074】

ステップ S 115 において、飛行体 10B の決定部 123 は、追い越させる動作の内容を決定する。例えば他の飛行体 10A の進路から外れるように一時的に飛行経路を変更し、他の飛行体 10A の飛行速度より小さい飛行速度まで減速して飛行するという内容が決定される。

【0075】

ステップ S 116 において、飛行体 10B の飛行制御部 124 は、ステップ S 115 にお

50

いて決定された内容に従って、他の飛行体10Aに追い越させる動作を行う。この追い越させる動作は、他の飛行体10Aが飛行体10Bを追い越すまで行われる。すなわち、他の飛行体10Aに追い越された後は、飛行体10Bは飛行計画に従って飛行してもよい。

#### 【0076】

以上説明した実施形態によれば、飛行体10と他の飛行体10との関係に応じて、他の飛行体10に対する追い越し動作の内容が決定されるため、他の飛行体10を安全に追い越すことができる。また、他の飛行体10と衝突する可能性がある場合に、追い越し動作が行われるため、他の飛行体10との衝突を回避することができる。さらに、他の飛行体10の移動方向が飛行体10の移動方向と対応する場合に限り追い越し動作が行われるため、飛行体10と異なる方向に移動する他の飛行体10に対しては、追い越し動作を行わないようにすることができる。さらに、飛行体10が飛行している空域の属性に応じて追い越しが可能か否かが判定されるため、飛行体10が追い越しに適さない空域を飛行している場合には、追い越し動作を行わないようにすることができる。さらに、飛行体10が飛行している空域において追い越しが許可されており、空域の大きさが所定の大きさ以上であり、空域に余裕空域が付加されている場合には、追い越しが可能と判定されるため、追い越し動作を行うときに、他の飛行体10と衝突するのを防ぐことができる。さらに、追い越し動作の内容として、飛行体10が他の飛行体10から所定の間隔を空けて飛行するような内容が決定されるため、追い越し動作をスムーズに行うことができる。さらに、飛行体10又は他の飛行体10の飛行状況に応じて、飛行体10が追い越し動作を行うか、追い越させる動作を行うかが決定されるため、飛行状況によって飛行体10が他の飛行体10を追い越したり、他の飛行体10を追い越させたりすることができる。

#### 【0077】

### 3. 変形例

本発明は、上述した実施形態に限定されない。上述した実施形態を以下のように変形してもよい。また、以下の2つ以上の変形例を組み合わせる実施してもよい。

#### 【0078】

上述した実施形態において、決定部123は、飛行体10及び他の飛行体10の重量及び性能の少なくともいずれかに応じて、追い越し動作の内容を決定してもよい。例えば飛行体10Bが他の飛行体10Aに対して追い越し動作を行う場合において、他の飛行体10Aの重量が飛行体10Bの重量より大きいときは、飛行体10Bの追い越し動作の内容として、例えば加速を含む内容が決定されてもよい。この場合、他の飛行体10Aは、速度を変更せずに飛行してもよい。また、飛行体10Bの最大飛行速度が飛行体10Aの最大飛行速度より大きいときにも、同様の追い越し動作の内容が決定されてもよい。

#### 【0079】

反対に、例えば飛行体10Bが他の飛行体10Aに追い越させる動作を行う場合において、飛行体10Bの重量が他の飛行体10Aの重量より大きいときは、飛行体10Bの追い越させる動作の内容として、速度は変えないことを含む内容が決定されてもよい。すなわち、飛行体10及び他の飛行体10のうち重量の大きい方が飛行速度の変化が少なくなるように、追い越し動作の内容及び追い越させる動作の内容が決定されてもよい。また、飛行体10Bの最大飛行速度が他の飛行体10Aの最大飛行速度より小さいときにも、同様の追い越させる動作の内容が決定されてもよい。すなわち、飛行体10及び他の飛行体10のうち最大飛行速度が大きい方が飛行速度の変化が少なくなるように、追い越し動作の内容及び追い越させる動作の内容が決定されてもよい。

#### 【0080】

飛行体10は、重量が大きい程、飛行速度を変更したときに消費される電力量が大きくなる傾向がある。したがって、重量が小さい飛行体10が飛行速度を変更し、重量が大きい飛行体10は飛行速度を変更しない方が、全体として電力消費量が少なくなる場合がある。また、飛行体10は、性能が高い程、飛行速度を変更したときに消費される電力量が小さくなる傾向がある。したがって、性能が高い飛行体10が飛行速度を変更し、性能が低い飛行体10は飛行速度を変更しない方が、全体として電力消費量が少なくなる場合があ

10

20

30

40

50

る。この変形例によれば、飛行体 10 の重量、性能、又は重量と性能の両方を加味して、より適した追い越し動作を行うことができる。

【0081】

上述した実施形態において、追い越し動作の対象となる他の飛行体 10 が複数ある場合、飛行体 10 はこれらの他の飛行体 10 に対して順番に追い越し動作を行ってもよい。この場合、追い越し動作の対象となる他の飛行体 10 の数だけ、追い越し動作が行われる。他の例において、飛行体 10 は、これらの他の飛行体 10 を一群の飛行体 10 とみなし、一群の飛行体 10 に対して追い越し動作を行ってもよい。この場合、追い越し動作は 1 回だけ行われる。他の例において、飛行体 10 は、追い越し動作の対象となる他の飛行体 10 が複数ある場合、追い越し動作を行わなくてもよい。

10

【0082】

上述した実施形態において、飛行体 10 は、追い越し動作を行った後、飛行体 10 が飛行している空域セルの大きさ又は同一の空域セルを飛行する飛行体 10 の数に応じて、元の飛行状態に戻る復帰動作を行ってもよい。この復帰動作には、元の飛行経路又は飛行速度に変更する動作が含まれる。例えば飛行体 10 が飛行している空域セルの大きさが所定の大きさ以上であり、又は同一の空域セルを飛行する飛行体 10 の数が所定の数以下である場合には、復帰動作を行わなくてもよい。

【0083】

上述した実施形態において、複数の飛行体 10 には、鳥等のビーコン信号を発信しない飛行体 10 が含まれてもよい。すなわち、飛行体 10 は、飛行するものであれば、ドローン等の無人航空機だけでなく、鳥等の飛翔する動物、有人航空機を含んでもよい。この場合、ビーコン装置 17 以外の装置を用いて、飛行体 10 から所定の範囲内に存在する他の飛行体 10 を検出してもよい。例えばビーコン装置 17 と共に又はビーコン装置 17 に代えて、飛行体 10 の撮像装置 16 を用いて他の飛行体 10 を検出してもよい。この場合、飛行体 10 の撮像装置 16 が撮影した画像に対して画像認識が施される。この画像認識の結果、画像中に他の飛行体 10 が認識された場合には、所定の範囲内に存在する他の飛行体 10 が検出されてもよい。他の例において、ビーコン装置 17 と共に又はビーコン装置 17 に代えて、超音波センサーを用いて飛行体 10 から所定の範囲内に存在する他の飛行体 10 が検出されてもよい。この変形例によれば、鳥等のビーコン信号を発信しない飛行体 10 も検出することができる。

20

30

【0084】

また、ビーコン装置 17 とビーコン装置 17 以外の装置とを用いて飛行体 10 から所定の範囲内に存在する他の飛行体 10 を検出する場合、ビーコン装置 17 以外の装置のみにて他の飛行体 10 が検出されたときは、第 1 特定部 118 は、他の飛行体 10 の種別として第 1 種別を特定してもよい。すなわち、他の飛行体 10 からビーコン信号の送信がなく、且つ、ビーコン装置 17 以外の装置にて他の飛行体 10 が検出されたという条件を満たす場合には、第 1 特定部 118 は、他の飛行体 10 の種別として第 1 種別を特定してもよい。この変形例によれば、鳥等のビーコン信号を発信しない飛行体 10 との衝突も回避することができる。

【0085】

上述した実施形態において、飛行体 10 は、他の飛行体 10 に追い越させる動作において空中で停止してもよい。このように、空中において停止する場合、飛行体 10 は、停止信号を発信してもよい。この停止信号は、例えばビーコン装置 17 から発信されてもよい。後続の飛行体 10 は、先行の飛行体 10 から停止信号を受信すると、その飛行体 10 を避けるように飛行してもよい。

40

【0086】

上述した実施形態において、第 1 判定部 120 は、衝突の可能性があるか否かに代えて、衝突の可能性の高さを判定してもよい。この場合、飛行制御部 124 は、第 1 判定部 120 が判定した衝突の可能性が所定値以上であり、且つ、第 2 判定部 122 が追い越しが可能と判定した場合には、決定部 123 が決定した内容に従って、飛行体 10 の飛行を制御

50

して追い越し動作を行ってもよい。言い換えると、飛行制御部 1 2 4 は、第 1 判定部 1 2 0 が衝突の可能性があるとして判定した場合であっても、衝突の可能性が所定値より小さい場合には、追い越し動作を行わなくてもよい。

【 0 0 8 7 】

上述した実施形態において、飛行目的の優先度は、ビーコン信号に含まれてもよい。この場合、決定部 1 2 3 は、受信部 1 1 2 が受信したビーコン信号に含まれる飛行目的の優先度を用いて、他の飛行体 1 0 に対する追い越し動作を行うか、他の飛行体 1 0 に追い越させる動作を行うかを判定してもよい。

【 0 0 8 8 】

上述した実施形態において、飛行体 1 0 の移動方向が、他の飛行体 1 0 の移動方向と対応するか否かを判定する方法は、実施形態で説明した方法に限定されない。例えば、撮像装置 1 6 が撮影した連続する複数の画像に対して画像認識を施し、画像認識の結果、一定の方向に他の飛行体 1 0 が認識され、且つ、飛行体 1 0 の移動速度に比して他の飛行体 1 0 の画像の面積が大きくなる場合には、飛行体 1 0 の移動方向が、他の飛行体 1 0 の移動方向と対応すると判定されてもよい。他の例において、第 2 取得部 1 2 1 が取得した属性情報が示す属性が、一方の方向のみ移動が許可されるような属性である場合には、飛行体 1 0 B の移動方向と飛行体 1 0 A の移動方向とは概ね同一であると考えられる。したがって、この場合には、飛行体 1 0 B の移動方向が飛行体 1 0 A の移動方向と対応すると判定されてもよい。

【 0 0 8 9 】

上述した各実施形態において、飛行体 1 0 の位置を測定する方法は、GPS を用いた方法に限定されない。GPS を用いない方法を用いて、飛行体 1 0 の位置が測定されてもよい。

【 0 0 9 0 】

上述した実施形態において、飛行体 1 0 からの要求に関わらず、所定の時間間隔で各飛行体 1 0 が飛行計画に従って飛行しているか否かが判定され、その判定結果に基づいて状況情報が生成されてもよい。この場合、図 6 に示す運航管理データベース 1 3 0 には、各飛行体 1 0 が飛行計画に従って飛行しているか否かを示す状況情報が含まれる。そして、例えば判定部 1 1 6 により飛行体 1 0 A が所定の管理下にあると判定されると、運航管理データベース 1 3 0 から飛行体 1 0 A の状況情報が抽出され飛行体 1 0 A に送信されてもよい。

【 0 0 9 1 】

上述した各実施形態において、飛行体 1 0 の機能の少なくとも一部がサーバ装置 2 0 又は他の装置に実装されてもよい。例えば第 1 特定部 1 1 8、第 2 特定部 1 1 9、第 1 判定部 1 2 0、第 2 判定部 1 2 2、及び決定部 1 2 3 の少なくとも一つがサーバ装置 2 0 に実装されてもよい。すなわち、追い越しに係る各種の決定、判定、特定は、サーバ装置 2 0 が処理してもよい。同様に、サーバ装置 2 0 の機能の少なくとも一部が飛行体 1 0 又は他の装置に実装されてもよい。

【 0 0 9 2 】

本発明は、飛行制御システム 1 において行われる処理のステップを備える飛行制御方法として提供されてもよい。また、本発明は、飛行体 1 0 又はサーバ装置 2 0 において実行されるプログラムとして提供されてもよい。

【 0 0 9 3 】

図 5 のブロック図は、機能単位のブロックを示している。これらの機能ブロック（構成部）は、ハードウェア及び/又はソフトウェアの任意の組み合わせによって実現される。また、各機能ブロックの実現手段は特に限定されない。すなわち、各機能ブロックは、物理的及び/又は論理的に結合した一つの装置により実現されてもよいし、物理的及び/又は論理的に分離した二つ以上の装置を直接的及び/又は間接的に（例えば、有線及び/又は無線）で接続し、これら複数の装置により実現されてもよい。

【 0 0 9 4 】

飛行体 1 0 又はサーバ装置 2 0 のハードウェア構成は、図 3 又は図 4 に示した各装置を 1

10

20

30

40

50

つ又は複数含むように構成されてもよいし、一部の装置を含まずに構成されてもよい。また、飛行体 10 又はサーバ装置 20 は、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ (DSP: Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device)、FPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードウェアを含んで構成されてもよく、当該ハードウェアにより、飛行体 10 又はサーバ装置 20 の機能ブロックの一部又は全てが実現されてもよい。例えば、プロセッサ 11 又は 21 は、これらのハードウェアの少なくとも 1 つで実装されてもよい。

【0095】

情報の通知は、本明細書で説明した態様 / 実施形態に限られず、他の方法で行われてもよい。例えば、情報の通知は、物理レイヤシグナリング (例えば、DCI (Downlink Control Information)、UCI (Uplink Control Information))、上位レイヤシグナリング (例えば、RRC (Radio Resource Control) シグナリング、MAC (Medium Access Control) シグナリング、報知情報 (MIB (Master Information Block)、SIB (System Information Block)))、その他の信号又はこれらの組み合わせによって実施されてもよい。また、RRC シグナリングは、RRC メッセージと呼ばれてもよく、例えば、RRC 接続セットアップ (RRC Connection Setup) メッセージ、RRC 接続再構成 (RRC Connection Reconfiguration) メッセージなどであってもよい。

10

【0096】

本明細書で説明した各態様 / 実施形態は、LTE (Long Term Evolution)、LTE-A (LTE-Advanced)、SUPER 3G、IMT-Advanced、4G、5G、FRA (Future Radio Access)、W-CDMA (登録商標)、GSM (登録商標)、CDMA 2000、UMB (Ultra Mobile Broadband)、IEEE 802.11 (Wi-Fi)、IEEE 802.16 (WiMAX)、IEEE 802.20、UWB (Ultra-WideBand)、Bluetooth (登録商標)、その他の適切なシステムを利用するシステム及び / 又はこれらに基づいて拡張された次世代システムに適用されてもよい。

20

【0097】

本明細書で説明した各態様 / 実施形態の処理手順、シーケンス、フローチャートなどは、矛盾の無い限り、順序を入れ替えてもよい。例えば、本明細書で説明した方法については、例示的な順序で様々なステップの要素を提示しており、提示した特定の順序に限定されない。

30

【0098】

情報等は、上位レイヤ (または下位レイヤ) から下位レイヤ (または上位レイヤ) へ出力され得る。複数のネットワークノードを介して入出力されてもよい。

【0099】

入出力された情報等は特定の場所 (例えば、メモリ) に保存されてもよいし、管理テーブルで管理してもよい。入出力される情報等は、上書き、更新、または追記され得る。出力された情報等は削除されてもよい。入力された情報等は他の装置へ送信されてもよい。

【0100】

判定は、1ビットで表される値 (0 か 1 か) によって行われてもよいし、真偽値 (Boolean: true または false) によって行われてもよいし、数値の比較 (例えば、所定の値との比較) によって行われてもよい。

40

【0101】

本明細書で説明した各態様 / 実施形態は単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよいし、実行に伴って切り替えて用いてもよい。また、所定の情報の通知 (例えば、「X であること」の通知) は、明示的に行うものに限られず、暗黙的 (例えば、当該所定の情報の通知を行わない) ことによって行われてもよい。

【0102】

ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハー

50

ドウェア記述言語と呼ばれるか、他の名称で呼ばれるかを問わず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、手順、機能などを意味するよう広く解釈されるべきである。

【0103】

また、ソフトウェア、命令などは、伝送媒体を介して送受信されてもよい。例えば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア及びデジタル加入者回線(DSL)などの有線技術及び/又は赤外線、無線及びマイクロ波などの無線技術を使用してウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合、これらの有線技術及び/又は無線技術は、伝送媒体の定義内に含まれる。

10

【0104】

本明細書で説明した情報、信号などは、様々な異なる技術のいずれかを使用して表されてもよい。例えば、上記の説明全体に渡って言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、チップなどは、電圧、電流、電磁波、磁界若しくは磁性粒子、光場若しくは光子、又はこれらの任意の組み合わせによって表されてもよい。

【0105】

なお、本明細書で説明した用語及び/又は本明細書の理解に必要な用語については、同一の又は類似する意味を有する用語と置き換えてもよい。例えば、チャンネル及び/又はシンボルは信号(シグナル)であってもよい。また、信号はメッセージであってもよい。また、コンポーネントキャリア(CC)は、キャリア周波数、セルなどと呼ばれてもよい。

20

【0106】

本明細書で使用する「システム」および「ネットワーク」という用語は、互換的に使用される。

【0107】

また、本明細書で説明した情報、パラメータなどは、絶対値で表されてもよいし、所定の値からの相対値で表されてもよいし、対応する別の情報で表されてもよい。例えば、無線リソースはインデックスで指示されるものであってもよい。

【0108】

上述したパラメータに使用する名称はいかなる点においても限定的なものではない。さらに、これらのパラメータを使用する数式等は、本明細書で明示的に開示したものと異なる場合もある。様々なチャンネル(例えば、PUCCH、PDCCHなど)及び情報要素(例えば、TPCなど)は、あらゆる好適な名称によって識別できるので、これらの様々なチャンネル及び情報要素に割り当てている様々な名称は、いかなる点においても限定的なものではない。

30

【0109】

本明細書で使用する「判断(determining)」、「決定(determining)」という用語は、多種多様な動作を包含する場合がある。「判断」、「決定」は、例えば、判定(judging)、計算(calculating)、算出(computing)、処理(processing)、導出(deriving)、調査(investigating)、探索(looking up)(例えば、テーブル、データベースまたは別のデータ構造での探索)、確認(ascertaining)した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、受信(receiving)(例えば、情報を受信すること)、送信(transmitting)(例えば、情報を送信すること)、入力(input)、出力(output)、アクセス(accessing)(例えば、メモリ中のデータにアクセスすること)した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、解決(resolving)、選択(selecting)、選定(choosing)、確立(establishing)、比較(comparing)などした事を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。つまり、「判断」「決定」は、何らかの動作を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。

40

【0110】

50

本明細書で使用する「に基づいて」という記載は、別段に明記されていない限り、「のみに基づいて」を意味しない。言い換えれば、「に基づいて」という記載は、「のみに基づいて」と「に少なくとも基づいて」の両方を意味する。

【0111】

本明細書で使用する「第1の」、「第2の」などの呼称を使用した要素へのいかなる参照も、それらの要素の量または順序を全般的に限定するものではない。これらの呼称は、2つ以上の要素間を区別する便利な方法として本明細書で使用され得る。したがって、第1および第2の要素への参照は、2つの要素のみがそこで採用され得ること、または何らかの形で第1の要素が第2の要素に先行しなければならないことを意味しない。

【0112】

「含む(including)」、「含んでいる(comprising)」、およびそれらの変形が、本明細書あるいは特許請求の範囲で使用されている限り、これら用語は、用語「備える」と同様に、包括的であることが意図される。さらに、本明細書あるいは特許請求の範囲において使用されている用語「または(or)」は、排他的論理和ではないことが意図される。

【0113】

本開示の全体において、例えば、英語でのa、an、及びtheのように、翻訳により冠詞が追加された場合、これらの冠詞は、文脈から明らかにそうではないことが示されていないければ、複数のものを含むものとする。

【0114】

以上、本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。したがって、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

【0115】

上述した実施形態において、空域の属性情報には、その空域に対応する地上の情報又は空域における無線通信の可否を示す情報が含まれてもよい。例えば空域の下方にある地上の領域に人が居たり、構造物があったりする場合、その空域から飛行体10が落下すると、人又は構造物に衝突する可能性があり、危険性が高い。したがって、例えば空域の属性情報に、その空域に対応する地上の領域に人が居り又は構造物があることを示す情報が含まれる場合には、追い越しが不可であると判定されてもよい。また、例えば空域において無線通信ができない場合、追い越し又は追い越される飛行体10に対して外部から指示を行うことができない。したがって、例えば空域の属性情報に、その空域において無線通信ができないことを示す情報が含まれる場合、追い越しが不可であると判定されてもよい。

【0116】

上述した実施形態において、飛行体10が他の飛行体10に対する追い越し動作を行う場合、他の飛行体10に追い越す旨を通知すると共に、所定の動作を行うよう指示してもよい。この所定の動作は、例えば飛行体10が十分に加速できる場合には、例えば飛行計画において予定されている飛行動作を継続する動作である。この変形例では、図3に示す通信装置14又はビーコン装置17がこのような通知及び指示を行う通知部として用いられてもよい。例えば飛行体10は、他の飛行体10と無線通信を行って、他の飛行体10を追い越す旨を通知する通知情報と、所定の動作を行うよう指示する指示情報とを送信してもよい。他の飛行体10は、飛行体10により追い越す旨の通知及び所定の動作を行う指示を受けると、所定の動作を行う。仮に、飛行体10から他の飛行体10に追い越す旨の通知が行われないと、他の飛行体10は衝突回避機能によって、追い越し動作を行う飛行体10を妨げるような動作をしてしまう恐れがある。この変形例によれば、このような不都合が防止される。

【符号の説明】

【0117】

10

20

30

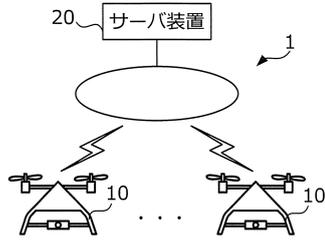
40

50

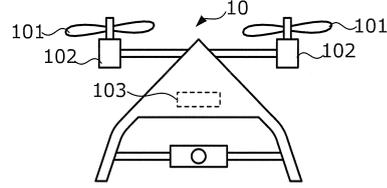
1 : 飛行制御システム、10 : 飛行体、20 : サーバ装置、111 : 発信部、112 : 受信部、113 : 検出部、114 : 第1取得部、115 : 受信部、116 : 判定部、117 : 応答部、118 : 第1特定部、119 : 第2特定部、120 : 第1判定部、121 : 第2取得部、122 : 第2判定部、123 : 決定部、124 : 飛行制御部

【図面】

【図1】

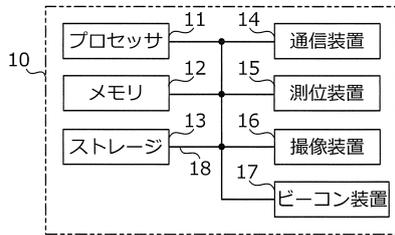


【図2】

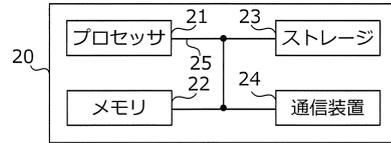


10

【図3】



【図4】



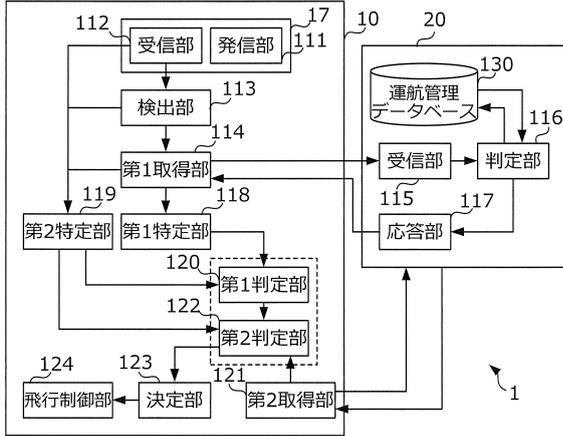
20

30

40

50

【図5】

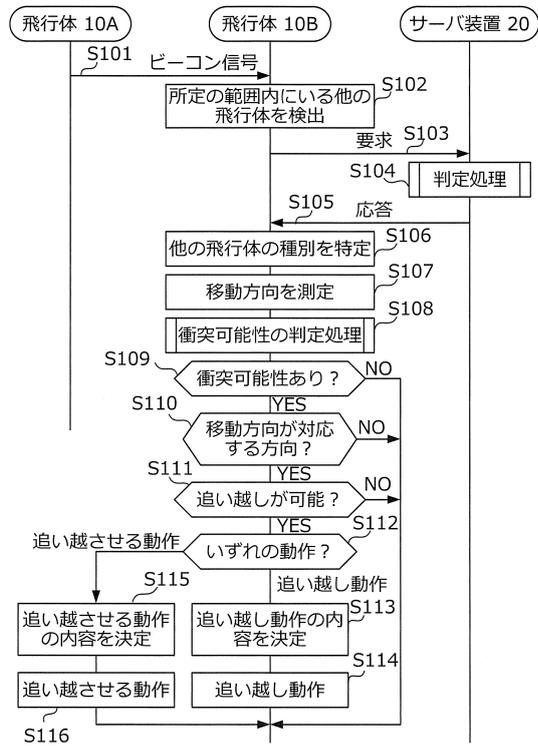


【図6】

識別子	飛行計画							飛行目的の優先度
	出発地	経由地	目的地	飛行経路	出発予定時刻	到着予定時刻	飛行速度	
D001	P1	P2	P3	R1	T1	T2	V1	2
D002	P4	P5	P6	R2	T3	T4	V2	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...

10

【図7】



【図8】

種別	条件	衝突可能性
第1種別 第3種別	近づく方向に移動	あり
	遠ざかる方向に移動	なし
第2種別	同一時間における飛行経路が重なる	あり
	同一時間における飛行経路が重ならない	なし

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 N T T ドコモ内  
(72)発明者 瀬川 雄一郎
- 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 N T T ドコモ内  
(72)発明者 中村 由紀子
- 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 N T T ドコモ内  
(72)発明者 花野 真也
- 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 N T T ドコモ内  
審査官 松本 泰典
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 0 9 9 7 1 2 ( U S , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 7 / 0 3 2 9 0 6 ( W O , A 2 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 1 2 5 0 4 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 1 3 - 3 3 4 7 4 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 5 D | 1 / 1 0   |
| B 6 4 C | 1 3 / 1 8 |
| B 6 4 C | 3 9 / 0 2 |
| B 6 4 D | 4 5 / 0 0 |
| G 0 8 G | 5 / 0 4   |