

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6196699号  
(P6196699)

(45) 発行日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日(2017.8.25)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>B 6 4 C</b>	<b>39/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C	39/02	
<b>B 6 4 C</b>	<b>13/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C	13/18	Z
<b>G 0 8 G</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 8 G	5/00	A

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-57898 (P2016-57898)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成28年3月23日 (2016.3.23)		株式会社 S U B A R U
審査請求日	平成28年9月30日 (2016.9.30)		東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
		(74) 代理人	100090033
			弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	板橋 由布
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富
			士重工業株式会社内
		(72) 発明者	阪口 晃敏
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富
			士重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体の動作制御装置、移動体の動作制御方法及び移動体の動作制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

任務目的地において所定の任務を行う移動体の動作を制御する移動体の動作制御装置であって、

少なくとも前記任務目的地を含む地図情報を記憶した記憶手段と、  
前記移動体の外圍状況に関する外圍情報を取得する情報取得手段と、  
前記記憶手段に記憶された前記地図情報を複数のセルに分割するセル分割手段と、  
前記情報取得手段により取得された前記外圍情報に基づいて、前記地図情報の複数のセルそれぞれにおける任務障害度合いに関する評価値を算出する算出手段と、

前記算出手段により算出された前記評価値に基づいて、前記任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により、前記任務目的地を含むセルの評価値が前記閾値よりも高いと判定された場合に、前記任務目的地を、評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に変更する目的地変更手段と、

を備えることを特徴とする移動体の動作制御装置。

【請求項2】

前記情報取得手段は、互いに回避優先度が異なる複数種類の外圍情報を取得し、

前記算出手段は、前記複数のセルそれぞれについて、前記回避優先度に基づいて前記複数種類の外圍情報を統合して一の前記評価値を算出することを特徴とする請求項1に記載の移動体の動作制御装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記情報取得手段が取得する前記外圍情報は、将来の予測情報を含み、  
前記算出手段は、前記複数のセルそれぞれについて、現在から所定の将来時刻までの各時刻における前記評価値を算出し、

前記目的地変更手段は、前記各時刻において評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセルを探索し、当該セル内の地点に前記任務目的地を変更することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の移動体の動作制御装置。

## 【請求項 4】

現在地から前記目的地変更手段により変更された新たな任務目的地までの移動経路を、当該移動経路上で通過するセルの評価値が前記閾値以下となるように探索する経路探索手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の移動体の動作制御装置。

## 【請求項 5】

前記移動体が、無人航空機であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の移動体の動作制御装置。

## 【請求項 6】

任務目的地において所定の任務を行う移動体の動作を制御する移動体の動作制御方法であって、

少なくとも前記任務目的地を含む地図情報を記憶した記憶手段を備える動作制御装置が、

前記移動体の外圍状況に関する外圍情報を取得する情報取得工程と、  
前記記憶手段に記憶された前記地図情報を複数のセルに分割するセル分割工程と、  
前記情報取得工程で取得された前記外圍情報に基づいて、前記地図情報の複数のセルそれぞれにおける任務障害度合いに関する評価値を算出する算出工程と、

前記算出工程で算出された前記評価値に基づいて、前記任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定する判定工程と、

前記判定工程において、前記任務目的地を含むセルの評価値が前記閾値よりも高いと判定された場合に、前記任務目的地を、評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に変更する目的地変更工程と、  
を実行することを特徴とする移動体の動作制御方法。

## 【請求項 7】

任務目的地において所定の任務を行う移動体の動作を制御する移動体の動作制御プログラムであって、

動作制御装置を、  
少なくとも前記任務目的地を含む地図情報を記憶した記憶手段、  
前記移動体の外圍状況に関する外圍情報を取得する情報取得手段、  
前記記憶手段に記憶された前記地図情報を複数のセルに分割するセル分割手段、  
前記情報取得手段により取得された前記外圍情報に基づいて、前記地図情報の複数のセルそれぞれにおける任務障害度合いに関する評価値を算出する算出手段、  
前記算出手段により算出された前記評価値に基づいて、前記任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定する判定手段、

前記判定手段により、前記任務目的地を含むセルの評価値が前記閾値よりも高いと判定された場合に、前記任務目的地を、評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に変更する目的地変更手段、  
として機能させることを特徴とする移動体の動作制御プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、任務目的地において複数の任務障害要因を回避しつつ任務を行う無人航空機などの移動体の動作制御に有用な技術である。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

無人航空機の用途として、長時間に亘る監視飛行をさせる場合がある。このような監視飛行では、無人航空機は所定の任務地点において定点飛行することになるが、長時間に亘る任務であると、例えば風況の変化や他機の接近などの様々な環境変化によって任務が阻害されるおそれが高くなる。

## 【0003】

そこで、例えば特許文献1に記載の技術では、機上センサーや航空管制システムから他機や気象等に関する情報を取得し、これらの情報から競合の可能性を算出して、航空機の飛行経路を修正している。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2012-131484号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載の技術は、飛行の阻害要因を回避するために飛行経路を修正するものであり、所定の任務地点において定点飛行を行う移動体の制御には、そもそも適用しえない。

20

## 【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、任務目的地で所定の任務を行う移動体において、様々な任務阻害要因を好適に回避させることを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、任務目的地において所定の任務を行う移動体の動作を制御する移動体の動作制御装置であって、

少なくとも前記任務目的地を含む地図情報を記憶した記憶手段と、

前記移動体の外周状況に関する外周情報を取得する情報取得手段と、

前記記憶手段に記憶された前記地図情報を複数のセルに分割するセル分割手段と、

前記情報取得手段により取得された前記外周情報に基づいて、前記地図情報の複数のセルそれぞれにおける任務阻害度合いに関する評価値を算出する算出手段と、

30

前記算出手段により算出された前記評価値に基づいて、前記任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により、前記任務目的地を含むセルの評価値が前記閾値よりも高いと判定された場合に、前記任務目的地を、評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に変更する目的地変更手段と、

を備えることを特徴とする。

## 【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の移動体の動作制御装置において、

前記情報取得手段は、互いに回避優先度が異なる複数種類の外周情報を取得し、

前記算出手段は、前記複数のセルそれぞれについて、前記回避優先度に基づいて前記複数種類の外周情報を統合して一の前記評価値を算出することを特徴とする。

40

## 【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の移動体の動作制御装置において、

前記情報取得手段が取得する前記外周情報は、将来の予測情報を含み、

前記算出手段は、前記複数のセルそれぞれについて、現在から所定の将来時刻までの各時刻における前記評価値を算出し、

前記目的地変更手段は、前記各時刻において評価値が前記閾値以下であって且つ最小となるセルを探索し、当該セル内の地点に前記任務目的地を変更することを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の移動体の動作制御装置において、

現在地から前記目的地変更手段により変更された新たな任務目的地までの移動経路を、当該移動経路上で通過するセルの評価値が前記閾値以下となるように探索する経路探索手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の移動体の動作制御装置において、

前記移動体が、無人航空機であることを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 2 】

請求項 6 及び請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 に記載の移動体の動作制御装置と同様の特徴を具備する移動体の動作制御方法及び移動体の動作制御プログラムである。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 3 】

請求項 1 , 6 , 7 に記載の発明によれば、移動体（例えば無人航空機）の外圍状況に関する外圍情報が取得され、この外圍情報に基づいて、地図情報上の各セルにおける任務障害度合いに関する評価値が算出される。そして、移動体の任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高い場合に、評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に、任務目的地が変更される。

20

これにより、様々な任務障害要因に関する情報が外圍情報として取得されて、この外圍情報に基づく評価値によって任務目的地の任務障害度合いが評価される。そして、この任務目的地の任務障害度合いが高い場合に、より安全な（障害されにくい）新たな地点に任務目的地が変更される。

したがって、任務目的地で所定の任務を行う移動体において、様々な任務障害要因を好適に回避させることができる。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 2 に記載の発明によれば、複数種類の外圍情報がそれぞれの回避優先度に基づいて統合されて各セルに一つの評価値が算出されるので、様々な任務障害要因について回避優先度を設定しておくことで、各任務障害要因の回避優先度を任務目的地の変更に好適に反映させることができる。

30

## 【 0 0 1 5 】

請求項 3 に記載の発明によれば、現在から所定の将来時刻までの各時刻における評価値が算出されて、当該各時刻において評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に任務目的地が変更されるので、任務継続性を最大化することができる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の発明によれば、現在地から新たな任務目的地までの移動経路が、当該移動経路上で通過するセルの評価値が閾値以下となるように探索されるので、新たな任務目的地までの移動経路上においても、様々な任務障害要因を好適に回避させることができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 7 】

【図 1】実施形態における無人航空機の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】飛行制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図 3】飛行制御処理を説明するための図である。

【図 4】飛行制御処理を説明するための図である。

【図 5】飛行制御処理を説明するための図である。

【図 6】飛行制御処理を説明するための図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 8 】

50

以下、本発明に係る移動体の動作制御装置を、無人航空機 1 を飛行制御する飛行制御装置 10 に適用した場合の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0019】

[ 飛行制御装置の構成 ]

まず、本実施形態における飛行制御装置 10 の構成について、図 1 を参照して説明する。

図 1 は、飛行制御装置 10 が搭載された無人航空機 1 の概略構成を示すブロック図である。

【0020】

飛行制御装置 10 は、無人航空機 1 の飛行制御を行うものであり、本実施形態では当該無人航空機 1 に搭載されている。無人航空機 1 は、本実施形態においては、任務目的で滞空しつつ所定の監視対象を長時間に亘って監視する任務を行うものである。

具体的に、飛行制御装置 10 は、図 1 に示すように、機体センサー 11 と、通信部 12 と、記憶部 13 と、制御部 14 とを備えて構成されている。

【0021】

機体センサー 11 は、無人航空機 1 の飛行状態を検出したり、機体の外圍状況に関する情報（以下、「外圍情報」という）を取得したりするための各種のセンサーであり、レーダー、映像センサー（カメラ）、ジャイロセンサー、速度センサー、GPS（Global Positioning System）、TCAS（Traffic alert and Collision Avoidance System：空中衝突防止装置）等を含んで構成されている。これらの機体センサー 11 は、制御部 14 からの制御指令に基づいて各種情報を取得し、その信号を制御部 14 へ出力する。

【0022】

通信部 12 は、地上（海上及び空中を含む）の管制設備や他の航空機との間で通信を行い、互いに各種信号を送受信可能であるほか、通信ネットワークに接続して各種情報を入手可能なものである。

また、通信部 12 は、識別子、現在位置、高度、対気速度等の各種情報を含んだ ADS-B（Automatic Dependent Surveillance-Broadcast：放送型自動従属監視）信号を送受信するようになっている。

【0023】

記憶部 13 は、無人航空機 1 の各種機能を実現するためのプログラムやデータを記憶するとともに、作業領域としても機能するメモリである。本実施形態においては、記憶部 13 は、飛行制御プログラム 130 を記憶している。

飛行制御プログラム 130 は、後述の飛行制御処理（図 2 参照）を制御部 14 に実行させるためのプログラムである。

【0024】

また、記憶部 13 には、後述の飛行制御処理に必要な情報として、地図データ 131 と、評価関数 132 とが記憶されている。

地図データ 131 は、山や河川などの地形情報に加え、道路や鉄道、建造物などの土地の利用状態に関する情報も含めた総合的な地理情報を有する三次元のものであり、記憶部 13 には、少なくとも無人航空機 1 の任務目的地を含む所定範囲のものが記憶されている。

【0025】

評価関数 132 は、後述するように、任務障害度合いに関する評価値を算出するためのものであり、本実施形態においては、風況、他機、制限空域の 3 つの任務障害要因それぞれに関するものが記憶部 13 に記憶されている。

【0026】

制御部 14 は、無人航空機 1 の各部を中央制御する。具体的に、制御部 14 は、エンジンや舵面駆動用のアクチュエータ等からなる飛行機構 15 を駆動制御して無人航空機 1 の飛行を制御したり、記憶部 13 に記憶されているプログラムを展開し、展開されたプログラムと協働して各種処理を実行したりする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

## [ 飛行制御装置の動作 ]

続いて、飛行制御処理を実行する際の飛行制御装置 1 0 の動作について、図 2 を参照して説明する。

図 2 は、飛行制御処理の流れを示すフローチャートであり、図 3 ~ 図 6 は、飛行制御処理を説明するための図である。

## 【 0 0 2 8 】

飛行制御処理は、任務目的地の任務障害度合いを評価し、必要に応じて任務目的地の変更等を行う処理であり、本実施形態においては飛行中に随時実行される処理である。この飛行制御処理は、地上設備からの制御指令等により当該飛行制御処理の実行指示が入力されたときに、制御部 1 4 が記憶部 1 3 から飛行制御プログラム 1 3 0 を読み出して展開することで実行される。

なお、ここでは、無人航空機 1 が、現時点での任務目的地において、所定の飛行パターン（本実施形態では 8 の字状）で滞空しつつ監視対象を監視中であるものとする。

## 【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、飛行制御処理が実行されると、まず制御部 1 4 は、自機（無人航空機 1）の外圍情報を取得する（ステップ S 1）。

このステップ S 1 では、制御部 1 4 は、任務を妨害し得る任務障害要因に関する外圍情報として、自機の位置情報や他機の位置情報等を機体センサー 1 1 や通信部 1 2 により取得するとともに、天候・気象情報等を通信部 1 2 により取得し、これらを記憶部 1 3 に記憶させる。

本実施形態においては、制御部 1 4 は、気象台等から得られる数値気象予報や S I G M E T（significant meteorological information：悪天情報）から風況（風速及び風向）情報を取得し、A D S - B 信号から他機の情報を取得し、N O T A M（航空官署等から得られる航空関係の各種情報）等から制限空域の情報を取得する。このうち、風況情報及び他機の情報については、それぞれ所定時間間隔かつ所定時間後までの予測情報が得られる。

## 【 0 0 3 0 】

本実施形態における 3 つの任務障害要因（風況、他機、制限空域）は、以下の理由から回避を検討する必要がある。

風況は、無人航空機 1 が監視任務を継続できる姿勢（つまり、監視対象を映像センサーの視野角内に収められる姿勢）を保とうとした場合に、その飛行位置の保持を妨げる可能性がある。

他機は、無人航空機 1 が衝突回避機動を実施した場合に、監視任務を継続できる姿勢の維持を妨げる可能性がある。

制限空域は、無人航空機 1 が進入した場合に、障害物との衝突回避のための姿勢変更を無人航空機 1 に強いたり、障害物による視野制限を生じさせたりする可能性がある。

## 【 0 0 3 1 】

次に、制御部 1 4 は、三次元の地図データ 1 3 1 を記憶部 1 3 から読み出して、当該地図データ 1 3 1 を格子状（例えば、各辺が経線、緯線及び鉛直線に沿った立方格子状）の複数のセルに分割する（ステップ S 2）。

## 【 0 0 3 2 】

次に、制御部 1 4 は、ステップ S 1 で取得した外圍情報に基づいて、任務障害度合いに関する評価値を地図データ 1 3 1 上の各セルについて算出する（ステップ S 3）。

ここで、「任務障害度合いに関する評価値」とは、監視任務が妨害される可能性の大きさを示すものであり、値が高いほど任務が妨害されやすいことを意味する。

本実施形態においては、風況、他機、制限空域の 3 つの任務障害要因それぞれについて、記憶部 1 3 に記憶された評価関数 1 3 2 を用い、現在から所定の将来時刻までの各時刻での評価値が算出される。

また、3 つの任務障害要因には、制限空域、風況、他機の順に高い回避優先度が設定さ

10

20

30

40

50

れており、この回避優先度に基づいて、相互に対比可能な評価値がそれぞれに割り当てられる。但し、制限空域については、その設定理由によっては、低い回避優先度が設定される場合もある。

#### 【 0 0 3 3 】

風況に関する評価値は、その風況（風速及び風向）下において、無人航空機 1 が飛行位置を保持するために採る飛行パターンの調整方法（旋回半径、交差角、傾斜角の調整）に基づいて設定される。具体的には、例えば図 3（a）に示すように、無人航空機 1 回りのエリアに応じた評価値が設定される。

他機に関する評価値は、他機から離隔しているほど低い値となるように設定される。具体的には、例えば図 3（b）に示すように、T C A S や A D S - B 信号での検知範囲に応じた評価値が設定される。

10

制限空域に関する評価値は、制限空域内では境界から離隔しているほど低い値となるように設定され、制限空域外では所定の任意値に設定される。具体的には、例えば図 3（c）に示すように、A D I Z（Air Defense Identification Zone：防空識別圏）に対し、その境界近傍の圏内では当該境界からの距離に応じた評価値が設定され、当該境界から一定程度離隔したエリアでは一定の評価値が設定される。

#### 【 0 0 3 4 】

次に、制御部 1 4 は、ステップ S 3 で算出された評価値を地図データ 1 3 1 上に表わした評価マップ M（図 4 参照）を作成する（ステップ S 4）。

具体的に、制御部 1 4 は、各セルにおける 3 つの任務障害要因それぞれに関する評価値を足し合わせて当該セルに割り当てることにより、評価マップ M を作成する。制御部 1 4 は、この作業を各時刻での評価値に対して実行することにより、現在から所定の将来時刻までの各時刻における評価マップ M が作成される。

20

なお、3 つの障害要因に関する評価値は、上述したように、予め設定された回避優先度に基づいて相互に対比可能な値となっているため、これらを単純に足し合わせるだけで、回避優先度に基づいて適切に統合された評価値が得られる。但し、この評価値の合算は、適宜重み付けしてもよい。

#### 【 0 0 3 5 】

このステップ S 4 では、例えば図 4 に示すような評価マップ M が作成される。この図では、色が濃い（黒に近い）ほど評価値が高いものとして、評価値の高低を色（白黒）の濃淡で示している。

30

この図に示すように、評価マップ M では、風況の影響を受ける空域 A W や、制限空域 A R（図中の監視対象 T 回りの二重の楕円線の内外周両側の領域）及び他機 P O の存在が、評価値に反映されていることが分かる。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、制御部 1 4 は、図 2 に示すように、ステップ S 4 で作成した評価マップ M に基づいて、現在の任務目的地を含むセル（以下、「目的地セル」という）の評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定する（ステップ S 5）。つまり、このステップ S 5 では、現在の任務目的地での監視任務の継続が困難であるか否かが判定される。

閾値は、3 つの任務障害要因それぞれについて設定されている。風況についての閾値は、飛行パターンの調整では飛行位置の保持が困難な風速及び風向に対応するものとなっている。他機についての閾値は、A D S - B 信号での検知可否境界に対応するものとなっている。制限空域についての閾値は、任意に設定されている。

40

目的地セルの評価値と比較する閾値は、これら 3 つの任務障害要因についての閾値を、適宜重み付けするなどして合算されたものとなっている。

なお、以下の説明では、単に「閾値」と記載した場合、特に断りのない限り、この合算された閾値を意味するものとする。

#### 【 0 0 3 7 】

ステップ S 5 において、目的地セルの評価値が閾値よりも低いと判定した場合（ステップ S 5；N o）、制御部 1 4 は、上述のステップ S 1 へ処理を移行する。つまり、この場

50

合には、現在の任務目的地が十分な任務継続性を有すると判断されて、当該任務目的地での監視任務が継続される。

【 0 0 3 8 】

また、ステップ S 5 において、目的地セルの評価値が閾値よりも高いと判定した場合には (ステップ S 5 ; Y e s )、制御部 1 4 は、評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に、任務目的地を変更する (ステップ S 6 )。

具体的に、制御部 1 4 は、図 5 ( a ) に示すように、予測時間全域での複数の評価マップ M に基づいて、現在の任務目的地 G 0 を中心として任務実行に必要な所定範囲内のセルについて、予測時間全域において評価値が閾値以下であって且つ最小となる最適セルを探索する。そして、制御部 1 4 は、この最も任務継続性が高い最適セル内の地点を代替目的地 (新たな任務目的地) G 1 として設定する。

10

【 0 0 3 9 】

また、予測時間全域で最適セルとなる 1 つのセルが見出せない場合、制御部 1 4 は、図 5 ( b ) に示すように、探索する時間範囲を区切って、可能な限り長時間に亘って評価値が閾値以下であって且つ最小となる、時刻で異なる複数の最適セルを探索し、当該最適セル内の地点を代替目的地 G 1 として設定する。

【 0 0 4 0 】

また、図 6 ( a ) に示すように、閾値よりも高い評価値のセルが広いエリアに亘っている時間帯 (評価マップ M ) があるために、探索する時間範囲を区切っても最適セルとなるセルを見出せない場合がある。

20

このような場合、制御部 1 4 は、図 6 ( b ) に示すように、当該時刻における閾値を回避優先度に基づいて段階的に修正することにより、当該時刻の評価マップ M を修正した修正評価マップ M a を作成する。そして、この修正評価マップ M a を用いて最適セルとなるセルを探索し、任務継続の可能性を追求する。この場合、オペレータ (人間) の判断に基づいて回避優先度や閾値を調整してもよい。

【 0 0 4 1 】

次に、制御部 1 4 は、図 2 に示すように、予測時間全域での複数の評価マップ M に基づいて、現在地 (現在の任務目的地) からステップ S 6 で設定された代替目的地 G 1 までの飛行経路を探索する (ステップ S 7 )。

具体的に、制御部 1 4 は、経路上の全域において、通過するセルの評価値が閾値以下であって、好ましくは最小となる飛行経路を探索する。但し、好適な飛行経路を探索できない場合には、制御部 1 4 は、ステップ S 7 に戻って代替目的地 G 1 を再設定する。

30

そして、制御部 1 4 は、代替目的地 G 1 までの飛行経路を探索・設定した後に、この飛行経路に沿って飛行するように飛行機構 1 5 を制御し (ステップ S 8 )、上述のステップ S 1 へ処理を移行する。

【 0 0 4 2 】

こうして、上述のステップ S 1 ~ S 8 が随時実行されることにより、最新の外圍情報に基づいて任務目的地 (代替目的地) 及びそこまでの飛行経路が随時更新され、任務継続性の高い任務目的地での任務遂行が可能となる。

そして、オペレータによる終了指示が入力されたり、所定の任務時間が経過したりした場合に、制御部 1 4 は、飛行制御処理を終了する。

40

【 0 0 4 3 】

[ 効果 ]

以上のように、本実施形態によれば、無人航空機 1 の外圍状況に関する外圍情報が取得され、この外圍情報に基づいて、地図データ 1 3 1 上の各セルにおける任務障害度合いに関する評価値が算出される。そして、無人航空機 1 の現在の任務目的地 G 0 を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高い場合に、この任務目的地 G 0 が、評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の代替目的地 G 1 に変更される。

これにより、様々な任務障害要因に関する情報が外圍情報として取得されて、この外圍情報に基づく評価値によって任務目的地 G 0 の任務障害度合いが評価される。そして、こ

50



の任務目的地 G 0 の任務障害度合いが高い場合に、より安全な（障害されにくい）代替目的地 G 1 が設定される。

したがって、任務目的地で所定の任務を行う移動体において、様々な任務障害要因を好適に回避させることができる。

【 0 0 4 4 】

また、複数種類の外圍情報がそれぞれの回避優先度に基づいて統合されて各セルに一つの評価値が算出されるので、様々な任務障害要因について回避優先度を設定しておくことで、各任務障害要因の回避優先度を任務目的地の変更一个好適に反映させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、現在から所定の将来時刻までの各時刻における評価値が算出されて、当該各時刻において評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に任務目的地が変更されるので、任務継続性を最大化することができる。

10

【 0 0 4 6 】

また、現在地から代替目的地 G 1 までの飛行経路が、当該飛行経路上で通過するセルの評価値が閾値以下となるように探索されるので、代替目的地までの飛行経路上においても、様々な任務障害要因を好適に回避させることができる。

【 0 0 4 7 】

[ 変形例 ]

なお、本発明を適用可能な実施形態は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

20

【 0 0 4 8 】

例えば、上記実施形態では、本発明に係る移動体の動作制御装置を無人航空機 1 の飛行制御装置 1 0 に適用した例について説明したが、本発明は、任務目的地において所定の任務を行うものであれば、有人の航空機や船舶など、無人航空機以外の様々な移動体の動作制御装置に適用可能である。

また、上記実施形態では、無人航空機 1 が任務目的地で滞空しつつ所定の監視対象を長時間に亘って監視する任務を行うものとした。しかしながら、本発明に係る移動体の動作制御装置は、滞空すなわち長時間飛行だけでなく短時間飛行に適用してもよいし、監視だけでなく攻撃、通信中継等、様々な任務に適用してもよい。

【 0 0 4 9 】

30

また、飛行制御装置 1 0 が無人航空機 1 に搭載されている例について説明したが、本発明に係る移動体の動作制御装置は、地上設備に設けられていてもよいし、機上のもので地上設備のもので連携して制御を行うように構成されていてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

1	無人航空機
1 0	飛行制御装置
1 1	機体センサー
1 2	通信部
1 3	記憶部
1 3 0	飛行制御プログラム
1 3 1	地図データ
1 3 2	評価関数
1 4	制御部
G 0	任務目的地
G 1	代替目的地
M	評価マップ

40

【 要約 】

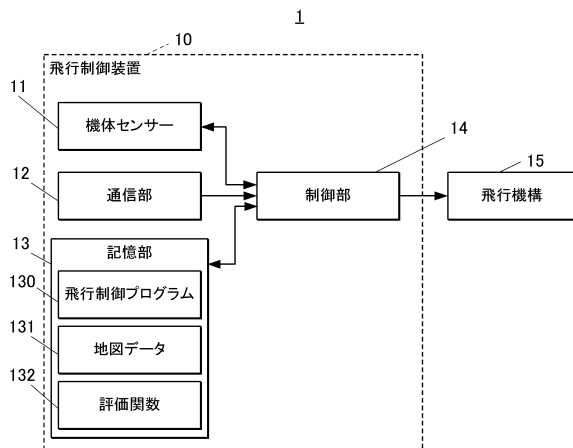
【 課題 】 任務目的地で所定の任務を行う移動体において、様々な任務障害要因を好適に回避させる。

50

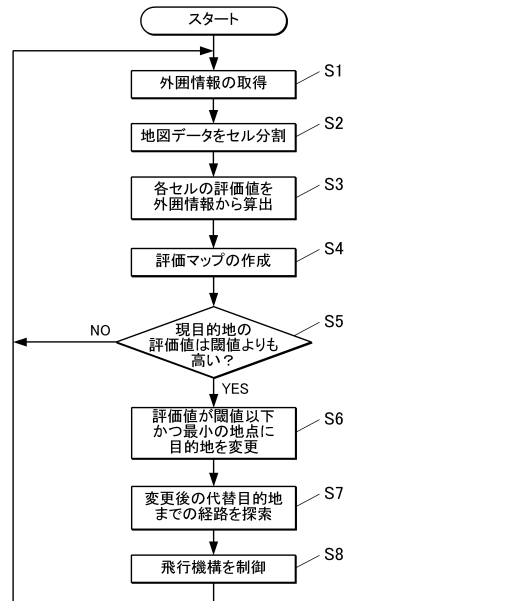
【解決手段】飛行制御装置 10 は、任務目的地において監視任務を行う無人航空機 1 の飛行を制御するものであり、地図データ 131 を記憶した記憶部 13 と、無人航空機 1 の外圍状況に関する外圍情報を取得する機体センサー 11 及び通信部 12 と、制御部 14 とを備える。制御部 14 は、地図データ 131 を複数のセルに分割し、取得された外圍情報に基づいて地図データ 131 上の各セルにおける任務障害度合いに関する評価値を算出し、算出した評価値に基づいて、任務目的地を含むセルの評価値が所定の閾値よりも高いか否かを判定し、高いと判定した場合には、評価値が閾値以下であって且つ最小となるセル内の地点に任務目的地を変更する。

【選択図】図 2

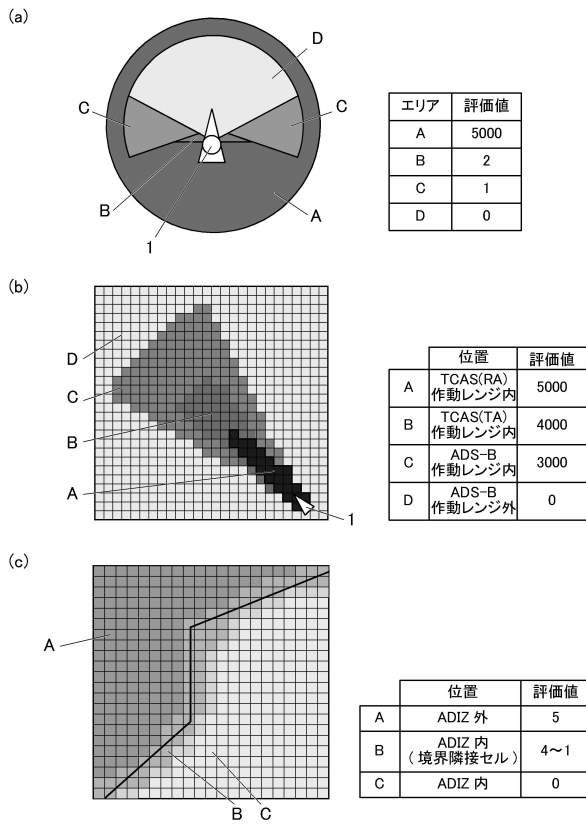
【図 1】



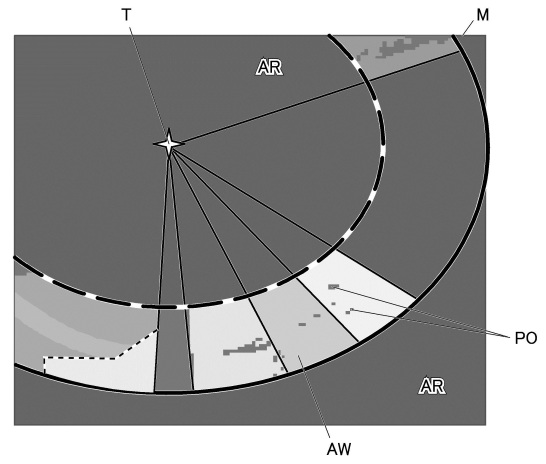
【図 2】



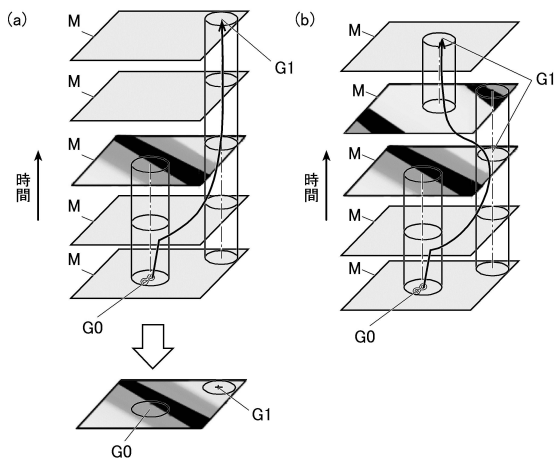
【図3】



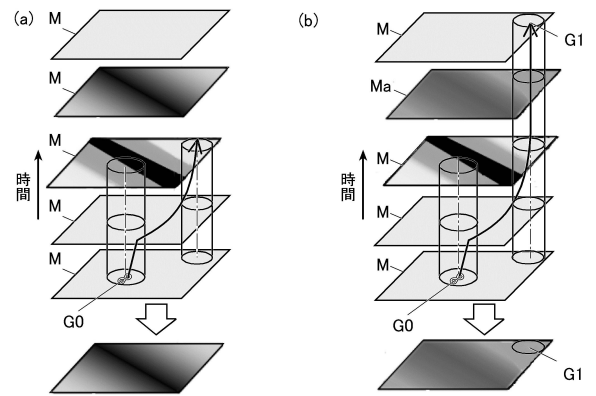
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 平木 健太郎  
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内
- (72)発明者 高橋 伸英  
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内

審査官 前原 義明

- (56)参考文献 特開2015-1377(JP,A)  
特開2014-16264(JP,A)  
特開2013-242615(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| B 6 4 C | 3 9 / 0 2 |
| B 6 4 C | 1 3 / 1 8 |
| B 6 4 D | 4 5 / 0 0 |
| B 6 4 D | 4 7 / 0 0 |
| G 0 8 G | 5 / 0 0   |