

(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2011-112370

(P2011-112370A)

(43) 公開日 平成23年6月9日(2011.6.9)

(51) Int.Cl.  
G01S 5/04 (2006.01)

F I  
G O I S 5/04

テーマコード (参考)  
5 J O 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-266219 (P2009-266219)  
(22) 出願日 平成21年11月24日 (2009.11.24)

(71) 出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(74) 代理人 100085235  
弁理士 松浦 兼行  
(72) 発明者 安達 英夫  
東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内  
Fターム(参考) 5J062 CC18 GG00 GG02

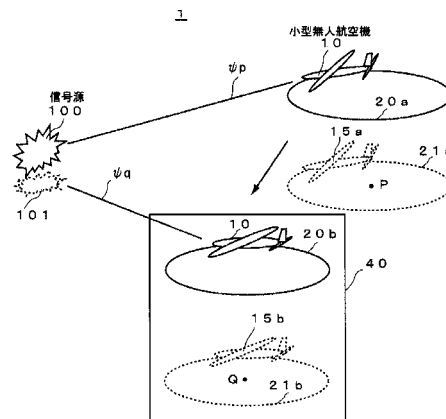
(54) 【発明の名称】 信号源探索方法及び信号源探索システム

(57) 【要約】

【課題】 小型無人航空機による信号源探索を可能とする。

【解決手段】 小型無人航空機10は、ある飛行範囲において飛行軌跡20aで表されるように旋回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、位置が不明な信号源100から送信される電波(信号)を指向性アンテナにより受信する。続いて、小型無人航空機10は、別の飛行範囲40に移動し、そこで飛行軌跡20bで表されるように旋回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源100から送信される電波(信号)を指向性アンテナにより受信する。小型無人航空機10に搭載されている演算装置は、機体の座標及び方位と、信号源100からの信号の受信信号強度とに基づいて、受信信号強度が最も強かった時の機体の座標と方位とから信号源100の座標を算出する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無人航空機に搭載された指向性アンテナにより、探索する信号源からの信号を逐次受信して信号の受信強度を得る受信ステップと、

前記無人航空機の機首の方位を所望の地点を中心とする飛行範囲内で変化させながら、前記無人航空機の現在位置の緯度及び経度からなる座標と前記方位とを逐次取得する座標及び方位取得ステップと、

前記無人航空機の前記飛行範囲を異なる複数の地点を中心とする飛行範囲に設定して、それぞれの飛行範囲内で、前記受信ステップと前記座標及び方位取得ステップとを繰り返す繰り返しステップと、

前記受信ステップで得られた信号の受信強度が最大のときの、前記座標及び方位取得ステップで得られた前記座標及び方位を、前記複数の地点を中心とする飛行範囲内の飛行時にそれぞれ取得し、取得されたそれら複数の受信強度が最大のときの、前記座標及び方位を用いて演算により、前記信号源の座標を求める演算ステップと

を含むことを特徴とする信号源探索方法。

## 【請求項 2】

互いに異なる地点を中心とする飛行範囲を同時に飛行する複数の無人航空機にそれぞれ搭載された指向性アンテナにより、探索する信号源からの信号を別々に逐次受信して信号の受信強度を得る受信ステップと、

前記複数の無人航空機の機首の方位をそれぞれの飛行範囲内で変化させながら、前記複数の無人航空機の現在位置の緯度及び経度からなる座標と前記方位とを逐次取得する座標及び方位取得ステップと、

前記複数の無人航空機のうち、所定の一の無人航空機に対して、他の無人航空機が前記受信ステップで得た前記信号の受信強度と、前記座標及び方位取得ステップで取得した前記座標及び方位との組のデータをそれぞれ送信する送信ステップと、

前記所定の一の無人航空機が、前記他の無人航空機から送信された前記信号の受信強度と前記座標及び方位との組のデータを受信し、それら受信した組のデータ毎に得られる信号の受信強度のうち最大のときの受信した前記座標及び方位と、前記所定の一の無人航空機自身が前記受信ステップで得た前記信号の受信強度と、前記座標及び方位取得ステップで取得した自身の前記座標及び方位との組のデータとを用いて、演算により、前記信号源の座標を求める演算ステップと

を含むことを特徴とする信号源探索方法。

## 【請求項 3】

互いに異なる地点を中心とする飛行範囲を同時に飛行する複数の無人航空機にそれぞれ搭載された指向性アンテナにより、探索する信号源からの信号を別々に逐次受信して信号の受信強度を得る受信ステップと、

前記複数の無人航空機の機首の方位をそれぞれの飛行範囲内で変化させながら、前記複数の無人航空機の現在位置の緯度及び経度からなる座標と前記方位とを逐次取得する座標及び方位取得ステップと、

前記複数の無人航空機が前記受信ステップで得た前記信号の受信強度と、前記座標及び方位取得ステップで取得した前記座標及び方位との組のデータをそれぞれ機外の演算装置へ送信する送信ステップと、

前記機外の演算装置が受信した複数の前記組のデータのうち、各組の信号の受信強度が最大のときの前記座標及び方位を用いて、演算により、前記信号源の座標を求める演算ステップと

を含むことを特徴とする信号源探索方法。

## 【請求項 4】

指向性アンテナと、

前記指向性アンテナにより受信された探索する信号源からの信号を処理して信号受信強度を逐次出力する受信手段と、

10

20

30

40

50

機首の方位と現在位置の緯度及び経度からなる座標とを逐次取得する座標及び方位取得手段と、

前記信号源の座標を求める演算手段と

を搭載した単一の無人航空機を、異なる複数の地点を中心とする飛行範囲で順次飛行させ、

前記演算手段が、それぞれの前記飛行範囲内の飛行時に前記受信手段によりそれぞれ出力された複数の信号受信強度のうち、最大の信号受信強度が得られるときの、前記座標及び方位取得手段により取得された前記方位及び座標を用いて、演算により前記信号源の座標を求めることを特徴とする信号源探索システム。

【請求項 5】

10

指向性アンテナと、

前記指向性アンテナにより受信された探索する信号源からの信号を処理して信号受信強度を逐次出力する受信手段と、

機首の方位と現在位置の緯度及び経度からなる座標とを逐次取得する座標及び方位取得手段と、

前記信号源の座標を求める演算手段と、

前記信号受信強度と前記座標及び方位を送受信する送受信手段と

をそれぞれ搭載した複数の無人航空機を、異なる複数の地点を中心とする飛行範囲で同時に飛行させ、

前記複数の無人航空機のうち、所定の一の無人航空機に対して、他の無人航空機が前記信号受信強度と前記座標及び方位との組のデータを前記送受信手段によりそれぞれ送信させ、前記所定の一の無人航空機が、前記他の無人航空機から送信された前記信号受信強度と前記座標及び方位との組のデータを前記送受信手段により受信し、それら受信した組のデータ毎に得られる信号受信強度のうち最大のときの受信した前記座標及び方位と、前記所定の一の無人航空機自身が前記受信手段で得た前記信号受信強度と、前記座標及び方位取得手段で取得した自身の前記座標及び方位との組のデータとを用いて、前記演算手段により、前記信号源の座標を求めることを特徴とする信号源探索システム。

20

【請求項 6】

指向性アンテナと、

前記指向性アンテナにより受信された探索する信号源からの信号を処理して信号受信強度を逐次出力する受信手段と、

30

機首の方位と現在位置の緯度及び経度からなる座標とを逐次取得する座標及び方位取得手段と、

前記信号受信強度と前記座標及び方位とからなる組のデータを送信する送信手段と

をそれぞれ搭載した複数の無人航空機と、

前記複数の無人航空機からそれぞれ送信された前記信号受信強度と前記座標及び方位を受信する機外の演算装置とよりなり、

前記演算装置は、互いに異なる地点を中心とする複数の飛行範囲内を飛行する前記複数の無人航空機からそれぞれ受信した複数の前記信号受信強度と前記座標及び方位の組のデータのうち、各組の信号受信強度が最大のときの前記座標及び方位を用いて、演算により、前記信号源の座標を求めることを特徴とする信号源探索システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は信号源探索方法及び信号源探索システムに係り、特にペイロードが数百 g 程度と小さく、バッテリーも数百 g 程度と小さい小型の無人航空機を用いて位置の不明な信号源を探索する信号源探索方法及び信号源探索システムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば違法電波の取り締まりのため、違法電波の信号源を探索したり、或いは遭難信号

50

の信号源を探索して特定することが行われる。位置の不明な信号源（電波源）を探索する方法として、特許文献1には、高々度を飛行あるいは停留する高々度プラットフォームに設置されたアレーアンテナの受信信号を用いて、位置の不明な信号源（電波源）から送信された電波の到来方向を特定する方法が開示されている。

【0003】

また、特許文献2には、音波及び電磁波を含む波動信号を受信する素子として複数のブランチを配置したアレーアンテナが搭載された移動体の移動を利用した波動信号の信号源を探索する方法が開示されている。この特許文献2記載の探索方法では、移動体の位置に関する位置情報を取得し、取得したその位置に移動体が存在するときに、アレーアンテナに到来した少なくとも一つの波動信号に関する到来方向を推定し、取得した位置を始点とし、推定した到来方向に対応する方向ベクトルを生成することを繰り返し、これにより得られる複数の方向ベクトルの交点の位置に基づいてアレーアンテナに到来した波源の位置を検出する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-249629号公報

【特許文献2】特開2006-125986号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、特許文献1及び2に記載された信号源探索方法において用いられる探索装置は、多数のアンテナ素子の集合体であるアレーアンテナと、それらのアンテナ素子を走査する電子装置とから構成されているため、重量数十kg以上、ペイロード数kg以上というような大型の構成であり、駆動のための電力消費も大きい。このため、特許文献1記載の高々度プラットフォームが無人操縦ソーラープレーンの場合には、上記の探索装置は、翼長が10m以上、機体重量が数百kg、ペイロードが数十kg程度で、バッテリーも数kg以上のものを搭載できる中型以上の無人操縦ソーラープレーンに搭載される。

【0006】

従って、特許文献1及び2に記載された信号源探索方法では、翼長1m～2m程度、機体重量数kg、ペイロード数百g程度で、バッテリーも数百g程度のものしか搭載できず大きな電力消費をまかなえない小型無人航空機には、探索装置を搭載することができず、小型無人航空機を用いた信号探索は不可能である。

30

【0007】

本発明は以上の点に鑑みなされたもので、小型無人航空機による信号源探索が可能な信号源探索方法及び信号源探索システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の信号源探索方法は上記の目的を達成するため、無人航空機に搭載された指向性アンテナにより、探索する信号源からの信号を逐次受信して信号の受信強度を得る受信ステップと、無人航空機の機首の方位を所望の飛行範囲内で変化させながら、無人航空機の現在位置の緯度及び経度からなる座標と方位とを逐次取得する座標及び方位取得ステップと、無人航空機の飛行範囲を異なる複数の地点を中心とする飛行範囲に設定して、それぞれの飛行範囲内で、受信ステップと座標及び方位取得ステップとを繰り返す繰り返すステップと、受信ステップで得られた信号の受信強度が最大のときの、座標及び方位取得ステップで得られた座標及び方位を、複数の地点を中心とする飛行範囲内の飛行時にそれぞれ取得し、取得されたそれら複数の受信強度が最大のときの、座標及び方位を用いて演算により、信号源の座標を求める演算ステップとを含むことを特徴とする。

40

【0009】

また、上記の目的を達成するため、本発明の信号源探索システムは、指向性アンテナと

50

、指向性アンテナにより受信された探索する信号源からの信号を処理して信号受信強度を逐次出力する受信手段と、機首の方位と現在位置の緯度及び経度からなる座標とを逐次取得する座標及び方位取得手段と、信号源の座標を求める演算手段とを搭載した単一の無人航空機を、異なる複数の地点を中心とする飛行範囲で順次飛行させ、

演算手段が、それぞれの飛行範囲内の飛行時に受信手段によりそれぞれ出力された複数の信号受信強度のうち、最大の信号受信強度が得られるときの、座標及び方位取得手段により取得された方位及び座標を用いて、演算により信号源の座標を求めることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、アレーアンテナの替りに指向性アンテナを使用して方位を変化させることにより、信号源探索装置を小型、軽量、低消費電力の構成とすることができ、これにより小型無人飛行機に搭載して位置が不明な信号源の探索ができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1の実施形態の構成図である。

【図2】本発明で用いられる小型無人航空機の一実施の形態のブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態の変形例の構成図である。

【図4】本発明の第2の実施形態の構成図である。

【図5】本発明の第3の実施形態の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0013】

(第1の実施形態)

図1は、本発明になる信号源探索システムの第1の実施形態の構成図を示す。同図において、本実施形態の信号源探索システム1は、互いに異なる2つの飛行範囲を順番に巡回飛行をしながら機体の座標と方位を検出すると共に、位置が不明な信号源100から送信される電波(信号)を受信する小型無人航空機10により構成される。小型無人航空機10は、自律飛行能力を持つが、遠隔操作により飛行する構成としてもよい。

【0014】

小型無人航空機10は、ある飛行範囲において飛行軌跡20aで表されるように巡回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源100から送信される電波(信号)を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機15aは、小型無人航空機10の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡21aは飛行軌跡20aの地表面への射影を示す。小型無人航空機10はこのとき地点Pを中心として巡回飛行を行っている。

【0015】

続いて、小型無人航空機10は、別の飛行範囲40に移動し、そこで飛行軌跡20bで表されるように巡回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源100から送信される電波(信号)を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機15bは、飛行範囲40での小型無人航空機10の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡21bは飛行軌跡20bの地表面への射影を示す。小型無人航空機10はこのとき地点Qを中心として巡回飛行を行っている。なお、点線101は信号源100の地表面への射影を示す。

【0016】

図2は、小型無人航空機10の一実施形態のブロック図を示す。同図において、小型無線航空機10は、単一の指向性アンテナ11と、単一の受信装置12と、機体の座標及び方位取得装置13と、演算装置14とを搭載している。指向性アンテナ11は、小型で単純な構成であり、その重量は数十g程度である。受信装置12は、指向性アンテナ11で

10

20

30

40

50

受信された信号に対して所定の受信信号処理を行って、受信信号強度を得る。この受信装置 12 の重量は数十 g 程度である。

【0017】

また、機体の座標及び方位取得装置 13 は、周知の全地球測位システム (GPS: Global Positioning System) を構成する人工衛星からの GPS 信号を受信処理して、現在の小型無人航空機 10 の機体中心 (厳密には指向性アンテナ 11 の受信点) の緯度及び経度を示す座標を取得する GPS 受信部と、機首の向きである方位を取得するジャイロ装置又は磁気方位センサとからなる。

【0018】

演算装置 14 は、機体の座標及び方位取得装置 13 からの機体の座標及び方位と、受信装置 12 からの受信信号強度とに基づいて、受信信号強度が最も強かった時の機体の座標と方位とから信号源 100 の座標を算出する。機体の座標及び方位取得装置 13 や演算装置 14 は、指向性アンテナ 11 や受信装置 12 と同様に軽量である。これにより、翼長 1 m ~ 2 m 程度、機体重量数 kg、ペイロード数百 g 程度の小型無人航空機 10 でも、指向性アンテナ 11、受信装置 12、機体の座標及び方位取得装置 13 及び演算装置 14 を搭載することができる。

【0019】

次に、本実施形態の動作について説明する。

【0020】

いま、小型無人航空機 10 が図 1 に飛行軌跡 20 a で示すように、或る地点 P を中心とした飛行範囲内を旋回飛行する。このとき、指向性アンテナ 11 で受信された信号源 100 からの信号に対して受信装置 12 が所定の受信処理を行い受信信号強度  $A_i$  ( $i$  は時系列番号で  $1 \sim n$ ; 以下同様) を順次出力する。また、このとき、機体の座標及び方位取得装置 13 は、その GPS 受信部で逐次取得した現在の小型無人航空機 10 の機体中心 (厳密には指向性アンテナ 11 の受信点) の緯度  $\theta_i$  及び経度  $\mu_i$  を示す座標と、そのジャイロ装置又は磁気方位センサで逐次取得した現在の機首の向きである方位  $\phi_i$  とを順次出力する。

【0021】

演算装置 14 は、これらを記録してテーブルを作成する。続いて、演算装置 14 は、このテーブルを検索し、最も強い受信信号強度のときの機体の座標と方位を求める。このときの小型無人航空機 10 の機体の緯度を  $\theta_p$ 、経度を  $\mu_p$ 、方位を  $\phi_p$  とする。

【0022】

続いて、小型無人航空機 10 が信号探索する位置を変え (別の飛行範囲 40 に移動し)、飛行軌跡 20 b で示すように、或る地点 Q を中心とした旋回飛行をする。このとき、指向性アンテナ 11 で受信された信号源 100 からの信号に対して受信装置 12 が所定の受信処理を行い受信信号強度  $A_i$  を順次出力する。また、このとき、機体の座標及び方位取得装置 13 は、その GPS 受信部で逐次取得した現在の小型無人航空機 10 の機体中心 (厳密には指向性アンテナ 11 の受信点) の緯度  $\theta_i$  及び経度  $\mu_i$  を示す座標と、そのジャイロ装置又は磁気方位センサで逐次取得した現在の機首の向きである方位  $\phi_i$  とを順次出力する。

【0023】

演算装置 14 は、これらを記録して上記と同様にテーブルを作成する。続いて、演算装置 14 は、このテーブルを検索し、最も強い受信信号強度のときの機体の座標と方位を求める。このときの小型無人航空機 10 の機体の緯度を  $\theta_q$ 、経度を  $\mu_q$ 、方位を  $\phi_q$  とする。

【0024】

次に、演算装置 14 は、上記の各データから、三角測量を応用して信号源 100 の座標を以下のようにして求める。すなわち、演算装置 14 は、まず、地点 P と地点 Q のそれぞれの緯度、経度を次式でベクトル座標に変換する。

【0025】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} \cos\lambda \cos\mu \\ \cos\lambda \sin\mu \\ \sin\lambda \end{pmatrix} \quad (1)$$

続いて、演算装置 14 は、地点 P と地点 Q のそれぞれについて、北を指すベクトルを (2) 式で、東を指すベクトルを (3) 式でそれぞれ計算する。ただし、(2) 式及び (3) 式において  $\times$  は外積を示す。

【0026】

【数 2】

10

$$\vec{n} = \vec{v} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \times \vec{v} / \left| \vec{v} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \times \vec{v} \right| \quad (2)$$

$$\vec{e} = \vec{n} \times \vec{v} / (\vec{n} \times \vec{v}) \quad (3)$$

続いて、演算装置 14 は、地点 P と地点 Q のそれぞれについて、機体の方位を表すベクトルを次式により計算する。

【0027】

【数 3】

20

$$\vec{f} = \vec{n} \cos\psi + \vec{e} \sin\psi \quad (4)$$

続いて、演算装置 14 は、信号源 100 の座標を表すベクトルを次式により求める。

【0028】

【数 4】

$$\vec{s} = (\vec{v}_p + k\vec{f}_p) / |\vec{v}_p + k\vec{f}_p| \quad (5)$$

ただし、上式中の  $k$  は次の方程式の解である。

30

$$\vec{v}_p + k\vec{f}_p = \vec{v}_q + k\vec{f}_q \quad (6)$$

ただし、上式中、 $\vec{v}_p$ 、 $\vec{v}_q$  はそれぞれ地点 P、Q における緯度、経度のベクトル

座標、 $\vec{f}_p$ 、 $\vec{f}_q$  はそれぞれ地点 P、Q における機体の方位を示す。

そして、演算装置 14 は、信号源 100 の座標 (緯度  $s$  及び経度  $\mu s$ ) を上記の信号源 100 の座標を表すベクトルを用いて次式により計算して、信号源 100 の位置を特定する。

40

【0029】

【数 5】

$$\vec{s} = \begin{pmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{pmatrix} \quad \text{として、}$$

$$\lambda s = \sin^{-1} s_z \quad (7)$$

$$\mu s = \tan^{-1} \frac{s_y}{s_x} \quad (8)$$

このように、本実施形態によれば、アレーアンテナを使用せず、軽量小型な指向性アンテナ 11 を用いて機体の方位を変えることにより、探索のための装置を小型、軽量、低消費電力の構成とすることができ、これにより小型無人航空機 10 に搭載して信号源 100 を探索し、信号源 100 の座標を特定することができる。

【0030】

なお、図 1 の実施形態では、小型無人航空機 10 を異なる 2 つの地点を中心とする飛行範囲（信号探索する位置）でそれぞれ巡回飛行して得た 2 つの機体の座標と方位とに基づいて、信号源 100 を探索したが、小型無人航空機 10 を異なる 3 以上の地点を中心とする飛行範囲（信号探索する位置）でそれぞれ巡回飛行し、それぞれの位置で機体の座標と方位とを記録し、それらに基づいて信号源 100 を探索するようにしてもよい。

【0031】

図 3 は、第 1 の実施形態の変形例の信号源探索システムの構成を示す。同図中、図 1 と同一部分には同一符号を付してある。図 3 において、小型無人航空機 10 は飛行範囲 40 とは更に別の飛行範囲 50 に移動し、そこで飛行軌跡 20n で表されるように巡回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源 100 から送信される電波（信号）を受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機 15n は、飛行範囲 50 での小型無人航空機 10 の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡 21n は飛行軌跡 20n の地表面への射影を示す。この場合は、信号源 100 の座標特定精度を図 1 の場合よりも向上させることができる。

【0032】

(第 2 の実施形態)

図 4 は、本発明になる信号源探索システムの第 2 の実施形態の構成図を示す。同図において、本実施形態の信号源探索システム 2 は、互いに異なる飛行範囲を同時に巡回飛行しながら機体の座標と方位を検出すると共に、位置が不明な信号源 100 から送信される電波（信号）を受信する 2 機の小型無人航空機 60 及び 70 により構成される。

【0033】

小型無人航空機 60 及び 70 は、それぞれ図 2 に示したブロック図の小型無人航空機 10 の構成に、演算装置 14 で得られたデータの送受信部を更に有する。なお、小型無人航空機 60 及び 70 は、自律飛行能力を持つが、遠隔操作により飛行する構成としてもよい。

【0034】

小型無人航空機 60 は、ある飛行範囲において飛行軌跡 61 で表されるように巡回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源 100 から送信される電波（信号）を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機 62 は、小型無人航空機 60 の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡 63 は飛行軌跡 61 の地表面への射影を示す。

【0035】

また、小型無人航空機 60 の巡回飛行に並行して、小型無人航空機 70 は、別の飛行範囲において飛行軌跡 71 で表されるように巡回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源 100 から送信される電波（信号）を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機 72 は、小型無人航空機 70 の地表面への射影を

10

20

30

40

50



示し、また、点線で示した軌跡 7 3 は飛行軌跡 7 1 の地表面への射影を示す。

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、小型無人航空機 6 0 (又は 7 0) が旋回飛行しているときに指向性アンテナにより受信する、信号源 1 0 0 からの信号の最も強い受信信号強度のときの機体の第 1 の座標と第 1 の方位を求め、それらをもう一方の小型無人航空機 7 0 (又は 6 0) へ図 4 に 8 0 で示すようにデータ送信する。小型無人航空機 7 0 (又は 6 0) は、小型無人航空機 6 0 (又は 7 0) からデータ送信された機体の第 1 の座標と第 1 の方位を受信してそれらを記録する。

【 0 0 3 7 】

また、小型無人航空機 7 0 (又は 6 0) は、自身が旋回飛行しているときに指向性アンテナにより受信する、信号源 1 0 0 からの信号の最も強い受信信号強度のときの機体の第 2 の座標と第 2 の方位を求める。そして、小型無人航空機 7 0 (又は 6 0) の演算装置は、これら機体の第 2 の座標と第 2 の方位と、記録しておいた上記の第 1 の座標と第 1 の方位とを用いて、第 1 の実施形態で説明した演算方法と同様の演算方法を行い、信号源 1 0 0 の位置 (座標) を特定する。

10

【 0 0 3 8 】

本実施形態によれば、第 1 の実施形態のように、1 機の小型無人航空機 1 0 で信号源 1 0 0 の位置 (座標) を特定する場合に比べて、より短時間で信号源 1 0 0 の位置 (座標) を特定することができる。

【 0 0 3 9 】

(第 3 の実施形態)

図 5 は、本発明になる信号源探索システムの第 3 の実施形態の構成図を示す。図 5 において、本実施形態の信号源探索システム 3 は、互いに異なる飛行範囲を同時に旋回飛行をしながら機体の座標と方位を検出すると共に、位置が不明な信号源 1 0 0 から送信される電波 (信号) を指向性アンテナを用いて受信する 2 機の小型無人航空機 1 1 0 及び 1 2 0 と、機外の演算装置 1 3 0 とにより構成される。

20

【 0 0 4 0 】

小型無人航空機 1 1 0 及び 1 2 0 は、それぞれ図 2 に示したブロック図の小型無人航空機 1 0 の構成のうち、演算装置 1 4 の替りに受信装置 1 2 と機体の座標及び方位取得装置 1 3 でそれぞれ得られたデータの送受信部を有する構成である。なお、小型無人航空機 1 1 0 及び 1 2 0 は、自律飛行能力を持つが、遠隔操作により飛行する構成としてもよい。

30

【 0 0 4 1 】

小型無人航空機 1 1 0 は、ある飛行範囲において飛行軌跡 1 1 1 で表されるように旋回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源 1 0 0 から送信される電波 (信号) を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機 1 1 2 は、小型無人航空機 1 1 0 の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡 1 1 3 は飛行軌跡 1 1 1 の地表面への射影を示す。

【 0 0 4 2 】

また、小型無人航空機 1 1 0 の旋回飛行に並行して、小型無人航空機 1 2 0 は、別の飛行範囲において飛行軌跡 1 2 1 で表されるように旋回飛行することで、機体の座標と方位を検出すると共に、信号源 1 0 0 から送信される電波 (信号) を指向性アンテナにより受信する。ここで、点線で示した小型無人航空機 1 2 2 は、小型無人航空機 1 2 0 の地表面への射影を示し、また、点線で示した軌跡 1 2 3 は飛行軌跡 1 2 1 の地表面への射影を示す。

40

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、小型無人航空機 1 1 0 及び 1 2 0 がそれぞれ旋回飛行しているときに受信した信号源 1 0 0 からの信号の受信信号強度のデータと、取得した機体の座標と方位のデータとを、図 5 に 9 1、9 2 で示すように、機外の演算装置 1 3 0 へデータ送信する。

【 0 0 4 4 】

50

機外の演算装置 130 は、小型無人航空機 110 から受信したデータのうち、最も強い受信信号強度のときの機体の第 1 の座標及び第 1 の方位と、小型無人航空機 120 から受信したデータのうち、最も強い受信信号強度のときの機体の第 2 の座標及び第 2 の方位とを用いて、第 1 の実施形態で説明した演算方法と同様の演算方法を行い、信号源 100 の位置（座標）を特定する。

【0045】

本実施形態によれば、第 1 の実施形態のように、1 機の小型無人航空機 10 で信号源 100 の位置（座標）を特定する場合に比べて、より短時間で信号源 100 の位置（座標）を特定することができる。

【0046】

第 2 及び第 3 の実施形態によれば、自律飛行能力を持つ複数の小型無人航空機を利用し、探索飛行アルゴリズムを用いることにより、複数の小型無人航空機の協調動作により、能動的に、信号源の探索及び特定を行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

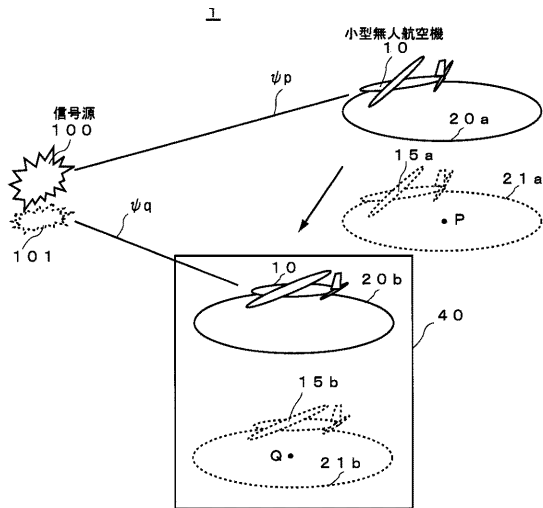
本発明は、小型無人航空機を利用した信号源（電波源）を探索して特定するのに利用できる。特に、装置として小型、軽量が求められる場合に適用できる。無人航空機は、気象条件等の理由により有人航空機の飛行が困難な状況でも飛行できる場合がある。無人航空機による信号源探索は、緊急を要する遭難の場合で、有人航空機が飛行できない場合に、その遭難信号の信号源の特定に有効である。

【符号の説明】

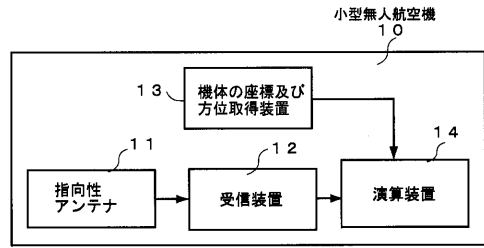
【0048】

- 1、2、3 信号源探索システム
- 10、60、70、110、120 小型無人航空機
- 11 指向性アンテナ
- 12 受信装置
- 13 機体の座標及び方位取得装置
- 14 演算装置
- 100 信号源

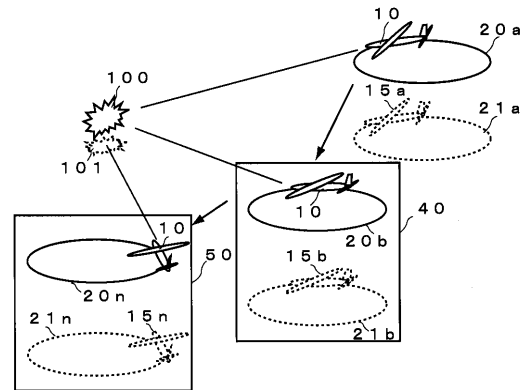
【図1】



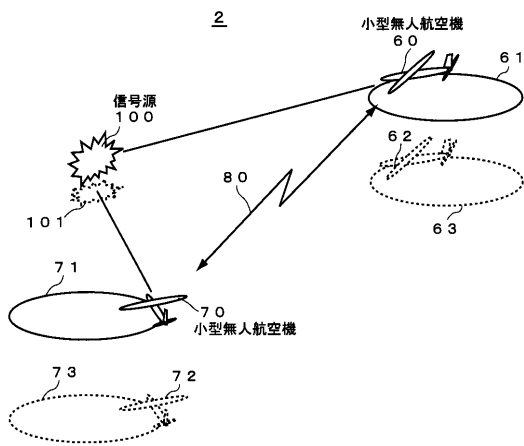
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

