

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6206736号
(P6206736)

(45) 発行日 平成29年10月4日 (2017. 10. 4)

(24) 登録日 平成29年9月15日 (2017. 9. 15)

(51) Int.Cl.		F I	
G 0 8 G	1/00	(2006.01)	G 0 8 G 1/00 J
B 6 4 C	39/02	(2006.01)	B 6 4 C 39/02
B 6 4 C	13/18	(2006.01)	B 6 4 C 13/18 Z
B 6 4 D	47/08	(2006.01)	B 6 4 D 47/08

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-212171 (P2015-212171)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成27年10月28日 (2015. 10. 28)		パナソニック I P マネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-84122 (P2017-84122A)		大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年5月18日 (2017. 5. 18)	(74) 代理人	110001379
審査請求日	平成29年7月14日 (2017. 7. 14)		特許業務法人 大島特許事務所
早期審査対象出願		(72) 発明者	上杉 充
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	大里 剛史
			福岡県福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニックシステムネットワークス株式会社内
		審査官	東 勝之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 飛翔体を用いた観測システムおよび観測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測システムであって、

前記飛翔体の航続距離を超えない距離において配置された複数の観測拠点にそれぞれ待機し、前記観測エリアの状況を観測する観測装置と、その観測装置による観測データを記憶する記憶装置と、前記観測データを別の前記飛翔体に転送する通信装置と、を有する複数の前記飛翔体を備え、

前記飛翔体は、自装置が待機する前記観測拠点から次の前記観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の前記観測拠点に着陸すると、前記記憶装置に記憶された最初の
10
前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行うことを特徴とする観測システム。

【請求項 2】

リレー元の前記飛翔体が前記観測拠点に着陸すると、リレー元の前記飛翔体からリレー先の前記飛翔体への前記観測データの転送を開始し、この観測データの転送が終了すると、リレー先の前記飛翔体が離陸して観測を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の観測システム。

【請求項 3】

前記観測装置は、前記観測エリアを撮影するカメラであり、前記観測データは、前記カメラから出力される撮影データであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の
20

観測システム。

【請求項 4】

さらに、複数の前記観測拠点にそれぞれ設置され、待機中の前記飛翔体に充電用電力を非接触電力伝送により供給する送電装置を備えていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の観測システム。

【請求項 5】

前記通信装置は、無線通信により前記観測データを次の前記飛翔体に転送することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の観測システム。

【請求項 6】

前記飛翔体は、自身が待機する前記観測拠点に、前の前記飛翔体が予定のタイミングで到着しない場合には、前の前記飛翔体の到着を待たずに見切り発進することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の観測システム。

10

【請求項 7】

複数の前記飛翔体は、前記観測エリアの終端に位置する前記観測拠点に前記飛翔体が到着したときに、全ての前記観測区間の観測が終了していない場合には、その観測拠点で折り返して、観測データが欠如している前記観測区間の観測を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の観測システム。

【請求項 8】

複数の前記飛翔体は、前記観測エリアの終端に位置する前記観測拠点に前記飛翔体が到着したときに、その観測拠点が無人である場合には、その観測拠点で折り返して、有人の前記観測拠点に向けて前記データリレーを継続することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の観測システム。

20

【請求項 9】

前記飛翔体は、前記記憶装置に全ての前記観測区間の観測データが記憶された状態で、有人の観測拠点に到着すると、前記データリレーを終了することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の観測システム。

【請求項 10】

前記飛翔体は、前記観測拠点に到着した際に、その観測拠点に待機中の飛翔体が存在せず、かつ、次の前記観測拠点に向けて飛行する必要がある場合には、充電を行った上で、次の前記観測拠点に向けて飛行することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の観測システム。

30

【請求項 11】

観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測方法であって、

前記飛翔体は、自装置が待機する観測拠点から次の観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の観測拠点に着陸すると、自装置に記憶された最初の前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行い、

前記飛翔体間のデータリレーを、全ての前記観測区間において順次繰り返すことで、全ての前記観測区間の観測データを、目的地となる前記観測拠点に送り届けることを特徴とする観測方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、観測エリアの状況を観測する観測システムおよび観測方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

地震などの道路に影響する災害が発生すると、交通規制や復旧などの対策を早急に講じるため、道路に異常がないかの点検を早期に実施する必要があるため、例えば、国道では、震

50

度4以上の地震が発生すると、管轄している道路の点検結果を3時間以内に報告するようになっている。

【0003】

道路の点検では、事務所や出張所などの拠点に滞在する作業者が自動車などを用いて道路を巡回する。しかし、道路が途中で通行不能であると、その先の道路の点検を実施することができない。また、道路や鉄道などの交通インフラに障害が発生して、作業者が拠点に出向くことができない場合があり、この場合、道路の点検そのものを実施することができない。また、通信回線などの通信インフラに障害が発生した場合には、拠点間で道路の点検結果を伝えることができないため、管轄している道路の全体の点検結果を報告することができない。

10

【0004】

そこで、作業者が自動車などを用いて道路を巡回する代わりに、ドローンなどの飛翔体を用いて道路の状況を観測することが考えられ、このような飛翔体を用いて観測を行う技術として、従来、予め設定された飛行ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、その飛翔体に搭載されたカメラで撮影を行い、撮影データをメモリに記憶させる技術が知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-148532号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

さて、飛翔体を用いて観測する場合、電動モータで飛行する飛翔体を用いることが簡便であるが、電池の容量の問題から航続距離が制限されるため、観測エリアが広域である場合には、1機の飛翔体で観測エリア全体を観測することが困難な場合がある。このような場合、航続距離を超えない範囲を1機の飛翔体の観測区間として、その観測区間において設置された観測拠点に作業者が滞在して、逐一、飛翔体を飛行させる必要がある。

【0007】

したがって、飛翔体を用いて観測する方法では、道路が途中で通行不能である場合でも道路の全体を点検することができる点で効果が得られるものの、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合には、観測区間の観測ができず、また、通信インフラに障害が発生した場合には、全ての観測区間の観測結果を1箇所に集約することができないという問題が依然として残る。

30

【0008】

本発明は、このような従来技術の問題点を解消するべく案出されたものであり、その主な目的は、飛翔体の航続距離より広域な観測エリアの観測を行うことができ、さらに、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合や、通信インフラに障害が発生した場合でも、全ての観測区間の観測データを作業者が取得して、観測エリア全体の分析を行うことができるように構成された飛翔体を用いた観測システムおよび観測方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の観測システムは、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測システムであって、前記飛翔体の航続距離を超えない距離において配置された複数の観測拠点にそれぞれ待機し、前記観測エリアの状況を観測する観測装置と、その観測装置による観測データを記憶する記憶装置と、前記観測データを別の前記飛翔体に転送する通信装置と、を有する複数の前記飛翔体を備え、前記飛翔体は、自装置が待機する前記観測拠点から次の前記観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の前記観測拠点に着陸すると、前記記憶装置に記憶された

50

最初の前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行う構成とする。

【0010】

また、本発明の観測方法は、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測方法であって、前記飛翔体は、自装置が待機する観測拠点から次の観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の観測拠点に着陸すると、自装置に記憶された最初の前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行い、前記飛翔体間のデータリレーを、全ての前記観測区間において順次繰り返すことで、全ての前記観測区間の観測データを、目的地となる前記観測拠点に送り届ける構成とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、複数の観測拠点にそれぞれ待機する複数の飛翔体が、観測エリアを分担して観測するため、飛翔体の航続距離より広域な観測エリアの観測を効率よく行うことができる。そして、データリレーが最初の飛翔体から最後の飛翔体まで順次繰り返されることで、最後の飛翔体の記憶装置には全ての観測区間の観測データが記憶された状態となる。これにより、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合や、通信インフラに障害が発生した場合でも、全ての観測区間の観測データを作業者が取得して、観測エリア全体の分析を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0012】

【図1】本実施形態に係るドローン1および拠点装置2を示す説明図

【図2】観測エリア上に設定される観測ルートおよび観測拠点の一例を示す説明図

【図3】ドローン1間で行われるデータリレーを示す説明図

【図4】ドローン1および拠点装置2の概略構成を示すブロック図

【図5】各ドローン1のデータメモリ13に記憶された撮影データの状況を示す説明図

【図6】ドローン1間のデータリレー時の動作手順を示すフロー図

【図7】観測拠点の配置状況に応じたドローン1の飛行ルートの例を示す説明図

【図8】作業者が通常滞在する観測拠点の全てで作業者が不在でない場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図

30

【図9】作業者が通常滞在する観測拠点のいずれかで作業者が不在となった場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図

【図10】作業者が通常滞在する観測拠点のいずれかで作業者が不在となった場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図

【図11】作業者が通常滞在する観測拠点のいずれかで作業者が不在となった場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図

【図12】ドローン1を見切り発進させるときの動作手順を示すフロー図

【図13】ドローン1を見切り発進させるときの動作手順を示すフロー図

【発明を実施するための形態】

【0013】

40

前記課題を解決するためになされた第1の発明は、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測システムであって、前記飛翔体の航続距離を超えない距離において配置された複数の観測拠点にそれぞれ待機し、前記観測エリアの状況を観測する観測装置と、その観測装置による観測データを記憶する記憶装置と、前記観測データを別の前記飛翔体に転送する通信装置と、を有する複数の前記飛翔体を備え、前記飛翔体は、自装置が待機する前記観測拠点から次の前記観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の前記観測拠点に着陸すると、前記記憶装置に記憶された最初の前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行う構成とする。

【0014】

50

これによると、複数の観測拠点にそれぞれ待機する複数の飛翔体が、観測エリアを分担して観測するため、飛翔体の航続距離より広域な観測エリアの観測を効率よく行うことができる。そして、データリレーが最初の飛翔体から最後の飛翔体まで順次繰り返されることで、最後の飛翔体の記憶装置には全ての観測区間の観測データが記憶された状態となる。これにより、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合や、通信インフラに障害が発生した場合でも、全ての観測区間の観測データを作業者が取得して、観測エリア全体の分析を行うことができる。

【0015】

また、第2の発明は、リレー元の前記飛翔体が前記観測拠点に着陸すると、リレー元の前記飛翔体からリレー先の前記飛翔体への前記観測データの転送を開始し、この観測データの転送が終了すると、リレー先の前記飛翔体が離陸して観測を開始する構成とする。

10

【0016】

これによると、データリレーを円滑にかつ迅速に行うことができる。

【0017】

また、第3の発明は、前記観測装置は、前記観測エリアを撮影するカメラであり、前記観測データは、前記カメラから出力される撮影データである構成とする。

【0018】

これによると、観測エリアを撮影した撮影データで観測エリアの状況を分析することができる。

【0019】

20

また、第4の発明は、さらに、複数の前記観測拠点にそれぞれ設置され、待機中の前記飛翔体に充電用電力を非接触電力伝送により供給する送電装置を備えている構成とする。

【0020】

これによると、飛翔体の着陸位置に多少の誤差があっても、飛翔体の電池を充電することができる。

【0021】

また、第5の発明は、前記通信装置は、無線通信により前記観測データを次の前記飛翔体に転送する構成とする。

【0022】

これによると、飛翔体の着陸位置に多少の誤差があっても、撮影データの転送を行うことができる。この場合、高速な近距離無線通信方式を採用することで、飛翔体間での観測データの転送を速やかに行うことができる。

30

【0023】

また、第6の発明は、前記飛翔体は、自身が待機する前記観測拠点に、前の前記飛翔体が予定のタイミングで到着しない場合には、前の前記飛翔体の到着を待たずに見切り発進する構成とする。

【0024】

これによると、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができないために、作業者が観測開始指示を出すことができない場合でも、観測を開始することができる。この場合、観測開始時点である災害発生時点から所定の待ち時間が経過した時点を用意のタイミングとし、待ち時間が過ぎても、前の飛翔体が到着しない場合に、見切り発進するようにするとよい。

40

【0025】

また、第7の発明は、複数の前記飛翔体は、前記観測エリアの終端に位置する前記観測拠点に前記飛翔体が到着したときに、全ての前記観測区間の観測が終了していない場合には、その観測拠点で折り返して、観測データが欠如している前記観測区間の観測を行う構成とする。

【0026】

これによると、全ての観測区間の観測データを目的地となる観測拠点に確実に送り届けることができる。

50

【0027】

また、第8の発明は、複数の前記飛翔体は、前記観測エリアの終端に位置する前記観測拠点に前記飛翔体が到着したときに、その観測拠点が無人である場合には、その観測拠点で折り返して、有人の前記観測拠点に向けて前記データリレーを継続する構成とする。

【0028】

これによると、全ての観測区間の観測データを有人の観測拠点に確実に送り届けることができる。

【0029】

また、第9の発明は、前記飛翔体は、前記記憶装置に全ての前記観測区間の観測データが記憶された状態で、有人の観測拠点に到着すると、前記データリレーを終了する構成とする。

10

【0030】

これによると、飛翔体が無駄な飛行を行うことを避けることができる。

【0031】

また、第10の発明は、前記飛翔体は、前記観測拠点に到着した際に、その観測拠点に待機中の飛翔体が存在せず、かつ、次の前記観測拠点に向けて飛行する必要がある場合には、充電を行った上で、次の前記観測拠点に向けて飛行する構成とする。

【0032】

これによると、全ての観測区間の観測データを目的地となる観測拠点に確実に送り届けることができる。ここで、次の観測拠点に向けて飛行する必要がある場合とは、例えば、一部の観測区間の観測が未了である場合や、到着した観測拠点が無人である場合である。

20

【0033】

また、第11の発明は、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、前記観測エリアの状況を観測する観測方法であって、前記飛翔体は、自装置が待機する観測拠点から次の観測拠点までの観測区間を飛行して観測を行い、次の観測拠点に着陸すると、自装置に記憶された最初の前記観測区間以降の全ての観測データを、その観測拠点で待機する次の前記飛翔体に転送するデータリレーを行い、前記飛翔体間のデータリレーを、全ての前記観測区間において順次繰り返すことで、全ての前記観測区間の観測データを、目的地となる前記観測拠点に送り届ける構成とする。

【0034】

30

これによると、第1の発明と同様に、飛翔体の航続距離より広域な観測エリアの観測を行うことができ、さらに、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合や、通信インフラに障害が発生した場合でも、全ての観測区間の観測データを作業者が取得して、観測エリア全体の分析を行うことができる。

【0035】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0036】

図1は、本実施形態に係るドローン1および拠点装置2を示す説明図である。

【0037】

この観測システムは、例えば国道事務所などの道路管理者が、災害発生時に管轄する道路の状況を点検する用途などに用いられるものであり、ドローン（飛翔体）1と、拠点装置2と、PC（設定装置）3と、を備えている。

40

【0038】

ドローン1は、観測対象エリア上に予め設定された観測ルートに沿って自律飛行して、観測対象エリアの状況を上空から観測するものであり、ドローン1の航続距離、すなわちドローン1が連続飛行可能な距離において観測ルートに沿って配置された複数の観測拠点にそれぞれ配備されている。本実施形態では、ドローン1が、カメラ（観測装置）4を備えており、カメラ4により観測エリアが撮影される。

【0039】

拠点装置2は、各観測拠点に設置される。観測拠点は、国道事務所の出張所、市役所な

50

どの庁舎、駅舎、ビルなど、観測ルート近傍に存在する適宜な建造物などに設けられる。拠点装置 2 では、電動で飛行するドローン 1 の充電や、ドローン 1 のカメラ 4 による撮影データ（観測データ）の記憶などが行われる。

【0040】

拠点装置 2 では、平時に少なくとも 1 機のドローン 1 が充電完了状態で待機し、災害発生時などの有事には、観測を開始する観測拠点に待機しているドローン 1 が離陸して次の観測拠点との間の観測区間の観測を行う。また、中間の観測拠点では、前の観測拠点から飛来したドローン 1 が着陸し、観測拠点に待機しているリレー先のドローン 1 との間で撮影データを転送するデータリレーを行い、その後、リレー先のドローン 1 が離陸して次の観測拠点との間の観測区間の観測を行う。また、リレー元のドローン 1 は、拠点装置 2 に

10

【0041】

PC 3 は、ドローン 1 および拠点装置 2 に関する各種の設定作業などを作業者が行うものである。例えば、ドローン 1 の飛行ルートが PC 3 を用いて設定される。また、PC 3 では、ドローン 1 から拠点装置 2 を介して取得した撮影データを画面表示させて、作業者が観測エリアの状況を確認する。

【0042】

次に、観測エリア上に設定される観測ルートおよび観測拠点について説明する。図 2 は、観測エリア上に設定される観測ルートおよび観測拠点の一例を示す説明図である。

【0043】

20

図 2 に示す例では、観測エリアを所定の範囲の道路としており、道路に沿った観測ルートの近傍に複数の観測拠点 A～F が設置されている。この観測拠点 A～F は、ドローン 1 の航続距離（例えば数 km）を超えない距離をおいて設置されており、観測拠点に待機する 1 機のドローン 1 が、隣り合う 2 つの観測拠点 A～F の間の観測区間 AB, BC, CD, DE, EF を担当し、その観測区間 AB, BC, CD, DE, EF を飛行して撮影を行う。

【0044】

なお、災害発生時などの有事には、早期に観測エリア全体の観測結果を取得する必要がある。例えば、災害発生時の道路点検では、対象となる道路の全区間における異常の有無を早期（例えば国道の場合には 3 時間以内）に把握する必要がある。このため、観測エリアが極めて広い場合、例えば 100 km を超える場合には、観測エリアを適切な範囲（例えば数 10 km）で複数のエリアに分割して、その分割エリアで並行して各々複数のドローンによる観測を行うようにするとよい。

30

【0045】

次に、ドローン 1 間で行われるデータリレーについて説明する。図 3 は、ドローン 1 間で行われるデータリレーを示す説明図である。なお、本実施形態では、説明の便宜上、観測拠点 A～F に待機しているドローン 1 をそれぞれ適宜にドローン A～F として説明する。なお、最終拠点である観測拠点 F にはドローン F を待機させないようにしてもよい。

【0046】

災害発生時などの有事には、観測拠点 A に滞在する作業者が PC 3 を操作して観測開始指示を出す。この観測開始指示に応じて、観測拠点 A に待機している最初のドローン A が飛び立って観測区間 AB の観測を行う。ドローン A が観測拠点 B に到着すると、観測拠点 B に待機しているドローン B が飛び立って観測区間 BC の観測を行う。以降、ドローン B～E が、観測区間 BC, CD, DE, EF の観測を順次行う。

40

【0047】

このとき、中継地点となる観測拠点 B～E においては、ドローン A～D において自装置に記憶された観測開始以降の全ての観測データを次のドローン B～E に転送するデータリレーが行われる。このため、観測拠点 F に到着した最後のドローン E には、全ての観測区間 AB～EF の撮影データが記憶されている。これにより、観測拠点 F に滞在する作業者が PC 3 を操作して、ドローン E に記憶されている撮影データを、拠点装置 2 を介して P

50

C 3に取り込むことで、全ての観測区間 A B, E F の撮影データを画面表示させて、作業者が観測エリア全体の状況を確認することができる。

【0048】

次に、ドローン 1 および拠点装置 2 の概略構成について説明する。図 4 は、ドローン 1 および拠点装置 2 の概略構成を示すブロック図である。

【0049】

ドローン 1 は、カメラ搭載型のマルチコプターであり、ロータ駆動ユニット 11 と、測位ユニット 12 と、カメラ 4 と、データメモリ 13 と、無線通信ユニット 14 と、電源ユニット 15 と、プロセッサ 16 と、不揮発メモリ 17 と、を備えている。

【0050】

ロータ駆動ユニット 11 には、ロータ（回転翼）を駆動するモータや、モータの駆動を制御する制御回路などで構成される。モータは、電源ユニット 15 から供給される電力により駆動する。

【0051】

データメモリ 13 は、カメラ 4 による撮影データ（観測データ）を記憶するものであり、メモリカードなどで構成される。

【0052】

無線通信ユニット 14 は、他のドローン 1 との間で撮影データおよび制御情報の送受信を行い、また、拠点装置 2 との間で撮影データおよび制御情報の送受信を行うものであり、他のドローン 1 や拠点装置 2 との間で信号を送受信するアンテナや信号処理回路などで構成される。この無線通信ユニット 14 には、WiGig（Wireless Gigabit、登録商標）あるいは IEEE 802.11ac（登録商標）などの高速近距離無線通信方式を用いるとよく、これにより、大容量の撮影データの転送を短時間で実施することができるため、観測エリア全体の観測時間を短縮することができる。

【0053】

測位ユニット 12 は、GPS（Global Positioning System）、準天頂衛星を利用した QZSS（Quasi-Zenith Satellite System）などの衛星測位システムにより、ドローン 1 の位置情報を取得するものであり、衛星の信号を受信するアンテナや信号処理回路などで構成される。

【0054】

ここで、GPS による測位および準天頂衛星を利用した測位のいずれか一方のみでもよいが、双方の測位を実施して、双方の測位結果に基づいて位置情報を取得するようにすると、測位精度を向上させることができる。また、観測拠点に着陸する際には、観測拠点に待機中のドローンの近傍に着陸する必要があるため、測位に高い精度が要求されるため、準天頂衛星を利用した測位を行うとよい。このとき、マップマッチングやジャイロセンサによる補正など、衛星測位以外の処理や情報を併用することによって測位精度を向上させることも出来る。

【0055】

電源ユニット 15 は、電池 31 と、拠点装置 2 との間で非接触電力伝送を行うための受電コイルおよびその制御回路などで構成される受電部（受電装置）32 と、非接触電力伝送による電力で電池 31 を充電する充電部 33 とを備えている。電池 31 の充電は、ドローンが観測拠点に待機している間に行われる。

【0056】

ここで、準天頂衛星を利用した測位では、1 m～3 m 程度の精度が容易に得られるため、着陸位置の精度も 1 m～3 m 程度となるが、これでは、電極を備えたクレードルに合体させることは難しい。このため、本実施形態では非接触電力伝送を用いる。また、着陸エリアの全体で均一な電力伝送を行うことは難しいため、指向性制御などにより自動で適切な電力伝送を行うことができる方式を採用するとよい。

【0057】

不揮発メモリ 17 は、プロセッサ 16 で実行される制御用プログラムや、飛行ルートな

10

20

30

40

50

どに関する制御情報などを記憶する。

【0058】

プロセッサ16は、不揮発メモリ17から読み出した制御用プログラムを実行することで、飛行制御、撮影制御、データリレー制御などを行う。

【0059】

飛行制御では、不揮発メモリ17から取得した飛行ルート、および測位ユニットから取得した位置情報に基づいて、所定の飛行ルートに沿って所要の速度および高度でドローン1が飛行するように、ロータ駆動ユニット11における各ロータの回転数などに関する制御が行われる。

【0060】

撮影制御では、カメラ4における撮影の開始および停止や、撮影モード（静止画または動画）の切り替えなどに関する制御が行われる。データリレー制御では、観測拠点への着陸、他のドローンとの間での撮影データの転送、観測拠点からの離陸などに関する制御が行われる。

【0061】

拠点装置2は、送電ユニット（送電装置）21と、無線通信ユニット22と、データメモリ23と、インタフェイス（I/F）24と、プロセッサ25と、不揮発メモリ26と、を備えている。

【0062】

送電ユニット21は、ドローン1との間で非接触電力伝送を行うための送電コイルや、その制御回路などで構成される。この送電ユニット21には商用電源の電力が供給される。

【0063】

無線通信ユニット22は、ドローン1との間で撮影データおよび制御情報の送受信を行うものであり、ドローン1との間で信号を送受信するアンテナや信号処理回路などで構成される。

【0064】

データメモリ23は、無線通信ユニット22によりドローン1から受信した撮影データを記憶するものであり、メモリカードなどで構成される。

【0065】

不揮発メモリ17は、プロセッサ25で実行される制御用プログラムや、飛行ルートなどに関する制御情報などを記憶する。

【0066】

プロセッサ25は、不揮発メモリ17から読み出した制御用プログラムを実行することで、送電ユニット21および無線通信ユニット22や、ドローン1などの制御を行う。

【0067】

インタフェイス24は、PC3との間でデータのやり取りを行うものであり、本実施形態では、インタフェイス24を介して、データメモリ23に記憶された撮影データがPC3に転送され、PC3で撮影データを画面表示させることができる。なお、データメモリ23を構成するメモリカードを、拠点装置2から取り外してPC3のメモリスロットに挿入するようにしてもよい。

【0068】

また、PC3では、ドローン1に関する各種の設定を行い、拠点装置2を介してドローン1の制御情報を適宜に変更することができる。このとき、PC3で入力された情報が、インタフェイス24および無線通信ユニット22を介して、ドローン1に送信される。ドローン1では、拠点装置2から受信した情報に基づいて、不揮発メモリ17の制御情報が書き換えられる。

【0069】

これにより、各ドローンの飛行ルートや最終目的地となる観測拠点を適宜に変更したり、観測拠点に滞在する作業者の有無をドローンに通知したりすることができる。この場合

10

20

30

40

50

、例えば、観測を開始する観測拠点において、作業者がPC3を操作して、飛行ルートや観測拠点に関する情報を入力して、この情報を制御情報として最初のドローン1に記憶させ、データリレーの際に、撮影データとともに制御情報を次のドローン1に順次転送する。これにより、作業者が入力した情報を全てのドローン1に通知することができ、各ドローン1の飛行を制御して、状況に応じた適切な観測をドローン1に実施させることができ、効率のよい観測を行うことができる。

【0070】

ところで、本実施形態では、ETWS（地震および津波の警報配信システム：Earthquake and Tsunami Warning System）などの緊急速報配信システム5から送信される災害発生の緊急速報に応じて観測を開始する。

10

【0071】

すなわち、拠点装置2において、緊急速報配信システム5からの緊急速報を受信すると、観測開始の報知（アラートの出力）が行われ、これに応じて作業者が拠点装置2で観測開始を指示する操作を行うと、観測開始指示がドローン1に送信され、この観測開始指示に応じてドローン1が離陸して観測を開始する。

【0072】

また、緊急速報配信システム5からの緊急速報を拠点装置2が受信すると、作業者の操作を介さずに、拠点装置2からドローン1に観測開始指示が送信されるようにしてもよい。また、緊急速報配信システム5からの緊急速報をドローン1自身が受信して観測を開始するようにしてもよい。

20

【0073】

なお、本実施形態では、緊急速報配信システム5からの緊急速報により災害の発生を検知するようにしたが、拠点装置2に震度計を設けて地震を検知するようにしてもよい。その他、観測のトリガになるような情報であれば、どのような情報でも利用可能である。

【0074】

次に、各ドローン1のデータメモリ13に記憶された撮影データの状況について説明する。図5は、各ドローン1のデータメモリ13に記憶された撮影データの状況を示す説明図である。

【0075】

ドローン1では、観測区間を飛行しながらカメラ4で撮影を行うことで、データメモリ13に撮影データが記憶される。そして、ドローン1が観測区間の観測を終了して次の観測拠点に到着すると、ドローン1のデータメモリ13に記憶されている撮影データを、その観測拠点で待機しているドローン1に転送（コピー）するデータリレーが行われる。この2つのドローン間でのデータリレーは、ドローン1が次の観測拠点に到着するたびに繰り返される。

30

【0076】

このとき、リレー元のドローン1のデータメモリ13に記憶された観測開始以降の全ての撮影データがリレー先のドローン1に転送される。すなわち、リレー元のドローン1自身が担当した観測区間の撮影データの他に、それ以前のドローン1が担当した観測区間の撮影データも同時にリレー先のドローン1に転送される。

40

【0077】

これにより、目的地となる観測拠点に到着した最後のドローン1のデータメモリ13には、全ての観測区間の撮影データが記憶された状態となっており、この全ての観測区間の撮影データを拠点装置2に転送し、さらに、PC3に転送して画面表示させることで、作業者が全ての観測区間の状況を確認することができる。

【0078】

また、ドローン1のデータメモリ13に記憶されている撮影データの拠点装置2への転送（コピー）は、途中の観測拠点でも行われる。これにより、ドローン1が失踪することによる観測途中での撮影データの消失を防ぐことができる。

【0079】

50

このように本実施形態では、ドローン1間のデータリレーを、最初のドローン1から最後のドローン1まで順次繰り返すことで、全ての観測区間の観測データを、目的地となる観測拠点に送り届けることができる。

【0080】

なお、本実施形態では、全ての観測区間の観測が終了しても、全ての観測区間の撮影データを保持したドローン1（図5の場合はドローンE）が、目的地となる観測拠点に到着していなければ、ドローン1間のデータリレーを継続して、全ての観測区間の撮影データを目的地となる観測拠点に送り届ける必要があり、このとき、ドローン1が保持する全ての観測区間の撮影データをそのまま次のドローンに転送する。

【0081】

次に、ドローン1間のデータリレー時の動作について説明する。図6は、ドローン1間のデータリレー時の動作手順を示すフロー図である。

【0082】

観測を開始する観測拠点に配備された最初（リレー元）のドローン1では、スイッチをオンとして起動させると、待機状態となり（ST101）、作業者が拠点装置2で観測開始を指示する操作を行うのに応じて拠点装置2から送信される観測開始指示を受信すると（ST102でYes）、観測拠点から離陸して観測を開始する（ST103）。

【0083】

次に、リレー元のドローン1では、位置情報に基づいて次の観測拠点に着陸したことを検知すると（ST104でYes）、リレー先のドローン1に到着通知を送信する（ST105）。ついで、拠点装置2に撮影データを転送する（ST106）。また、リレー先のドローン1からの応答を受信すると（ST107でYes）、撮影データの転送を開始し（ST108）、撮影データの転送が終了すると（ST109でYes）、リレー先のドローン1に転送終了通知を送信する（ST110）。

【0084】

次に、リレー元のドローン1では、充電を開始し（ST111）、充電が完了すると（ST112でYes）、待機状態となる（ST113）。このように、リレー元のドローン1では、撮影データの転送が終了すると、即座に充電を開始し、次の観測に備える。このため、次のドローン1が到着すると、データリレーの後に、即座に離陸して飛行を開始することができる。

【0085】

一方、リレー先のドローン1では、スイッチをオンとして起動させると、待機状態となる（ST201）。そして、リレー元のドローン1からの到着通知を受信すると（ST202でYes）、リレー元のドローン1に応答を送信し（ST203）、撮影データの受信を開始する（ST204）。そして、リレー元のドローン1からの転送終了通知を受信すると（ST205でYes）、観測拠点から離陸して次の観測区間の観測を開始する（ST206）。

【0086】

以降、リレー先のドローン1が観測区間の観測を終了して次の観測拠点に着陸すると、リレー元のドローン1として前記と同様の手順でリレー先のドローン1との間でデータリレーが行われ、このドローン1間のデータリレーが順次繰り返される。

【0087】

次に、観測拠点の配置状況に応じたドローン1の飛行ルートについて説明する。図7は、観測拠点の配置状況に応じたドローン1の飛行ルートの例を示す説明図である。

【0088】

本実施形態では、観測拠点A～Fに待機する各ドローン1が、観測拠点A～Fの間の観測区間を飛行して観測を行う。このとき、観測拠点A～Fのうち、作業者が滞在する有人の観測拠点で、作業者が観測開始指示を出すことで観測が開始される。また、有人の観測拠点で作業者が撮影データの分析を行うため、全ての観測区間の観測が終了すると、全ての観測区間の観測データを保持したドローン1が、目的地としての有人の観測拠点に到着

10

20

30

40

50

するように、ドローンの飛行ルートが設定される。

【0089】

図7（A）に示す例では、観測拠点A、Fが有人であり、観測拠点Aで観測を開始し、観測拠点Aから観測拠点Fに向けて一方向に進むデータリレーが行われて、最後のドローン1が観測拠点Fに到着することでデータリレーを終了して、この観測拠点Fに滞在する作業者が撮影データの分析を行う。なお、この場合は、観測拠点Fにはドローン1を待機させておかなくてもよい。

【0090】

図7（B）に示す例では、図7（A）に示す例と同様に、観測拠点A、Fが有人であり、観測拠点Aで観測を開始し、観測拠点Fで観測を終了して、この観測拠点Fに滞在する作業者が撮影データの分析を行うが、観測拠点Cから直接観測拠点Fに向かうルートと、観測拠点Cから観測拠点D、Eを順次経由して観測拠点Fに向かうルートとで、並行してデータリレーが行われる。この場合、観測拠点Cでは、2機のドローン1を待機させておく必要がある。

10

【0091】

図7（C）に示す例では、観測拠点Aのみが有人であり、観測拠点Aから観測を開始し、観測拠点Aから観測拠点B、C、D、E、Fを順次経由して観測拠点Aに戻る、すなわち、観測拠点A～Fを循環するようにドローン1間のデータリレーが行われ、最後のドローン1が観測拠点Aに到着することでデータリレーを終了して、観測拠点Aに滞在する作業者が撮影データの分析を行う。

20

【0092】

図7（D）に示す例では、図7（A）に示す例と同様に、観測拠点Aで観測を開始し、観測拠点Aから観測拠点Fに向けて一方向に進むデータリレーが行われて、観測拠点Fで観測を終了するが、観測拠点Aのみが有人であり、全ての観測区間の撮影データを観測拠点Aに送り届ける必要がある。このため、観測拠点Fで待機していたドローン1が観測拠点Eに引き返して、観測拠点Fから観測拠点Aに向けて逆向きに進むデータリレーが行われ、最後のドローン1が観測拠点Aに到着することでデータリレーを終了して、観測拠点Aに滞在する作業者が撮影データの分析を行う。これにより、ドローン1間のデータリレーが観測拠点A、Fの間を往復する状態となる。このとき、一度観測した区間においては、再度飛行する際にもう一度観測を追加しても良いし、一度観測した区間については観測を省いてもよい。前者は観測精度が向上することができ、後者は消費電力・充電時間・搭載メモリ量・データ転送時間などを縮小することができる。

30

【0093】

図7（E）に示す例では、図7（D）に示す例と同様に、観測拠点Aのみが有人であり、観測拠点Aで観測を開始し、最後のドローン1を観測拠点Aに到着させて、観測拠点Aに滞在する作業者が撮影データの分析を行うが、観測拠点C、Dの間と、観測拠点C、E、Fの間とにおいて、ドローン1間のデータリレーが往復する状態となる。

【0094】

図7（F）に示す例では、図7（E）に示す例と同様に、観測拠点Aのみが有人であり、観測拠点Aで観測を開始し、最後のドローン1を観測拠点Aに到着させて、観測拠点Aに滞在する作業者が撮影データの分析を行うが、観測拠点Cから観測拠点D、E、Fを経由して観測拠点Cに戻る、すなわち、観測拠点C、D、E、Fを循環するようにドローン間のデータリレーが行われる。

40

【0095】

次に、作業者が通常滞在する観測拠点で作業者が不在となった場合のドローン1の飛行状況について説明する。図8は、作業者が通常滞在する観測拠点の全てで作業者が不在でない場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図である。図9、図10、および図11は、作業者が通常滞在する観測拠点のいずれかで作業者が不在となった場合のドローン1の飛行状況の一例を示す説明図である。

【0096】

50

図8に示す例では、観測拠点A、C、Fが、作業者が通常滞在する有人の観測拠点となっており、観測拠点Aに滞在する作業者が災害発生の緊急速報を受けて観測開始指示を出すことで、観測拠点Aから観測を開始し、観測拠点A～Eに待機するドローンA～Eが順次、観測区間A B～E Fの観測を行う。そして、ドローンA～E間でのデータリレーにより全ての観測区間A B～E Fの撮影データを保持したドローンEが観測拠点Fに到着すると、ここでデータリレーを終了して、観測拠点Fに滞在する作業者が撮影データの分析を行う。

【0097】

ここで、道路や鉄道などの交通インフラに障害が発生して、作業者が観測拠点Aに出向くことができないために、観測拠点Aで作業者が不在となると、観測拠点Aで作業者が観測開始指示を出すことができない。また、同様の理由で、観測拠点Fで作業者が不在となると、観測拠点Fで作業者が撮影データの分析を行うことができない。

10

【0098】

そこで、本実施形態では、観測を開始するように予定された観測拠点で作業者が不在となった場合には、観測を開始する観測拠点を変更して、作業者が滞在する別の観測拠点で観測を開始するようにする。

【0099】

ここで、通信インフラに障害が発生していると、観測拠点に作業者が滞在しているか否かを判断することができない。このため、本実施形態では、作業者が滞在する観測拠点において、災害発生の緊急速報の受信などの所定の観測開始タイミングを基準にした予定のタイミングで、リレー元のドローン1が到着しない場合に、データリレーを断念して、その観測拠点から観測を開始する。すなわち、その観測拠点に待機するドローン1を、リレー元のドローン1の到着を待たずに出発させる見切り発進を行う。

20

【0100】

このとき、観測を開始するように予定された観測拠点に待機する最初のドローン1が正常に発進してから、対象となる観測拠点にドローン1が到着するまでに要する所要時間に所定のマージン（例えば1分間）を加えたものを待ち時間として、この待ち時間を観測拠点ごとに設定しておき、待ち時間を過ぎてもリレー元のドローン1が観測拠点に到着しない場合には、観測拠点に待機するドローン1を見切り発進させる。

【0101】

30

また、撮影データの分析を行うように予定された観測拠点で作業者が不在となった場合には、全ての観測区間の撮影データを送り届ける目的地となる観測拠点を変更して、作業者が滞在する別の観測拠点に、全ての観測区間の撮影データを保持したドローンを到着させるようにする。

【0102】

すなわち、全ての観測区間の撮影データを保持したドローンが、撮影データの分析を行うように予定された観測拠点に到着したとき、その観測拠点で作業者が滞在している場合には、その観測拠点でデータリレーを終了する。一方、その観測拠点で作業者が不在である場合には、全ての観測区間の撮影データを送り届ける目的地となる観測拠点を別の有人の観測拠点に変更して、データリレーを継続する。なお、ドローン1は、観測拠点が有人であるか無人であるかの情報を、到着した観測拠点の拠点装置2から取得するようにすればよい。

40

【0103】

図9に示す例は、観測拠点Aで作業者が不在となり、観測拠点Aで作業者が観測開始指示を出すことができない場合である。この場合、災害発生の緊急速報の受信などの所定の観測開始タイミングから待ち時間を過ぎても、ドローンBが観測拠点Cに到着しないため、観測拠点Cの作業者が、観測拠点CからドローンCを見切り発進させる。

【0104】

観測拠点CからドローンCを見切り発進させると、ドローンC、ドローンD、ドローンEが順次、観測区間C D、D E、E Fの観測を行い、ドローンEが最終の観測拠点Fに到

50

着する。このとき、ドローンC、ドローンD、ドローンEの順でデータリレーを行うことで、ドローンEは観測区間CD，DE，EFの撮影データを保持しているが、観測拠点CでドローンCが見切り発進したため、ドローンEは観測区間AB，BCの撮影データを保持していない。

【0105】

そこで、観測拠点Fで折り返して観測区間AB，BCの観測を行う。このとき、ドローンEの撮影データを観測拠点Fに待機するドローンFに転送するデータリレーを行った上で、観測拠点Fから観測拠点Aに向けて、ドローンF、ドローンD、ドローンC、ドローンBの順でデータリレーを行うことで、観測区間CD，DE，EFの撮影データを保持したドローンBが観測拠点Aに到着する。

10

【0106】

そして、ドローンBの撮影データを観測拠点Aに待機するドローンAに転送するデータリレーを行った上で、観測拠点Aから観測拠点Cに向けて、ドローンA、ドローンCの順でデータリレーを行い、このとき、ドローンA、ドローンCが順次、観測区間AB，BCの観測を行う。これにより、全ての観測区間AB～EFの撮影データを保持したドローンCが観測拠点Cに到着し、観測拠点Cにおいて作業者が全ての観測区間AB～EFの撮影データの分析作業を行うことができる。

【0107】

ここで、観測拠点Aで作業者が不在なために観測開始指示を出すことができなかった場合には、観測拠点Dから観測拠点CへドローンCが飛行した際に、観測拠点Cには待機中のドローンが存在しないことから、観測拠点Dから飛来したドローンCを観測拠点Cで充電した上で、ドローンCが続けて観測拠点Bまで飛行する。

20

【0108】

なお、観測拠点Aで作業者がドローンAに観測開始指示を出したものの、例えばドローンBが遅れて観測拠点Cに到着したため、観測拠点CでドローンCが見切り発進した場合には、観測拠点CにドローンBが待機し、観測拠点BにドローンAが待機しているため、このドローンB、ドローンAを順に次の観測拠点まで飛行させればよい。ただし、ドローンCの見切り発進後に、ドローンBが遅れて観測拠点Cに到着した場合は、観測区間AB，BCの撮影データが観測拠点Cに届いているので、折り返しの飛行の際に、ドローンCが観測拠点Dから観測拠点Cに到着した段階で、全ての区間の観測データが揃うため、観測拠点Cで観測を終了してもよい。この場合、観測拠点Cで観測を終了することで早く分析を開始することができる。

30

【0109】

また、ドローンAまたはドローンBが事故などで失踪した場合には、観測拠点Aまたは観測拠点Bに待機するドローンが存在しないため、観測拠点に飛来したドローンを充電した後に、そのドローンを次の観測拠点まで飛行させればよい。

【0110】

また、目的地となる観測拠点Cに到着したドローンCでは、データメモリ13に記憶された観測区間ごとの撮影データの順番が、実際の観測区間の順番と異なる状態となるが、撮影データには位置情報が付加されるため、撮影データの順番が変更されても、どの観測区間の撮影データかを識別することができる。

40

【0111】

なお、各ドローンは当初設定された自分の観測区間だけでなく、全体の観測区間を記憶しており、次のドローンにデータリレーをする際に、それまでの観測済みの観測区間も一緒に転送する。あるいは、各ドローンは、データメモリに記憶した撮影データの情報から、観測済みの観測区間を認識することができる。これにより、各ドローンはどの観測区間がまだ観測されていないかを知ることができ、それをもとに自分の観測区間を認識して飛行を行うことができる。

【0112】

次に、図10に示す例について説明する。この例は、観測拠点Fで作業者が不在となり

50

、観測拠点Fで作業者が撮影データの分析を行うことができない場合である。この場合、全ての観測区間A B～E Fの撮影データを保持したドローンEが観測拠点Fに到着すると、観測拠点Fで次のドローン1が折り返して、ドローンF、ドローンD、ドローンCの順でデータリレーを行うことで、全ての観測区間A B～E Fの撮影データを保持したドローンCが観測拠点Cに到着し、ここで、作業者が全ての観測区間A B～E Fの撮影データの分析作業を行うことができる。

【0113】

次に、図11に示す例について説明する。この例は、観測拠点A、Cで作業者が不在となり、観測拠点Aで作業者が観測開始指示を出すことができず、さらに、観測拠点Cで見切り発進を行うことができない場合である。この場合、災害発生 of 緊急速報の受信などの所定の観測開始タイミングから待ち時間を過ぎても、ドローンEが観測拠点Fに到着しないため、観測拠点FからドローンFを見切り発進させる。

10

【0114】

観測拠点FからドローンFを見切り発進させると、観測拠点Fから観測拠点Aに向けて、ドローンF、ドローンE、ドローンD、ドローンC、ドローンBを順に飛行させる。そして、ドローンBが観測拠点Aに到着すると、観測拠点Aで折り返して、ドローンA、ドローンC、ドローンD、ドローンE、ドローンFを順に飛行させ、このとき、観測区間A B～E Fの観測を行いながら、ドローンA、ドローンC、ドローンD、ドローンE、ドローンFの順でデータリレーを行うことで、全ての観測区間A B～E Fの撮影データを保持したドローンFが観測拠点Fに到着する。これにより、観測拠点Fにおいて作業者が全ての観測区間A B～E Fの撮影データの分析作業を行うことができる。

20

【0115】

なお、図11に示した例では、観測拠点Aから観測拠点Fに向かう復路で観測を行うようにしたが、観測拠点Fから観測拠点Aに向かう往路で観測を行うようにしてもよい。または、往路、復路ともに観測を行うようにしてもよい。この場合、観測精度を向上させることができる。

【0116】

このように、本実施形態では、ドローン1が、自身が待機する観測拠点に、前のドローン1が予定のタイミングで到着しない場合には、見切り発進するようにしており、これにより、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができないために、作業者が観測開始指示を出すことができない場合でも、早期に観測を開始することができる。

30

【0117】

また、本実施形態では、観測エリアの終端に位置する観測拠点にドローン1が到着したときに、全ての観測区間の観測が終了していない場合には、その観測拠点で折り返して、観測データが欠如している観測区間の観測を行うようにしており、これにより、全ての観測区間の観測データを有人の観測拠点に確実に送り届けることができ、観測エリア全体の分析を作業者が行うことができる。

【0118】

また、本実施形態では、観測エリアの終端に位置する観測拠点にドローンが到着したときに、その観測拠点が無人である場合には、その観測拠点で折り返して、有人の観測拠点に向けてデータリレーを行うようにしており、これにより、全ての観測区間の観測データを有人の観測拠点に確実に送り届けることができ、観測エリア全体の分析を作業者が行うことができる。

40

【0119】

また、本実施形態では、ドローン1が、データメモリ13に全ての観測区間の観測データが記憶された状態で、有人の観測拠点に到着すると、データリレーを終了するようになり、これにより、ドローン1が無駄な飛行を行うことを避けることができる。

【0120】

また、本実施形態では、ドローン1が、観測拠点に到着すると、その観測拠点に待機中のドローン1が存在せず、かつ、次の観測拠点に向けて飛行する必要がある場合には、充

50

電を行った上で、次の観測拠点に向けて飛行するようにしており、これにより、全ての観測区間の観測データを有人の観測拠点に確実に送り届けることができ、観測エリアの全体の分析を作業者が行うことができる。

【0121】

なお、このようなデータリレー制御では、観測拠点における作業者の滞在の有無に関する情報が必要になるが、この情報は、作業者が拠点装置2を操作するなどして、拠点装置2に有人である旨を保持させておけばよい。また、データリレー制御は、ドローン1自身のプロセッサ16が実行する他に、拠点装置2のプロセッサ25が実行するものとしてもよい。

【0122】

なお、本実施形態では、図7～図11に示したように、作業者が滞在する有人の観測拠点で観測を開始するようにしたが、作業者が滞在しない無人の観測拠点で観測を開始するようにしてもよい。この場合、拠点装置2またはドローン1において、災害発生の緊急速報を受信すると、自動でドローン1を離陸させて観測を開始する。

【0123】

また、本実施形態では、図9、図11に示したように、作業者が滞在する有人の観測拠点で見切り発進を行うようにしたが、無人の観測拠点で見切り発進を行うようにしてもよい。

【0124】

次に、拠点装置2において見切り発進の報知を行う場合について説明する。図12は、ドローン1を見切り発進させるときの動作手順を示すフロー図である。

【0125】

図12に示す例では、拠点装置2において、災害発生の緊急速報を受信してから、所定の待ち時間が経過しても、リレー元のドローン1が到着しない場合に、見切り発進の報知（アラートの出力）を行い、この見切り発進の報知に応じて、作業者が観測開始を指示する操作を行うと、ドローン1に観測開始指示を送信する。

【0126】

具体的には、災害発生の緊急速報を受信すると（ST301でYes）、経過時間のカウンタを開始する（ST302）。

【0127】

そして、リレー元のドローン1からの到着通知がなく（ST303でNo）、かつ、カウント値が所定のしきい値を超えていない場合、すなわち、待ち時間を経過していない場合には（ST304でNo）、カウンタ値を1増分して（ST305）、ST301に戻る。

【0128】

また、リレー元のドローン1からの到着通知がないまま（ST303でNo）、カウント値が所定のしきい値を超えた場合、すなわち、待ち時間を経過した場合には（ST304でYes）、リレー先のドローン1を見切り発進させる報知を行う（ST306）。そして、報知に応じて作業者が観測開始を指示する操作を行うと（ST307でYes）、拠点装置2からドローン1に観測開始指示を送信する（ST308）。

【0129】

また、災害発生の緊急速報を受信したものの（ST301でYes）、カウント値が所定のしきい値を超える前に（ST304でNo）、リレー元のドローン1からの到着通知を受信した場合には（ST303でYes）、拠点装置2としては特別な動作は行わない。

【0130】

なお、図12に示した例では、作業者が観測開始を指示する操作を行った場合に、拠点装置2からドローン1に観測開始指示を送信するようにしたが、作業者の操作を介さずに（ST307を省略して）、拠点装置2からドローン1に観測開始指示を送信するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0131】

次に、拠点装置2からの観測開始指示ではなく、ドローン1自身の判断で見切り発進が行われる場合について説明する。図13は、ドローン1を見切り発進させるときの動作手順を示すフロー図である。

【0132】

図13に示す例では、観測拠点に待機するドローン1において、災害発生 of 緊急速報を受信してから、所定の待ち時間が経過しても、リレー元のドローン1が到着しないと、見切り発進するようにしている。その他は、図6に示した例と同様である。

【0133】

ここで、見切り発進を判断する手順は、図12に示した例と同様であり、災害発生 of 緊急速報を受信した後に（ST401でYes）、リレー元のドローン1からの到着通知がないまま（ST202でNo）、待ち時間を経過した場合には（ST403でYes）、ドローン1が見切り発進する（ST405）。 10

【0134】

また、災害発生 of 緊急速報を受信したものの（ST401でYes）、待ち時間が経過する前に（ST403でNo）、リレー元のドローン1からの到着通知を受信した場合には（ST202でYes）、ドローン1が通常発進する。すなわち、図6に示したST203以降の動作に進み、撮影データの転送の後に離陸して観測を開始する。

【0135】

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施形態にも適用できる。また、上記の実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施形態とすることも可能である。 20

【0136】

例えば、前記の実施形態では、飛翔体をドローン（マルチコプター）としたが、ヘリコプターや飛行機などのその他の飛翔体であってもよい。

【0137】

また、前記の実施形態では、災害発生時の道路の状況を観測する用途について説明したが、その他の用途で用いられる観測システムであってもよい。

【0138】

また、前記の実施形態では、飛翔体に搭載される観測装置を、観測エリアを撮影するカメラとしたが、観測装置はカメラに限定されるものではなく、その他の観測装置でも同様に適用することができる。 30

【産業上の利用可能性】

【0139】

本発明に係る飛翔体を用いた観測システムおよび観測方法は、飛翔体の航続距離より広域な観測エリアの観測を行うことができ、さらに、交通インフラの障害により作業者が観測拠点に出向くことができない場合や、通信インフラに障害が発生した場合でも、全ての観測区間の観測データを作業者が取得して、観測エリア全体の分析を行うことができる効果を有し、観測エリア上に予め設定された観測ルートに沿って飛翔体を自律飛行させて、観測エリアの状況を観測する観測システムおよび観測方法などとして有用である。 40

【符号の説明】

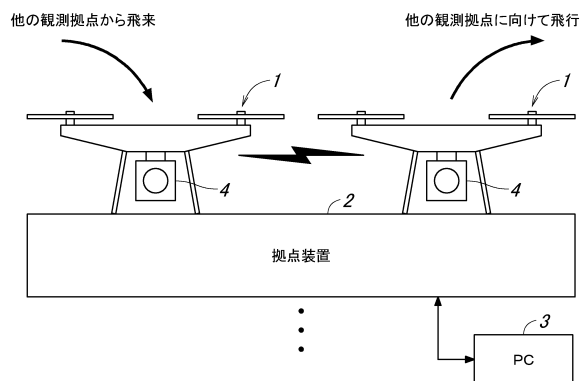
【0140】

- 1 ドローン（飛翔体）
- 2 拠点装置
- 3 PC
- 4 カメラ（観測装置）
- 5 緊急速報配信システム
- 11 ロータ駆動ユニット
- 12 測位ユニット

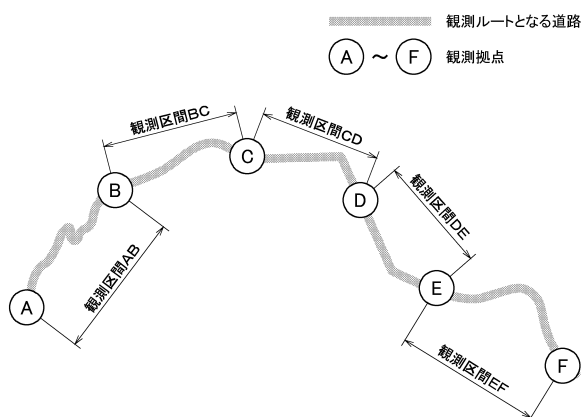
- 1 3 データメモリ（記憶装置）
- 1 4 無線通信ユニット（通信装置）
- 1 5 電源ユニット
- 1 6 プロセッサ
- 1 7 不揮発メモリ
- 2 1 送電ユニット（送電装置）
- 2 2 無線通信ユニット
- 2 3 データメモリ
- 2 4 I F（インタフェイス）
- 2 5 プロセッサ
- 2 6 不揮発メモリ
- 3 1 電池
- 3 2 受電部（受電装置）
- 3 3 充電部

10

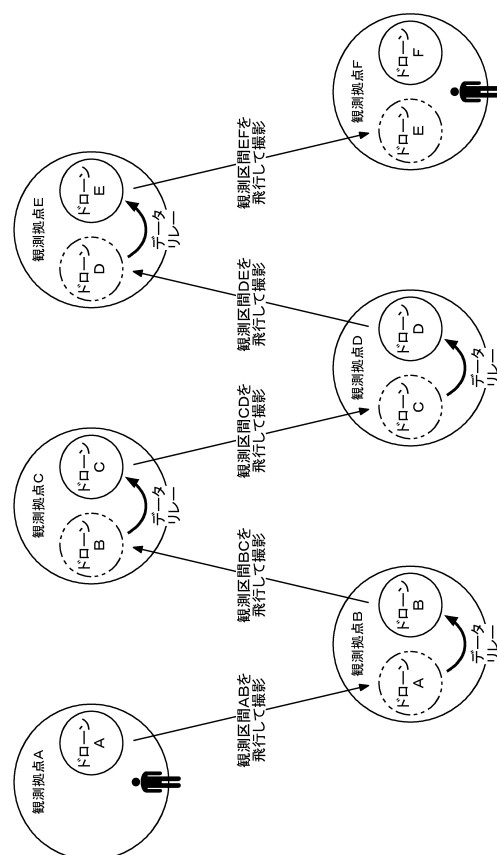
【図 1】



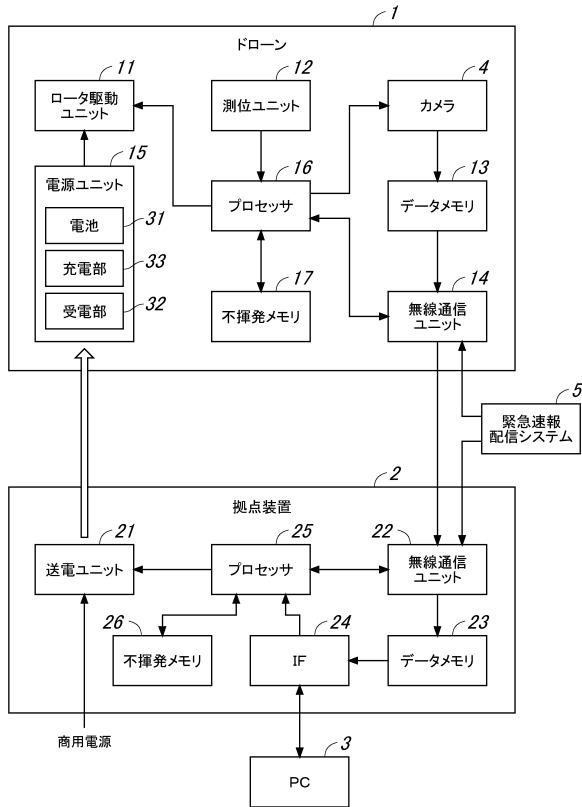
【図 2】



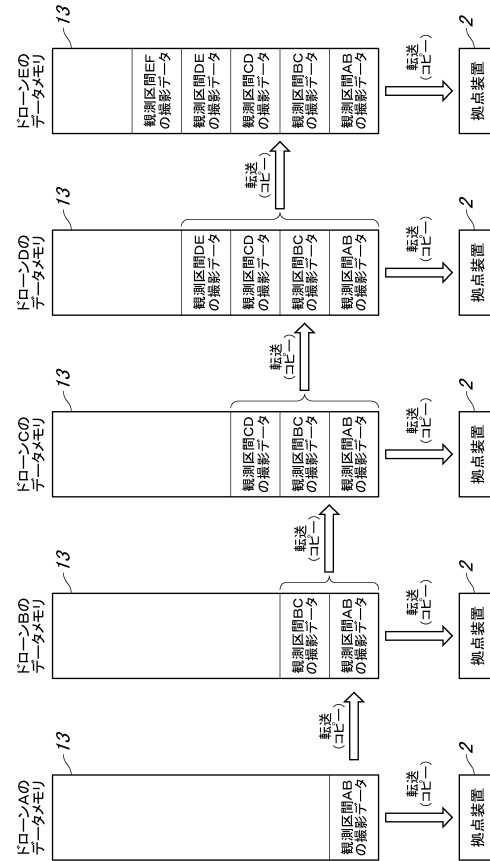
【図 3】



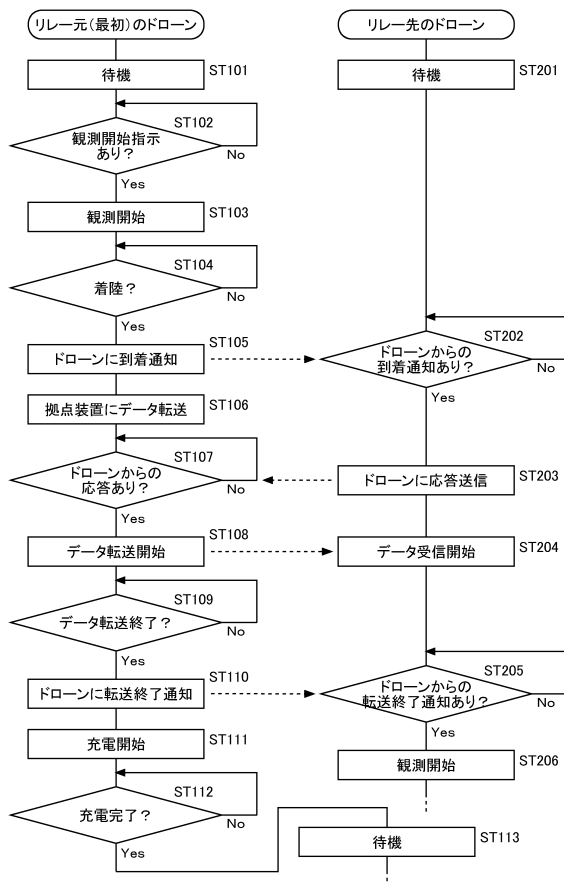
【図 4】



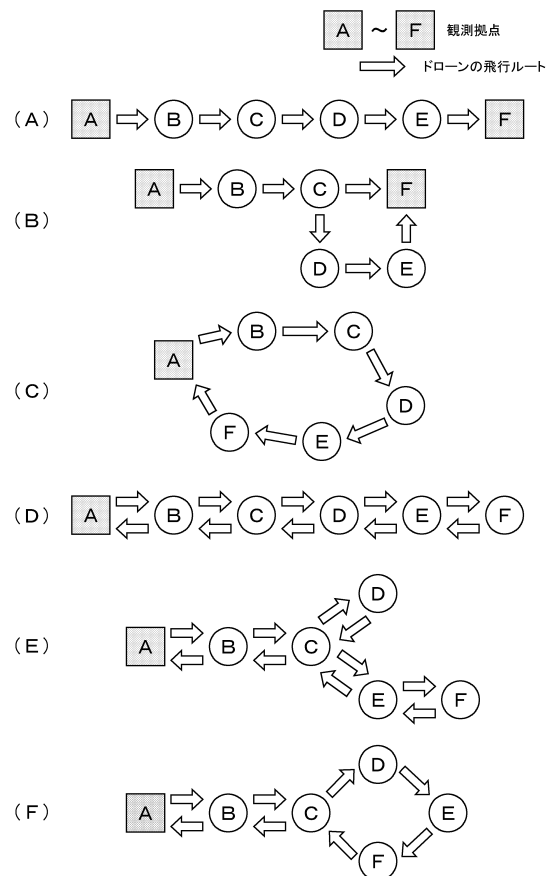
【図 5】



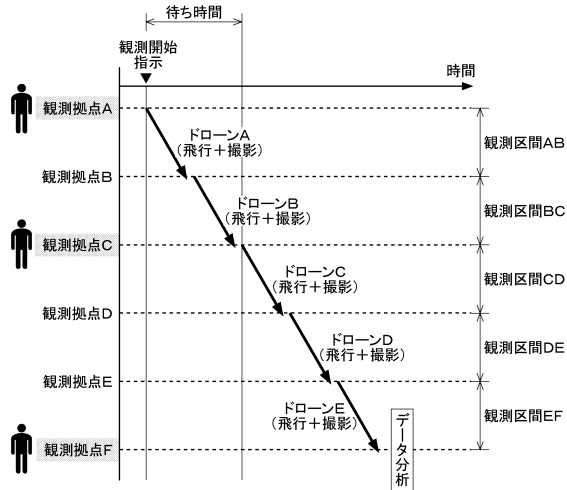
【図 6】



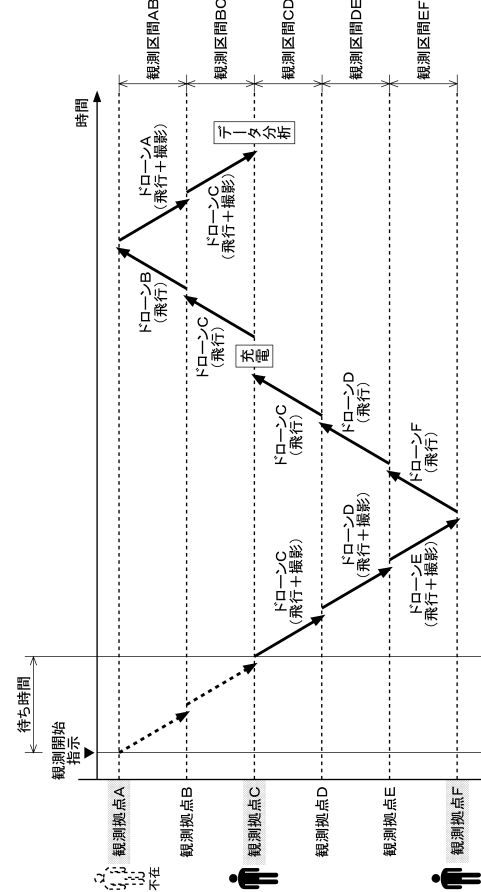
【図 7】



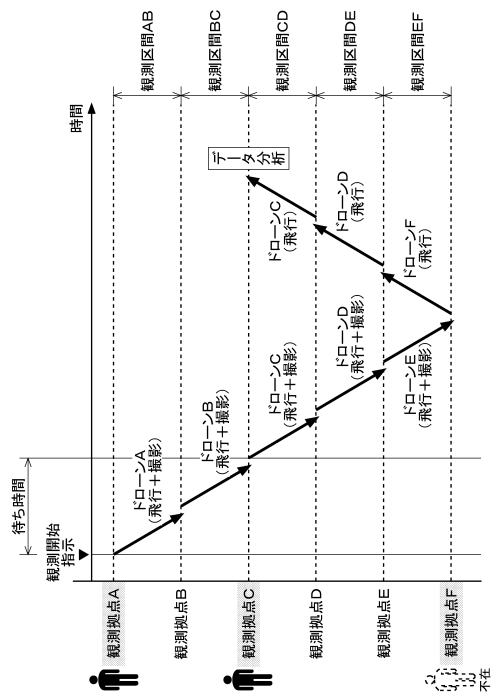
【図 8】



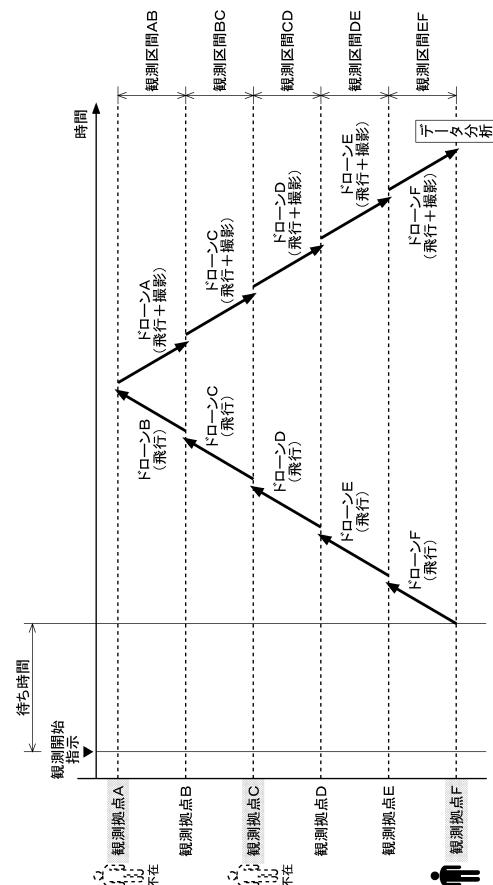
【図 9】



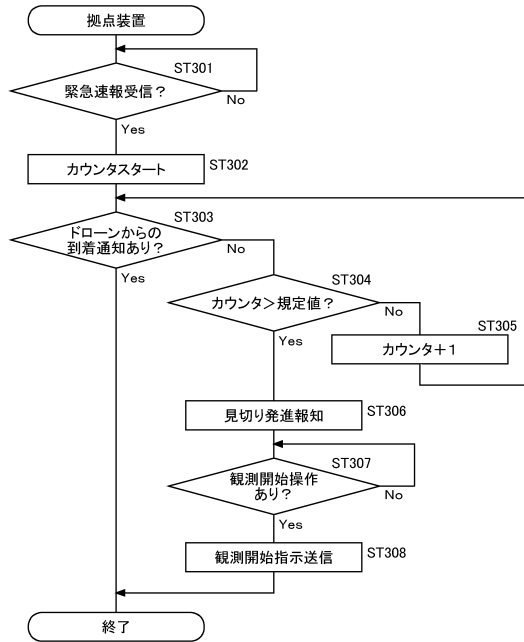
【図 10】



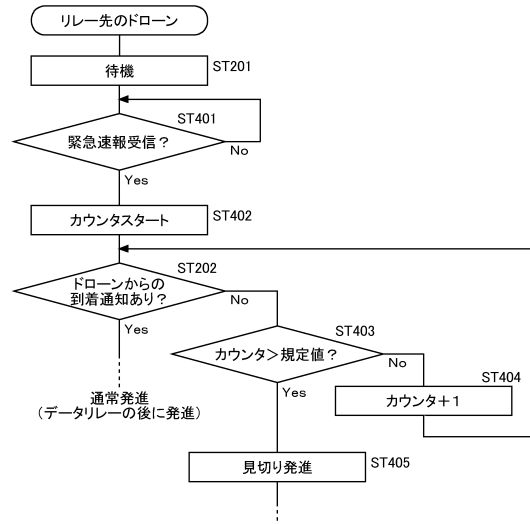
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-70475 (JP, A)
特開平11-296788 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G	1/00	—	1/16
G08G	5/00	—	5/06
B64C	13/18		
B64C	39/02		
B64D	47/08		