

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6652979号
(P6652979)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年1月28日(2020.1.28)

(51) Int.Cl.	F 1		
G 0 6 T 7/00	(2017.01)	G 0 6 T 7/00	C
G 0 6 T 7/174	(2017.01)	G 0 6 T 7/174	
F 4 1 H 11/02	(2006.01)	F 4 1 H 11/02	
G 0 8 B 25/00	(2006.01)	G 0 8 B 25/00	5 1 O M
H 0 4 N 7/18	(2006.01)	H 0 4 N 7/18	D

請求項の数 17 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-27905 (P2018-27905)
 (22) 出願日 平成30年2月20日 (2018.2.20)
 (65) 公開番号 特開2019-144804 (P2019-144804A)
 (43) 公開日 令和1年8月29日 (2019.8.29)
 審査請求日 令和1年10月30日 (2019.10.30)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 501440684
 ソフトバンク株式会社
 東京都港区東新橋一丁目9番1号
 (74) 代理人 110000877
 龍華国際特許業務法人
 (72) 発明者 田近 明彦
 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフト
 バンク株式会社内

審査官 新井 則和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、飛行体及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1飛行体に搭載された第1高度から前記第1高度よりも低い高度の方向を撮像する第1カメラによって撮像された第1領域を被写体として含む第1画像と、前記第1飛行体とは異なる第2飛行体に搭載された第2高度から前記第2高度よりも低い高度の方向を撮像する第2カメラによって撮像された前記第1領域を被写体として含む第2画像とを取得する画像取得部と、

前記第1画像内の前記第1領域と前記第2画像内の前記第1領域との差分に基づいて、前記第1高度及び前記第2高度よりも低い高度の飛行物体を検出する飛行物体検出部と、前記飛行物体の推定高度を取得する推定高度取得部と、

前記推定高度に応じて、前記第1飛行体と前記第2飛行体との間の距離を調整させる調整制御部と

を備える画像処理装置。

【請求項 2】

前記調整制御部は、前記第1飛行体と前記第2飛行体との間の距離を調整すべく、前記第1飛行体の飛行制御データを前記第1飛行体に向けて送信させ、前記第2飛行体の飛行制御データを前記第2飛行体に向けて送信させる、請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記推定高度取得部は、前記飛行物体の推定位置をさらに取得し、

前記調整制御部は、前記推定高度及び前記推定位置に応じて、前記第1飛行体と前記第

10

20

2 飛行体との間の距離、前記第 1 飛行体の高度、及び前記第 2 飛行体の高度を調整させる、請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

第 1 高度から前記第 1 高度よりも低い高度の方向を撮像する第 1 カメラによって撮像された第 1 領域を被写体として含む第 1 画像と、第 2 高度から前記第 2 高度よりも低い高度の方向を撮像する第 2 カメラによって撮像された前記第 1 領域を被写体として含む第 2 画像とを取得する画像取得部と、

地形及び建物の情報を含む地図データを参照する地図データ参照部と、

前記第 1 画像内の前記第 1 領域と前記第 2 画像内の前記第 1 領域との差分と、前記地図データ中の前記第 1 領域に対応する範囲内の地形及び建物の情報とに基づいて、前記第 1 高度及び前記第 2 高度よりも低い高度の飛行物体を検出する飛行物体検出部と

を備える画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 1 画像の撮影時刻と前記第 2 画像の撮影時刻は同一である、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記画像取得部は、前記第 1 カメラによって撮像された後で傾き補正が施された前記第 1 画像と、前記第 2 カメラによって撮像された後で傾き補正が施された前記第 2 画像とを取得する、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 カメラによって撮像された画像及び前記第 2 カメラによって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、前記飛行物体を識別する物体識別部

をさらに備える、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記物体識別部は、前記飛行物体が鳥類であるか否かを識別する、請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記物体識別部は、前記飛行物体が無人航空機であるか否かを識別する、請求項 7 又は 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 カメラによって撮像された画像及び前記第 2 カメラによって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、前記飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測の少なくともいずれかを導出する飛行情報導出部

をさらに備える、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記第 1 カメラから前記飛行物体までの距離及び前記第 1 高度に基づいて、前記飛行物体の高度を導出する高度導出部

をさらに備える、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記飛行物体検出部が前記飛行物体を検出したことに応じて警告を出力する警告出力部

をさらに備える、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記画像処理装置は、飛行体に搭載され、

前記警告出力部は、前記飛行物体検出部が前記飛行物体を検出したことに応じて、通信衛星を介して地上の通信機器に前記警告を送信する、請求項 12 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

前記画像処理装置は、飛行体に搭載され、

前記画像処理装置は、通信衛星と通信する衛星通信部をさらに備える、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

コンピュータを、請求項 1 から 1_4 のいずれか一項に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 1 6】

前記第 1 カメラと、
前記第 2 カメラと、
請求項 1 に記載の画像処理装置と
を備える飛行体。

【請求項 1 7】

前記第 1 カメラと、
前記第 2 カメラと
請求項 4 に記載の画像処理装置と
を備える飛行体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、飛行体及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

監視領域内に飛来する飛行物体を検知する飛行物体監視システムが知られていた（例えば、特許文献 1 参照）。

20

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献 1] 特開 2017-167870 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

不審飛行物体を適切に検出可能な技術を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第 1 の態様によれば、画像処理装置が提供される。画像処理装置は、第 1 高度から第 1 高度よりも低い高度の方向を撮像する第 1 カメラによって撮像された第 1 領域を被写体として含む第 1 画像と、第 2 高度から第 2 高度よりも低い高度の方向を撮像する第 2 カメラによって撮像された第 1 領域を被写体として含む第 2 画像とを取得する画像取得部を備えてよい。画像処理装置は、第 1 画像内の第 1 領域と第 2 画像内の第 1 領域との差分に基づいて、第 1 高度及び第 2 高度よりも低い高度の飛行物体を検出する飛行物体検出部を備えてよい。

30

【0005】

上記第 1 カメラは飛行体の翼の一端に配置されていてよく、上記第 2 カメラは上記飛行体の翼の他端に配置されていてよい。上記第 1 カメラは、飛行体の先端に配置されていてよく、上記第 2 カメラは、上記飛行体の後端に配置されていてよい。

40

【0006】

上記第 1 カメラは、第 1 飛行体に搭載されていてよく、上記第 2 カメラは、上記第 1 飛行体とは異なる第 2 飛行体に搭載されていてよい。上記画像処理装置は、上記飛行物体の推定高度を取得する推定高度取得部と、上記推定高度に応じて、上記第 1 飛行体と上記第 2 飛行体との間の距離を調整させる調整制御部とをさらに備えてよい。

【0007】

上記第 1 画像の撮影時刻と上記第 2 画像の撮影時刻は同一であってよい。上記画像取得部は、上記第 1 カメラによって撮像された後で傾き補正が施された上記第 1 画像と、上記第 2 カメラによって撮像された後で傾き補正が施された上記第 2 画像とを取得してよい。上記画像処理装置は、地形及び建物の情報を含む地図データを参照する地図データ参照部

50

をさらに備えてよく、上記飛行物体検出部は、上記第1画像内の上記第1領域と上記第2画像内の上記第1領域との差分と、上記地図データ中の上記第1領域に対応する範囲内の地形及び建物の情報とに基づいて、上記飛行物体を検出してよい。上記画像処理装置は、上記第1カメラによって撮像された画像及び上記第2カメラによって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、上記飛行物体を識別する物体識別部をさらに備えてよい。上記物体識別部は、上記飛行物体が鳥類であるか否かを識別してよい。上記画像処理装置は、上記第1カメラによって撮像された画像及び上記第2カメラによって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、上記飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測の少なくともいずれかを導出する飛行情報導出部をさらに備えてよい。上記画像処理装置は、上記第1カメラから上記飛行物体までの距離及び上記第1高度に基づいて、上記飛行物体の高度を導出する高度導出部をさらに備えてよい。上記画像処理装置は、上記飛行物体検出部が上記飛行物体を検出したことに応じて警告を出力する警告出力部をさらに備えてよい。上記画像処理装置は、飛行体に搭載されてよく、上記警告出力部は、上記飛行物体検出部が上記飛行物体を検出したことに応じて、通信衛星を介して地上の通信機器に上記警告を送信してよい。上記画像処理装置は、飛行体に搭載されてよく、上記画像処理装置は、通信衛星と通信する衛星通信部をさらに備えてよい。

【0008】

本発明の第2の態様によれば、コンピュータを、上記画像処理装置として機能させるためのプログラムが提供される。

【0009】

本発明の第3の態様によれば、上記第1カメラと、上記第2カメラと、上記画像処理装置とを備える飛行体が提供される。

【0010】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】画像処理装置100による画像処理を説明する説明図である。

【図2】飛行体200の一例を概略的に示す。

【図3】飛行体200のハードウェア構成の一例を概略的に示す。

【図4】飛行体200による処理の流れの一例を概略的に示す。

【図5】飛行体200の機能構成の一例を概略的に示す。

【図6】飛行体400及び飛行体500の一例を概略的に示す。

【図7】飛行体400、飛行体500、及び地上局300のハードウェア構成の一例を概略的に示す。

【図8】地上局300による処理の流れの一例を概略的に示す。

【図9】地上局300の機能構成の一例を概略的に示す。

【図10】飛行体400及び飛行体500による画像430及び画像530に対する傾き補正を説明する説明図である。

【図11】飛行物体800の検出精度を説明する説明図である。

【図12】飛行体200の通信環境の一例を概略的に示す。

【図13】飛行体400及び飛行体500の通信環境の一例を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0013】

図1は、画像処理装置100による画像処理を説明する説明図である。画像処理装置100は、第1高度から第1高度よりも低い高度の方向を撮像するカメラ10によって撮像

10

20

30

40

50

された画像 14 をカメラ 10 から取得する。画像処理装置 100 は、有線接続を介してカメラ 10 から画像 14 を受信してよい。また、画像処理装置 100 は、無線接続を介してカメラ 10 から画像 14 を受信してもよい。画像処理装置 100 は、任意のネットワークを介してカメラ 10 から画像 14 を受信してもよい。第 1 高度は、カメラ 10 の高度であつてよい。カメラ 10 は、例えば、飛行体に搭載されて地上を撮像するカメラである。カメラ 10 は、高層建築物の上層、例えば、最上層に配置されて地上を撮像するカメラであつてもよい。カメラ 10 は、可視光カメラであつてよい。カメラ 10 は、赤外線カメラであつてもよい。カメラ 10 は、マルチスペクトルカメラであつてもよい。カメラ 10 は、いわゆるレーダーであつてもよい。

【0014】

10

また、画像処理装置 100 は、第 2 高度から第 2 高度よりも低い高度の方向を撮像するカメラ 20 によって撮像された画像 24 をカメラ 20 から取得する。画像処理装置 100 は、有線接続を介してカメラ 20 から画像 24 を受信してよい。また、画像処理装置 100 は、無線接続を介してカメラ 20 から画像 24 を受信してもよい。画像処理装置 100 は、任意のネットワークを介してカメラ 20 から画像 24 を受信してもよい。第 2 高度は、カメラ 20 の高度であつてよい。カメラ 20 は、例えば、飛行体に搭載されて地上を撮像するカメラである、また、カメラ 20 は、高層建築物の上層、例えば、最上層に配置されて地上を撮像するカメラであつてもよい。カメラ 20 は、可視光カメラであつてよい。カメラ 20 は、赤外線カメラであつてもよい。カメラ 20 は、マルチスペクトルカメラであつてもよい。カメラ 20 は、いわゆるレーダーであつてもよい。

【0015】

20

画像処理装置 100 は、第 1 領域を被写体として含む画像 14 と、第 1 領域を被写体として含む画像 24 とを用いて、第 1 高度及び第 2 高度よりも低い高度の飛行物体を検出する。画像 14 の撮像範囲 12 と、画像 24 の撮像範囲 22 とが同一である場合、第 1 領域は画像 14 及び画像 24 の全体であつてよい。画像 14 の撮像範囲 12 と、画像 24 の撮像範囲 22 とがずれている場合、第 1 領域は、画像 14 と画像 24 に共通して含まれる領域であつてよい。

【0016】

30

カメラ 10 とカメラ 20 とは水平方向に距離が離れており、画像 14 及び画像 24 に含まれる被写体のうち、より高い高度に位置する被写体ほど、画像 14 内における位置と、画像 24 内における位置が異なることになる。図 1 では、他の被写体に比べて飛行物体 40 の高度が高く、画像 14 内における飛行物体 16 の位置と、画像 24 内における飛行物体 26 の位置とがずれている。

【0017】

画像処理装置 100 は、画像 14 内の第 1 領域と画像 24 内の第 1 領域との差分に基づいて、飛行物体を検出する。例えば、画像処理装置 100 は、図 1 に例示するように、画像 14 と画像 24 との差分画像 30 を生成し、差分として抽出された飛行物体 16 と飛行物体 26 とが同一物であると判定できる場合に、飛行物体 16 及び飛行物体 26 を一つの飛行物体として検出する。画像 14 と画像 24 の撮像時刻は同一であつてよい。

【0018】

40

画像処理装置 100 は、画像 14 内の第 1 領域と画像 24 内の第 1 領域との差分と、地形及び建物の情報を含む地図データ中の第 1 領域に対応する範囲内の地形及び建物の情報とに基づいて、飛行物体を検出してもよい。画像 14 及び画像 24 の被写体のうち、飛行物体 16 及び飛行物体 26 の他にも、比較的高度の高い高層建築物及び山等が差分として検出されることになるが、画像処理装置 100 は、差分として検出された対象物のうち、地図データに含まれる高層建築物及び山等を除外してよい。これにより、飛行物体 16 及び飛行物体 26 の検出精度を向上させることができる。

【0019】

画像処理装置 100 は、カメラ 10 によって撮像された画像及びカメラ 20 によって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、飛行物体を識別してもよい。画像処理裝

50

置 1 0 0 は、飛行物体の形状及び飛行物体の動きの少なくともいずれかによって飛行物体を識別してよい。画像処理装置 1 0 0 は、例えば、飛行物体がドローン等の無人航空機であるか否かを識別する。また、例えば、画像処理装置 1 0 0 は、飛行物体が鳥類であるか否かを識別する。飛行物体が鳥類であり、カメラ 1 0 及びカメラ 2 0 が、赤外線カメラ及びハイパースペクトルカメラである場合、画像処理装置 1 0 0 は、画像 1 4 及び画像 2 4 の少なくともいずれかに基づいて、鳥の種類を識別してもよい。

【 0 0 2 0 】

画像処理装置 1 0 0 は、カメラ 1 0 によって撮像された画像及びカメラ 2 0 によって撮像された画像の少なくともいずれかに基づいて、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測の少なくともいずれかを導出してもよい。例えば画像処理装置 1 0 0 は、時間的に連続する画像から、飛行物体の飛行速度及び飛行方向を導出する。また、例えば、画像処理装置 1 0 0 は、導出した飛行速度及び飛行方向から、飛行ルート予測を導出する。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、飛行体 2 0 0 の一例を概略的に示す。飛行体 2 0 0 は、画像処理装置 1 0 0 として機能してよい。飛行体 2 0 0 は、カメラ 2 1 0 及びカメラ 2 2 0 を有する。カメラ 2 1 0 は飛行体 2 0 0 の翼の一端に配置され、カメラ 2 2 0 は飛行体 2 0 0 の翼の他端に配置されている。カメラ 2 1 0 及びカメラ 2 2 0 は、カメラ 1 0 及びカメラ 2 0 の一例であつてよい。図 2 に示す飛行体 2 0 0 は、プロペラ、太陽電池パネル、バッテリ及びアンテナを有する成層圏プラットフォームである。図 2 では、飛行体 2 0 0 が成層圏プラットフォームである場合を例に挙げて説明するが、これに限らず、飛行体 2 0 0 は、飛行機、無人航空機、及び気球等であつてもよい。飛行体 2 0 0 が前後に長い形状を有する場合、カメラ 2 1 0 は、飛行体 2 0 0 の先端に配置され、カメラ 2 2 0 は、飛行体 2 0 0 の後端に配置されてもよい。

【 0 0 2 2 】

飛行体 2 0 0 は、地上局 3 0 0 を介してネットワーク 8 0 と通信する。ネットワーク 8 0 は、例えば、インターネット及び携帯電話網を含む。

【 0 0 2 3 】

飛行体 2 0 0 は、カメラ 2 1 0 及びカメラ 2 2 0 によって撮像した画像から、飛行物体を検出する。飛行体 2 0 0 は、飛行物体を検出した場合、地上局 3 0 0 及びネットワーク 8 0 を介して、任意の通信機器に警告を送信してよい。飛行体 2 0 0 は、さらに、飛行物体の画像、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測等を当該通信機器に対して送信してもよい。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、飛行体 2 0 0 のハードウェア構成の一例を概略的に示す。飛行体 2 0 0 は、飛行制御 C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) 2 0 2 、通信装置 2 0 4 、アンテナ 2 0 5 、 D B (D a t a B a s e) 2 0 6 、カメラ 2 1 0 、カメラ 2 2 0 、及び画像処理 C P U 2 3 0 を備える。飛行制御 C P U 2 0 2 、通信装置 2 0 4 、 D B 2 0 6 、画像処理 C P U 2 3 0 は、データバス 2 0 8 を介して接続されている。

【 0 0 2 5 】

飛行制御 C P U 2 0 2 は、飛行体 2 0 0 の飛行を制御する。通信装置 2 0 4 は、アンテナ 2 0 5 を介した通信を実行する。通信装置 2 0 4 は、例えば、アンテナ 2 0 5 を介して地上局 3 0 0 と通信する。

【 0 0 2 6 】

DB 2 0 6 は、各種データを格納する。DB 2 0 6 は、例えば、地形及び建物の情報を含む地図データを格納する。DB 2 0 6 は、例えば、通信装置 2 0 4 が地上局 3 0 0 及びネットワーク 8 0 を介して、任意の通信機器から受信した地図データを格納する。DB 2 0 6 は、カメラ 2 1 0 によって撮像された画像を格納してよい。DB 2 0 6 は、カメラ 2 2 0 によって撮像された画像を格納してよい。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

画像処理CPU230は、カメラ210が撮像した画像及びカメラ220が撮像した画像を処理する。画像処理CPU230は、カメラ210が撮像した画像内の第1領域と、カメラ220が撮像した画像内の第1領域との差分に基づいて、飛行体200よりも低い高度の飛行物体を検出する。

【0028】

図4は、飛行体200による処理の流れの一例を概略的に示す。飛行体200は、例えば、図4に示す処理を定期的に実行する。飛行体200は、地上局300から指示を受領したことにより、図4に示す処理を実行してもよい。

【0029】

ステップ(ステップをSと省略して記載する場合がある。)102では、カメラ210及びカメラ220が画像を撮像する。S104では、画像処理CPU230が、カメラ210及びカメラ220によって撮像された画像を補正する。画像処理CPU230は、例えば、画像に傾き補正を施す。

【0030】

S106では、画像処理CPU230が、S104において補正した画像を突合する。画像処理CPU230は、DB206に格納されている地図データを参照して、突合した画像から、既知の建築物及び山等を除外してよい。

【0031】

S108では、画像処理CPU230が、画像内に不審飛行物体が有るか否かを判定する。有ると判定した場合、S110に進み、無いと判定した場合、S112に進む。S110では、画像処理CPU230が、通信装置204に、地上局300及びネットワーク80を介して予め設定された機器に対して警報を発令させるとともに、不審飛行物体の画像を送信させる。

【0032】

S112では、処理を終了するか否かを判定する。終了しないと判定した場合、S102に戻り、終了すると判定した場合、処理を終了する。

【0033】

図5は、画像処理CPU230の機能構成の一例を概略的に示す。画像処理CPU230は、画像取得部232、飛行物体検出部234、地図データ参照部236、物体識別部238、飛行情報導出部240、高度導出部242、及び送信制御部244を有する。

【0034】

画像取得部232は、カメラ210が撮像した画像を取得する。画像取得部232は、カメラ220が撮像した画像を取得する。

【0035】

飛行物体検出部234は、画像取得部232が取得した画像に基づいて、飛行物体を検出する。地図データ参照部236は、DB206に格納されている地図データを参照する。飛行物体検出部234は、画像取得部232が取得した画像と、地図データ参照部236が参照した地図データとにに基づいて飛行物体を検出してよい。

【0036】

物体識別部238は、画像取得部232が取得したカメラ210及びカメラ220によって撮像された画像に基づいて、飛行物体検出部234が検出した飛行物体を識別する。物体識別部238は、例えば、飛行物体が無人航空機であるか否かを判定する。物体識別部238は、飛行物体が鳥類であるか否かを識別してもよい。

【0037】

飛行情報導出部240は、画像取得部232が取得したカメラ210及びカメラ220によって撮像された画像に基づいて、飛行物体検出部234が検出した飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測の少なくともいずれかを導出する。

【0038】

高度導出部242は、飛行物体検出部234が検出した飛行物体の高度を導出する。高度導出部242は、例えば、カメラ210から飛行物体までの距離と、カメラ210の高

10

20

30

40

50

度に基づいて、飛行物体の高度を導出する。高度導出部 242 は、例えば、飛行体 200 が有する高度計によって測定された高度をカメラ 210 の高度とする。また、高度導出部 242 は、例えば、カメラ 210 によって撮像された画像と、カメラ 220 によって撮像された画像に対して、三角測量を用いた手法等の公知の手法を適用して、カメラ 210 と飛行物体との距離を導出する。そして、高度導出部 242 は、カメラ 210 の高度から、カメラ 210 と飛行物体との距離を減算することによって、飛行物体の高度を導出する。

【0039】

送信制御部 244 は、各種情報を通信装置 204 に送信させる。送信制御部 244 は、例えば、飛行物体検出部 234 が飛行物体を検出した場合に、警告情報を通信装置 204 に、予め設定された通信機器に向けて送信させる。送信制御部 244 は、警告出力部の一例であってよい。送信制御部 244 は、物体識別部 238 による識別結果を通信装置 204 に送信させてもよい。送信制御部 244 は、飛行情報導出部 240 によって導出された情報を通信装置 204 に送信させてもよい。送信制御部 244 は、高度導出部 242 によって導出された高度を通信装置 204 に送信させてもよい。

【0040】

なお、図 2 から図 5 では、飛行体 200 が画像処理装置 100 として機能する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、地上局 300 が画像処理装置 100 として機能してもよい。この場合、地上局 300 は、カメラ 210 及びカメラ 220 によって撮像された画像を飛行体 200 から受信して、受信した画像に基づいて飛行物体を検出する。また、例えば、ネットワーク 80 に接続された通信機器が画像処理装置 100 として機能してもよい。この場合、当該通信機器は、カメラ 210 及びカメラ 220 によって撮像された画像を飛行体 200 、地上局 300 、及びネットワーク 80 を介して受信して、受信した画像に基づいて飛行物体を検出する。

【0041】

図 6 は、飛行体 400 及び飛行体 500 の一例を概略的に示す。飛行体 400 は、カメラ 410 を有する。カメラ 410 は、カメラ 10 の一例であってよい。飛行体 500 は、カメラ 510 を有する。カメラ 510 は、カメラ 20 の一例であってよい。図 6 に示す飛行体 400 及び飛行体 500 は、成層圏プラットフォームである。図 6 では、飛行体 400 及び飛行体 500 が成層圏プラットフォームである場合を例に挙げて説明するが、これに限らず、飛行体 400 及び飛行体 500 は、飛行機、無人航空機、及び気球等であってよい。

【0042】

飛行体 400 は、地上局 300 を介してネットワーク 80 と通信する。飛行体 500 は、地上局 600 を介してネットワーク 80 と通信する。地上局 300 は、画像処理装置として機能してよい。

【0043】

地上局 300 は、カメラ 410 によって撮像された画像を飛行体 400 から受信する。また、地上局 300 は、カメラ 510 によって撮像された画像を、飛行体 500 、地上局 600 、及びネットワーク 80 を介して受信する。地上局 300 は、カメラ 410 によって撮像された画像と、カメラ 510 によって撮像された画像から飛行物体を検出する。地上局 300 は、飛行物体を検出した場合、ネットワーク 80 を介して、任意の通信機器に警告を送信してよい。地上局 300 は、さらに、飛行物体の画像、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測等を当該通信機器に対して送信してもよい。

【0044】

図 7 は、飛行体 400 、飛行体 500 、及び地上局 300 のハードウェア構成の一例を概略的に示す。飛行体 400 は、飛行制御 CPU 402 、通信装置 404 、アンテナ 405 、カメラ 410 、及び画像処理 CPU 420 を備える。飛行制御 CPU 402 、通信装置 404 、及び画像処理 CPU 420 は、データバス 408 を介して接続されている。

【0045】

飛行制御 CPU 402 は、飛行体 400 の飛行を制御する。通信装置 404 は、アンテナ

10

20

30

40

50

ナ 4 0 5 を介した通信を実行する。通信装置 4 0 4 は、例えば、アンテナ 4 0 5 を介して地上局 3 0 0 と通信する。

【 0 0 4 6 】

画像処理 C P U 4 2 0 は、カメラ 4 1 0 が撮像した画像を処理する。画像処理 C P U 4 2 0 は、例えば、カメラ 4 1 0 が撮像した画像を、通信装置 4 0 4 に、地上局 3 0 0 に向けて送信させる。画像処理 C P U 4 2 0 は、カメラ 4 1 0 が撮像した画像に対して傾き補正を施してもよい。

【 0 0 4 7 】

飛行体 5 0 0 は、飛行制御 C P U 5 0 2 、通信装置 5 0 4 、アンテナ 5 0 5 、カメラ 5 1 0 、及び画像処理 C P U 5 2 0 を備える。飛行制御 C P U 5 0 2 、通信装置 5 0 4 、及び画像処理 C P U 5 2 0 は、データバス 5 0 8 を介して接続されている。

【 0 0 4 8 】

飛行制御 C P U 5 0 2 は、飛行体 5 0 0 の飛行を制御する。通信装置 5 0 4 は、アンテナ 5 0 5 を介した通信を実行する。通信装置 5 0 4 は、例えば、アンテナ 5 0 5 を介して地上局 6 0 0 と通信する。

【 0 0 4 9 】

画像処理 C P U 5 2 0 は、カメラ 5 1 0 が撮像した画像を処理する。画像処理 C P U 5 2 0 は、例えば、カメラ 5 1 0 が撮像した画像を、通信装置 5 0 4 に、地上局 6 0 0 に向けて送信させる。画像処理 C P U 5 2 0 は、カメラ 5 1 0 が撮像した画像に対して傾き補正を施してもよい。

【 0 0 5 0 】

地上局 3 0 0 は、インターネット接続部 3 0 2 、通信装置 3 0 4 、アンテナ 3 0 5 、D B 3 0 6 、及び画像処理 C P U 3 0 8 を備える。インターネット接続部 3 0 2 、通信装置 3 0 4 、D B 3 0 6 、及び画像処理 C P U 3 0 8 は、データバス 3 0 9 を介して接続されている。

【 0 0 5 1 】

インターネット接続部 3 0 2 は、ネットワーク 8 0 に接続して、インターネット上の通信機器と通信する。通信装置 3 0 4 は、アンテナ 3 0 5 を介した通信を実行する。通信装置 3 0 4 は、例えば、アンテナ 3 0 5 を介して飛行体 4 0 0 と通信する。

【 0 0 5 2 】

D B 3 0 6 は、各種データを格納する。D B 3 0 6 は、例えば、地形及び建物の情報を含む地図データを格納する。D B 3 0 6 は、例えば、インターネット接続部 3 0 2 がネットワーク 8 0 を介して任意の通信機器から受信した地図データを格納する。D B 3 0 6 は、通信装置 3 0 4 が飛行体 4 0 0 から受信したカメラ 4 1 0 による撮像画像を格納してよい。D B 3 0 6 は、インターネット接続部 3 0 2 が、ネットワーク 8 0 及び地上局 6 0 0 を介して飛行体 5 0 0 から受信したカメラ 5 1 0 による撮像画像を格納してよい。

【 0 0 5 3 】

画像処理 C P U 3 0 8 は、カメラ 4 1 0 による撮像画像及びカメラ 5 1 0 による撮像画像を処理する。画像処理 C P U 3 0 8 は、カメラ 4 1 0 による撮像画像内の第 1 領域と、カメラ 5 1 0 による撮像画像内の第 1 領域との差分に基づいて、飛行体 4 0 0 及び飛行体 5 0 0 よりも低い高度の飛行物体を検出する。

【 0 0 5 4 】

図 8 は、地上局 3 0 0 による処理の流れの一例を概略的に示す。地上局 3 0 0 は、例えば、図 8 に示す処理を定期的に実行する。

【 0 0 5 5 】

S 2 0 2 では、飛行体 4 0 0 及び飛行体 5 0 0 によって撮像された画像を受信する。S 2 0 4 では、画像処理 C P U 3 0 8 が、S 2 0 2 において受信した画像を補正する。画像処理 C P U 3 0 8 は、例えば、画像に傾き補正を施す。

【 0 0 5 6 】

S 2 0 6 では、画像処理 C P U 3 0 8 が、S 2 0 4 において補正した画像を突合する。

10

20

30

40

50

画像処理 C P U 3 0 8 は、 D B 3 0 6 に格納されている地図データを参照して、 突合した画像から、 既知の建築物及び山等を除外してよい。

【 0 0 5 7 】

S 2 0 8 では、 画像処理 C P U 3 0 8 が、 画像内に不審飛行物体が有るか否かを判定する。 有ると判定した場合、 S 2 1 0 に進み、 無いと判定した場合、 S 2 1 2 に進む。 S 2 1 0 では、 画像処理 C P U 3 0 8 が、 通信装置 3 0 4 に、 ネットワーク 8 0 を介して予め設定された通信機器に対して警報を発令させるとともに、 不審飛行物体の画像を送信させる。

【 0 0 5 8 】

S 2 1 2 では、 処理を終了するか否かを判定する。 終了しないと判定した場合、 S 2 0 2 に戻り、 終了すると判定した場合、 処理を終了する。 10

【 0 0 5 9 】

図 9 は、 画像処理 C P U 3 0 8 の機能構成の一例を概略的に示す。 画像処理 C P U 3 0 8 は、 画像取得部 3 3 2 、 飛行物体検出部 3 3 4 、 地図データ参照部 3 3 6 、 物体識別部 3 3 8 、 飛行情報導出部 3 4 0 、 高度導出部 3 4 2 、 送信制御部 3 4 4 、 推定高度取得部 3 5 2 、 及び調整制御部 3 5 4 を有する。

【 0 0 6 0 】

画像取得部 3 3 2 は、 カメラ 4 1 0 が撮像した画像を取得する。 画像取得部 3 3 2 は、 カメラ 5 1 0 が撮像した画像を取得する。

【 0 0 6 1 】

飛行物体検出部 3 3 4 は、 画像取得部 3 3 2 が取得した画像に基づいて、 飛行物体を検出する。 地図データ参照部 3 3 6 は、 D B 3 0 6 に格納されている地図データを参照する。 飛行物体検出部 3 3 4 は、 画像取得部 3 3 2 が取得した画像と、 地図データ参照部 3 3 6 が参照した地図データとに基づいて飛行物体を検出してよい。

【 0 0 6 2 】

物体識別部 3 3 8 は、 画像取得部 3 3 2 が取得したカメラ 4 1 0 及びカメラ 5 1 0 によって撮像された画像に基づいて、 飛行物体検出部 3 3 4 が検出した飛行物体を識別する。 物体識別部 3 3 8 は、 例えば、 飛行物体が無人航空機であるか否かを判定する。 物体識別部 3 3 8 は、 飛行物体が鳥類であるか否かを識別してもよい。

【 0 0 6 3 】

飛行情報導出部 3 4 0 は、 画像取得部 3 3 2 が取得したカメラ 2 1 0 及びカメラ 2 2 0 によって撮像された画像に基づいて、 飞行物体検出部 3 3 4 が検出した飛行物体の飛行速度、 飛行方向、 及び飛行ルート予測の少なくともいずれかを導出する。

【 0 0 6 4 】

高度導出部 3 4 2 は、 飞行物体検出部 3 3 4 が検出した飛行物体の高度を導出する。 高度導出部 3 4 2 は、 例えば、 カメラ 4 1 0 から飛行物体までの距離と、 カメラ 4 1 0 の高度に基づいて、 飞行物体の高度を導出する。 高度導出部 3 4 2 は、 例えば、 飛行体 4 0 0 が有する高度計によって測定された高度をカメラ 4 1 0 の高度とする。 また、 高度導出部 3 4 2 は、 例えば、 カメラ 4 1 0 によって撮像された画像と、 カメラ 5 1 0 によって撮像された画像に対して、 三角測量を用いた手法等の公知の手法を適用して、 カメラ 4 1 0 と飛行物体との距離を導出する。 そして、 高度導出部 3 4 2 は、 カメラ 4 1 0 の高度から、 カメラ 4 1 0 と飛行物体との距離を減算することによって、 飞行物体の高度を導出する。 40

【 0 0 6 5 】

送信制御部 3 4 4 は、 各種情報を通信装置 3 0 4 に送信させる。 送信制御部 3 4 4 は、 例えば、 飞行物体検出部 3 3 4 が飛行物体を検出した場合に、 警告情報を通信装置 3 0 4 に、 予め設定された通信機器に向けて送信させる。 送信制御部 3 4 4 は、 物体識別部 3 3 8 による識別結果を通信装置 3 0 4 に送信させてもよい。 送信制御部 3 4 4 は、 飞行情報導出部 3 4 0 によって導出された情報を通信装置 3 0 4 に送信させてもよい。 送信制御部 3 4 4 は、 高度導出部 3 4 2 によって導出された高度を通信装置 3 0 4 に送信させてもよい。

20

30

40

50

【0066】

なお、図6から図9では、地上局300が画像処理装置100として機能する例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、地上局600が画像処理装置100として機能してもよい。この場合、地上局600は、カメラ410によって撮像された画像を地上局300及びネットワーク80を介して飛行体400受信し、カメラ510によって撮像された画像を飛行体500から受信し、受信した画像に基づいて飛行物体を検出する。また、例えば、ネットワーク80に接続された通信機器が画像処理装置100として機能してもよい。この場合、当該通信機器は、カメラ410によって撮像された画像を地上局300及びネットワーク80を介して受信し、カメラ510によって撮像された画像を地上局600及びネットワーク80を介して受信し、受信した画像に基づいて飛行物体を検出する。

10

【0067】

推定高度取得部352は、飛行物体の推定高度を取得する。推定高度取得部352は、例えば、ネットワーク80上の通信機器から、飛行物体の推定高度を取得する。推定高度は、例えば、検出対象の飛行物体の平均的な高度である。

【0068】

調整制御部354は、推定高度取得部352が取得した推定高度に応じて、飛行体400と飛行体500との間の距離を調整させる。調整制御部354は、例えば、飛行体400と飛行体500との間の距離を調整すべく、飛行体400の飛行制御データを飛行体400に向けて通信装置304に送信させ、飛行体500の飛行制御データを飛行体500に向けてインターネット接続部302に送信させる。

20

【0069】

推定高度取得部352は、飛行物体の推定位置をさらに取得してもよく、この場合調整制御部354は、推定高度及び推定位置に応じて、飛行体400と飛行体500との間の距離、飛行体400の高度、及び飛行体500の高度を調整させてよい。

【0070】

図10は、飛行体400及び飛行体500による画像430及び画像530に対する傾き補正を説明する説明図である。画像430に対する傾き補正は、飛行体400によって実行されてよい。また、地上局300が画像処理装置として機能する場合、画像430に対する傾き補正は地上局300によって実行されてもよい。また、ネットワーク80上の通信機器が画像処理装置として機能する場合、画像430に対する傾き補正は当該通信機器によって実行されてもよい。

30

【0071】

画像530に対する傾き補正は、飛行体500によって実行されてよい。また、地上局600が画像処理装置として機能する場合、画像530に対する傾き補正は地上局600によって実行されてもよい。また、ネットワーク80上の通信機器が画像処理装置として機能する場合、画像530に対する傾き補正は当該通信機器によって実行されてもよい。

【0072】

画像430を傾き補正した補正画像432と、画像530を傾き補正した補正画像532とは、画像処理装置100によって突合されてよい。

40

【0073】

図11は、飛行物体800の検出精度を説明する説明図である。ここでは、カメラ410及びカメラ510による撮像画像の総画素数が1億ピクセルであり、縦ピクセル数が1万ピクセル、横ピクセル数が1万ピクセルであり、カメラ410及びカメラ510による撮像範囲が1km四方であり、カメラ410とカメラ510との距離710が2km、カメラ410とカメラ510の高度が20km、対象の飛行物体800である無人航空機の地上高が10mである場合を例に挙げて説明する。

【0074】

この場合、1ピクセルサイズは0.1mとなる。無人航空機の上と下は相似形であるので、高度730/高度720 = 距離740/距離710となり、距離740は1mとなり

50

、すれピクセル数は 10 ピクセルとなる。

【0075】

図 11 に示したように、例えば、高度 20 km を飛行する飛行体 400 及び飛行体 500 が、2 km 離れた位置から撮像した場合、地上高 10 m の無人航空機を検出することは理論的に可能である。

【0076】

上記実施形態では、飛行体 200 が地上局 300 を介してネットワーク 80 と通信する例を主に挙げて説明したが、これに限らない。飛行体 200 は、衛星通信を実行してもよい。

【0077】

図 12 は、飛行体 200 の通信環境の一例を概略的に示す。ここでは、図 2 と異なる点を主に説明する。

10

【0078】

飛行体 200 は、不図示の衛星通信部を備え、通信衛星 900 との間で衛星通信を実行する。飛行体 200 は、通信衛星 900 を介してネットワーク 80 と通信してよい。通信衛星 900 は、例えば、地上局 910 を介して、飛行体 200 とネットワーク 80 との間の通信を中継する。

【0079】

飛行体 200 は、飛行物体を検出した場合、通信衛星 900 、地上局 910 及びネットワーク 80 を介して、任意の通信機器に警告を送信してよい。飛行体 200 は、さらに、飛行物体の画像、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測等を当該通信機器に対して送信してもよい。

20

【0080】

図 13 は、飛行体 400 及び飛行体 500 の通信環境の一例を概略的に示す。ここでは、図 6 と異なる点を主に説明する。

【0081】

飛行体 400 は、不図示の衛星通信部を備え、通信衛星 900 との間で衛星通信を実行する。飛行体 400 は、通信衛星 900 を介してネットワーク 80 と通信してよい。通信衛星 900 は、例えば、地上局 910 を介して、飛行体 400 とネットワーク 80 との間の通信を中継する。

30

【0082】

飛行体 500 は、不図示の衛星通信部を備え、通信衛星 900 との間で衛星通信を実行する。飛行体 500 は、通信衛星 900 を介してネットワーク 80 と通信してよい。通信衛星 900 は、例えば、地上局 910 を介して、飛行体 500 とネットワーク 80 との間の通信を中継する。

【0083】

地上局 910 は、不図示の衛星通信部を備え、カメラ 410 によって撮像された画像を、飛行体 400 及び通信衛星 900 を介して受信してよい。また、地上局 910 は、カメラ 510 によって撮像された画像を、飛行体 500 及び通信衛星 900 を介して受信してよい。地上局 910 は、カメラ 410 によって撮像された画像と、カメラ 510 によって撮像された画像から飛行物体を検出してよい。地上局 910 は、飛行物体を検出した場合、ネットワーク 80 を介して、任意の通信機器に警告を送信してよい。地上局 910 は、さらに、飛行物体の画像、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測等を当該通信機器に対して送信してもよい。

40

【0084】

飛行体 400 は、通信衛星 900 を介して飛行体 500 と通信してもよい。飛行体 400 は、例えば、カメラ 510 によって撮像された画像を、飛行体 500 及び通信衛星 900 を介して受信してよい。飛行体 400 は、カメラ 410 によって撮像した画像と、カメラ 510 によって撮像された画像から飛行物体を検出してよい。飛行体 400 は、飛行物体を検出した場合、通信衛星 900 、地上局 910 、及びネットワーク 80 を介して、任

50

意の通信機器に警告を送信してよい。飛行体 400 は、さらに、飛行物体の画像、飛行物体の飛行速度、飛行方向、及び飛行ルート予測等を当該通信機器に対して送信してもよい。

【 0 0 8 5 】

以上の説明において、画像処理装置 100 の各部は、ハードウェアにより実現されてもよく、ソフトウェアにより実現されてもよい。また、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせにより実現されてもよい。また、プログラムが実行されることにより、コンピュータが、画像処理装置 100 として機能してもよい。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な媒体又はネットワークに接続された記憶装置から、画像処理装置 100 の少なくとも一部を構成するコンピュータにインストールされてよい。

10

【 0 0 8 6 】

コンピュータにインストールされ、コンピュータを本実施形態に係る画像処理装置 100 として機能させるプログラムは、CPU 等に働きかけて、コンピュータを、画像処理装置 100 の各部としてそれぞれ機能させる。これらのプログラムに記述された情報処理は、コンピュータに読み込まれることにより、ソフトウェアと画像処理装置 100 のハードウェア資源とが協働した具体的手段として機能する。

【 0 0 8 7 】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

20

【 0 0 8 8 】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階などの各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」などと明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」などを用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【 符号の説明 】

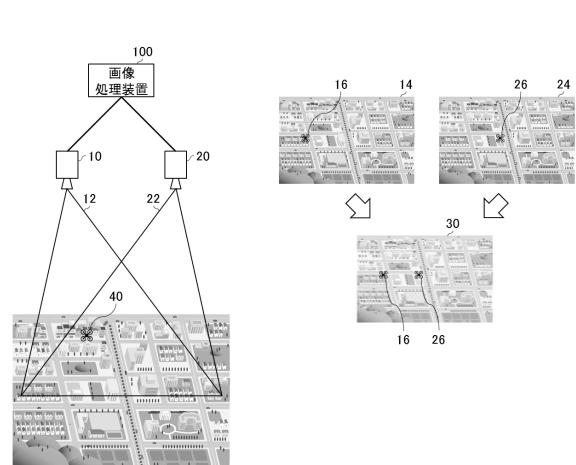
30

【 0 0 8 9 】

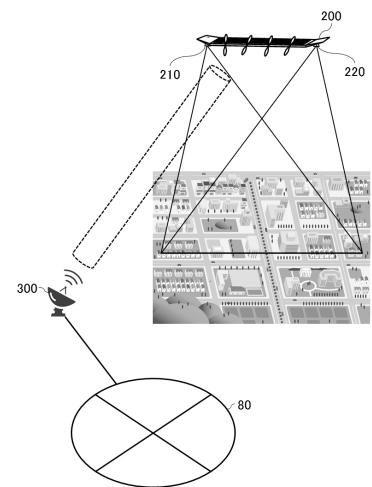
10 カメラ、12 撮像範囲、14 画像、16 飛行物体、20 カメラ、22 撮像範囲、24 画像、26 飛行物体、30 差分画像、40 飛行物体、80 ネットワーク、100 画像処理装置、200 飛行体、202 飛行制御 CPU、204 通信装置、205 アンテナ、206 DB、208 データバス、210 カメラ、220 カメラ、230 画像処理 CPU、232 画像取得部、234 飛行物体検出部、236 地図データ参照部、238 物体識別部、240 飛行情報導出部、242 高度導出部、244 送信制御部、300 地上局、302 インターネット接続部、304 通信装置、305 アンテナ、306 DB、308 画像処理 CPU、309 データバス、332 画像取得部、334 飛行物体検出部、336 地図データ参照部、338 物体識別部、340 飛行情報導出部、342 高度導出部、344 送信制御部、352 推定高度取得部、354 調整制御部、400 飛行体、402 飛行制御 CPU、404 通信装置、405 アンテナ、408 データバス、410 カメラ、420 画像処理 CPU、430 画像、432 補正画像、500 飛行体、502 飛行制御 CPU、504 通信装置、505 アンテナ、508 データバス、510 カメラ、520 画像処理 CPU、530 画像、532 補正画像、600 地上局、710 距離、720 高度、730 高度、740 距離、800 飛行物体、900 通信衛星、910 地上局

40

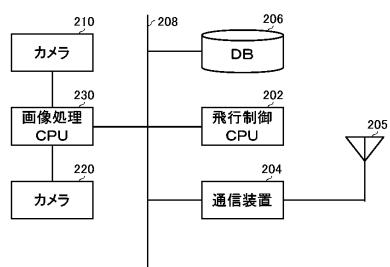
【図1】



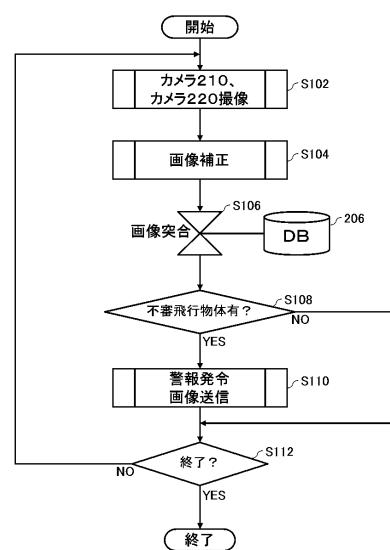
【図2】



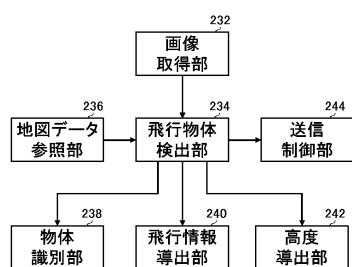
【図3】



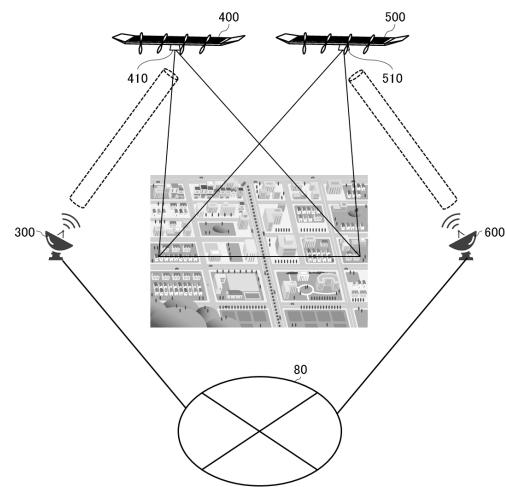
【図4】



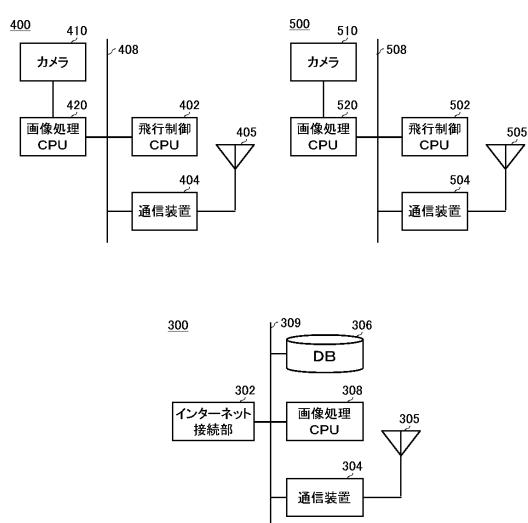
【図5】



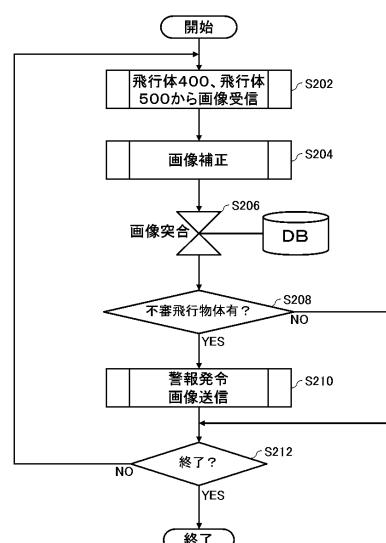
【図6】



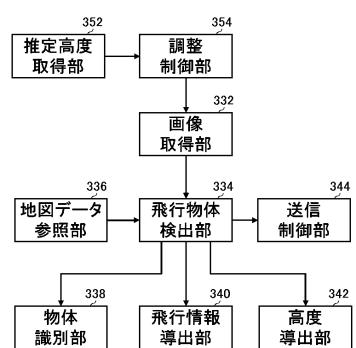
【図7】



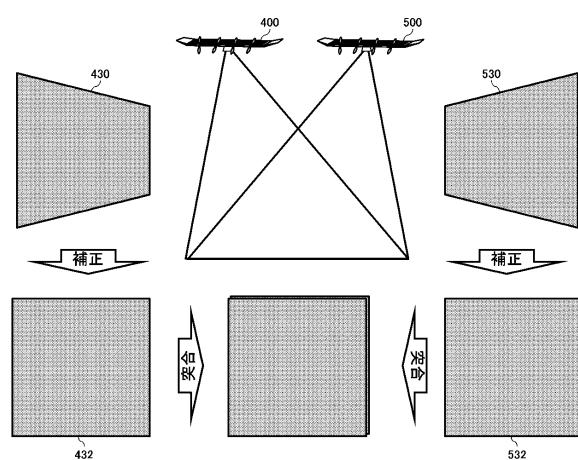
【図8】



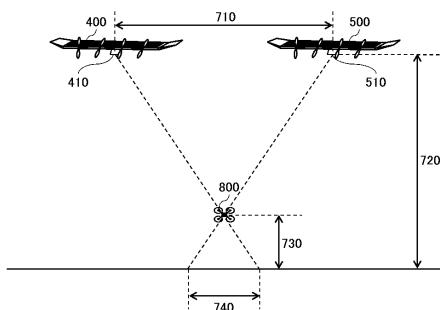
【図9】



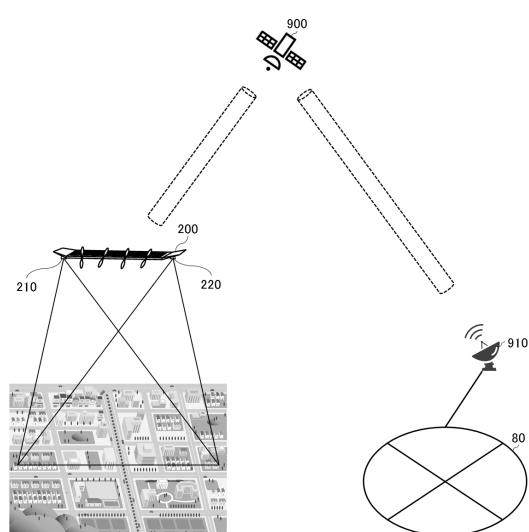
【図10】



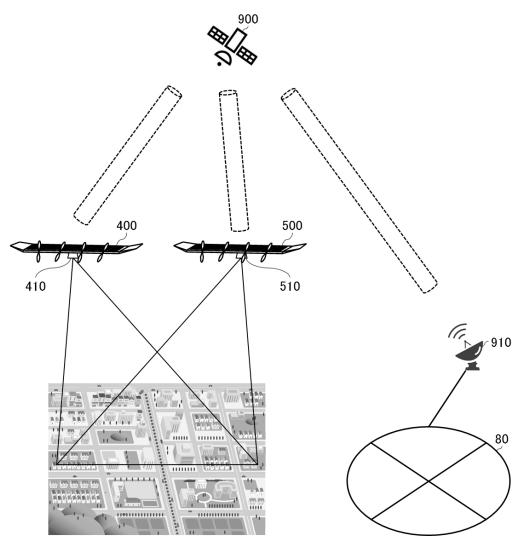
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
B 6 4 C 39/02 (2006.01)	B 6 4 C 39/02
B 6 4 C 27/08 (2006.01)	B 6 4 C 27/08
B 6 4 D 47/08 (2006.01)	B 6 4 D 47/08

(56)参考文献 特開平11-257931 (JP, A)
特開2000-283753 (JP, A)
特開平09-069148 (JP, A)
特開2001-333416 (JP, A)
国際公開第2017/073310 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T	7 / 0 0 - 7 / 9 0
F 4 1 H	1 1 / 0 2
G 0 8 B	2 5 / 0 0
H 0 4 N	7 / 1 8
B 6 4 C	2 7 / 0 8
B 6 4 C	3 9 / 0 2
B 6 4 D	4 7 / 0 8