

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7026505号
(P7026505)

(45)発行日 令和4年2月28日(2022.2.28)

(24)登録日 令和4年2月17日(2022.2.17)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 Q	9/00	(2006.01)	H 0 4 Q	9/00	3 0 1 Z
F 0 2 N	11/08	(2006.01)	F 0 2 N	11/08	U
F 0 2 D	29/02	(2006.01)	F 0 2 D	29/02	H
B 6 4 C	39/02	(2006.01)	F 0 2 D	29/02	L
B 6 4 D	47/08	(2006.01)	F 0 2 D	29/02	3 2 1 B

請求項の数 8 (全23頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-252645(P2017-252645)
 (22)出願日 平成29年12月27日(2017.12.27)
 (65)公開番号 特開2019-118084(P2019-118084
 A)
 (43)公開日 令和1年7月18日(2019.7.18)
 審査請求日 令和2年11月2日(2020.11.2)

(73)特許権者 000001236
 株式会社小松製作所
 東京都港区赤坂二丁目3番6号
 (74)代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72)発明者 須藤 次男
 東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小
 松製作所内
 審査官 小太刀 慶明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業現場の管理システム及び作業現場の管理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体に搭載された撮像装置で撮像された、異常の発生により作業現場において停車した無人車両の画像データを取得する画像データ取得部と、
 停車した前記無人車両の位置データを取得する位置データ取得部と、
 前記移動体に、前記停車した前記無人車両の位置データ及び前記停車した前記無人車両に向かって飛行することを要求する要求データを出力し、前記要求データに対する承諾データが取得されたときに、前記無人車両の位置データと前記移動体の位置データとに基づいて、前記移動体に、前記移動体から前記無人車両までのルートを出力する誘導部と、を備える

作業現場の管理システム。

【請求項2】

前記移動体は、前記作業現場において飛行可能な飛行体を含み、
 前記位置データ取得部は、前記飛行体の位置データを取得し、
 前記誘導部は、前記無人車両の位置データと前記飛行体の位置データとに基づいて、前記飛行体に、前記飛行体から前記無人車両までの飛行ルートを出力する、
 請求項1に記載の作業現場の管理システム。

【請求項3】

前記飛行ルートは、前記飛行体と前記無人車両とを結ぶ最短ルートである、
 請求項2に記載の作業現場の管理システム。

【請求項 4】

前記位置データ取得部は、複数の前記飛行体のそれぞれの位置データを取得し、
前記無人車両の位置データと複数の前記飛行体のそれぞれの位置データとに基づいて、複数の前記飛行体から特定の飛行体を選択する選択部を備え、
前記誘導部は、前記選択部に選択された特定の前記飛行体に、前記無人車両の位置データを出力する、
請求項 2 又は請求項 3 に記載の作業現場の管理システム。

【請求項 5】

特定の前記飛行体は、複数の前記飛行体のうち前記無人車両との距離が最も短い飛行体である、
請求項 4 に記載の作業現場の管理システム。

10

【請求項 6】

前記選択部は、前記要求データに対する承諾データ又は拒否データを前記飛行体から取得する、
請求項 4 又は請求項 5 に記載の作業現場の管理システム。

【請求項 7】

前記画像データに基づいて、前記無人車両を再起動させる再起動指令を出力する再起動指令部を備える、
請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の作業現場の管理システム。

【請求項 8】

移動体に搭載された撮像装置で撮像された、異常の発生により作業現場において停車した無人車両の画像データを取得することと、
停車した前記無人車両の位置データを取得することと、
前記移動体に、前記停車した前記無人車両の位置データ及び前記停車した前記無人車両に向かって飛行することを要求する要求データを出力することと、
前記要求データに対する承諾データが取得されたときに、前記無人車両の位置データと前記移動体の位置データとに基づいて、前記移動体に、前記移動体から前記無人車両までのルートを出力することと、を含む

20

作業現場の管理方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業現場の管理システム及び作業現場の管理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鉱山又は採石場のような広域の作業現場において無人車両が使用される場合がある（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2008 - 184979 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

走行中の無人車両に異常が発生して無人車両が停車した場合、無人車両が停車した状態を放置しておく、作業現場の生産性が低下する。無人車両に異常が発生して無人車両が停車したとき、作業現場の生産性の低下の抑制のために、無人車両の状況を迅速に確認して処置を講ずる必要がある。

【0005】

本発明の態様は、無人車両が稼働する作業現場において生産性の低下を抑制することを目

50

的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の態様に従えば、移動体に搭載された撮像装置で撮像された、異常の発生により作業現場において停車した無人車両の画像データを取得する画像データ取得部を備える作業現場の管理システムが提供される。

【発明の効果】

【0007】

本発明の態様によれば、無人車両が稼働する作業現場において生産性の低下を抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本実施形態に係る作業現場の管理システムの一例を模式的に示す図である。

【図2】図2は、本実施形態に係る管理システムの処理を示すシーケンス図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る制御装置を示す機能ブロック図である。

【図4】図4は、本実施形態に係る制御装置を示す機能ブロック図である。

【図5】図5は、本実施形態に係る管理装置を示す機能ブロック図である。

【図6】図6は、本実施形態に係る無人車両の動作を示すフローチャートである。

【図7】図7は、本実施形態に係る管理装置の動作を示すフローチャートである。

20

【図8】図8は、本実施形態に係る表示装置の一例を示す図である。

【図9】図9は、本実施形態に係る表示装置の一例を示す図である。

【図10】図10は、本実施形態に係る飛行体の動作を示すフローチャートである。

【図11】図11は、本実施形態に係るコンピュータシステムの一例を示すブロック図である。

【図12】図12は、本実施形態に係る無人車両を示す機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する実施形態の構成要素は適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

30

【0010】

[管理システム]

図1は、本実施形態に係る作業現場の管理システム1の一例を模式的に示す図である。図1に示すように、作業現場において、無人車両2及び飛行体3が稼働する。

【0011】

無人車両2とは、運転者の運転操作によらずに無人で走行する車両をいう。無人車両2は、後述する目標走行データに基づいて走行する。なお、無人車両2は、遠隔操作により走行してもよいし、自律走行してもよい。飛行体3とは、無人で飛行する無人航空機をいう。飛行体3は、遠隔操作により飛行してもよいし、自律飛行してもよい。以下の説明においては、飛行体3を適宜、ドローン3、と称する。

40

【0012】

作業現場は、鉱山又は採石場である。無人車両2は、作業現場を走行して積荷を運搬するダンプトラックである。ドローン3は、作業現場において飛行可能である。無人車両2及びドローン3のそれぞれは、作業現場において移動可能な移動体である。鉱山とは、鉱物を採掘する場所又は事業所をいう。採石場とは、岩石を採掘する場所又は事業所をいう。無人車両2に運搬される積荷として、鉱山又は採石場において掘削された鉱石又は土砂が例示される。

【0013】

管理システム1は、管理装置4と、入力装置5と、出力装置6と、通信システム7とを備

50

える。管理装置 4、入力装置 5、及び出力装置 6 は、例えば作業現場の管制施設 8 に設置される。通信システム 7 は、管理装置 4 と無人車両 2 とドローン 3 の間で通信を実施する。管理装置 4 に無線通信機 9 が接続される。通信システム 7 は、無線通信機 9 を含む。管理装置 4 と無人車両 2 とドローン 3 とは、通信システム 7 を介して無線通信する。無人車両 2 は、管理装置 4 からの目標走行データに基づいて、作業現場を走行する。

【 0 0 1 4 】

入力装置 5 は、管制施設 8 において管理者 W b に操作される。管理者 W b に操作されることにより、入力装置 5 は入力データを生成する。入力装置 5 により生成された入力データは、管理装置 4 に出力される。入力装置 5 として、コンピュータ用キーボード、ボタン、スイッチ、及びタッチパネルの少なくとも一つが例示される。

10

【 0 0 1 5 】

出力装置 6 は、管理装置 4 に制御され、規定の出力データを出力する。出力装置 6 として、表示データを表示可能な表示装置、音声を出力可能な音声出力装置、及び印刷物を出力可能な印刷装置の少なくとも一つが例示される。本実施形態においては、出力装置 6 が表示装置を含むこととする。以下の説明においては、出力装置 6 を適宜、表示装置 6、と称する。

【 0 0 1 6 】

表示装置 6 は、液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display : LCD) 又は有機 EL ディスプレイ (Organic Electroluminescence Display : OLED) のようなフラットパネルディスプレイを含む。管理者 W b は、表示装置 6 の表示画面を見ることができる。

20

【 0 0 1 7 】

[無人車両]

無人車両 2 は、作業現場において走行可能である。無人車両 2 は、制御装置 2 0 と、走行装置 2 1 と、走行装置 2 1 に支持される車両本体 2 2 と、車両本体 2 2 に支持されるダンブボディ 2 3 と、無人車両 2 の走行速度を検出する車速センサ 2 4 と、物体を非接触で検出する非接触センサ 2 5 と、無人車両 2 の位置を検出する位置センサ 2 6 と、無線通信機 2 7 とを備える。

【 0 0 1 8 】

走行装置 2 1 は、駆動装置 2 1 D と、ブレーキ装置 2 1 B と、操舵装置 2 1 S と、車輪 2 1 H とを有する。車輪 2 1 H が回転することにより、無人車両 2 は自走する。車輪 2 1 H は、前輪と後輪とを含む。車輪 2 1 H にタイヤが装着される。

30

【 0 0 1 9 】

駆動装置 2 1 D は、無人車両 2 を加速させるための駆動力を発生する。駆動装置 2 1 D は、ディーゼルエンジンのような内燃機関及び電動機の少なくとも一方を含む。駆動装置 2 1 D で発生した駆動力は、車輪 2 1 H (後輪) に伝達される。ブレーキ装置 2 1 B は、無人車両 2 を減速又は停車させるための制動力を発生する。操舵装置 2 1 S は、無人車両 2 の走行方向を調整するための操舵力を発生する。操舵装置 2 1 S で発生した操舵力は、車輪 2 1 H (前輪) に伝達される。

【 0 0 2 0 】

制御装置 2 0 は、走行装置 2 1 に運転指令を出力する。運転指令は、無人車両 2 を加速させるために駆動装置 2 1 D を作動させるアクセル指令、無人車両 2 を減速又は停車させるためにブレーキ装置 2 1 B を作動させるブレーキ指令、及び無人車両 2 の走行方向を調整するために操舵装置 2 1 S を作動させるステアリング指令の少なくとも一つを含む。駆動装置 2 1 D は、制御装置 2 0 から出力されたアクセル指令に基づいて、無人車両 2 を加速させるための駆動力を発生する。ブレーキ装置 2 1 B は、制御装置 2 0 から出力されたブレーキ指令に基づいて、無人車両 2 を減速又は停車させるための制動力を発生する。操舵装置 2 1 S は、制御装置 2 0 から出力されたステアリング指令に基づいて、無人車両 2 を直進又は旋回させるための操舵力を発生する。

40

【 0 0 2 1 】

車速センサ 2 4 は、無人車両 2 の走行速度を検出する。車速センサ 2 4 は、例えば車輪 2

50

1 Hの回転速度を検出して、無人車両2の走行速度を検出する。

【0022】

非接触センサ25は、無人車両2の周囲の物体を非接触で検出する。物体は、無人車両2の走行を妨げる障害物を含む。非接触センサ25は、車両本体22の前部に設けられる。なお、非接触センサ25は、車両本体22の側部に設けられてもよい。非接触センサ25は、レーザスキャナ装置を含む。非接触センサ25は、検出光であるレーザ光を使って、物体を非接触で検出する。非接触センサ25は、物体の有無、物体との相対位置、及び物体との相対速度を検出可能である。なお、非接触センサ25は、ミリ波レーダ装置のようなレーダ装置を含んでもよい。レーダ装置は、電波を使って、物体を非接触で検出可能である。

10

【0023】

位置センサ26は、無人車両2の位置を検出する。位置センサ26は、全地球航法衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite System)を利用して無人車両2の位置を検出する。全地球航法衛星システムは、全地球測位システム(GPS: Global Positioning System)を含む。全地球航法衛星システムは、緯度、経度、及び高度の座標データで規定される無人車両2の絶対位置を検出する。全地球航法衛星システムにより、グローバル座標系において規定される無人車両2の位置が検出される。グローバル座標系とは、地球に固定された座標系をいう。位置センサ26は、GPS受信機を含み、無人車両2の絶対位置(座標)を検出する。

【0024】

無線通信機27は、管理装置4と無線通信可能である。通信システム7は、無線通信機27を含む。

20

【0025】

[ドローン]

ドローン3は、作業現場において飛行可能である。ドローン3は、制御装置30と、飛行装置31と、飛行装置31に支持される本体32と、ドローン3の位置を検出する位置センサ33と、撮像装置34と、無線通信機36とを備える。

【0026】

飛行装置31は、プロペラ31Pと、駆動装置31Dとを有する。駆動装置31Dは、プロペラ31Pを回転させるための駆動力を発生する。駆動装置31Dは、電動機を含む。ドローン3は、電動機に電力を供給する電源を有する。電源は、充電機を含む。本体32は、飛行装置31に支持される。プロペラ31Pが回転することにより、ドローン3は飛行する。

30

【0027】

位置センサ33は、ドローン3の位置を検出する。位置センサ33は、GPS受信機を含み、ドローン3の絶対位置(座標)を検出する。

【0028】

撮像装置34は、被写体の画像データを取得する。撮像装置34は、光学系と、イメージセンサとを有する。イメージセンサは、CCD(Couple Charged Device)イメージセンサ又はCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサを含む。

40

【0029】

無線通信機36は、管理装置4及び無人車両2の制御装置20と無線通信可能である。通信システム7は、無線通信機36を含む。

【0030】

[処理の概要]

図2は、本実施形態に係る管理システム1の処理の概要を示すシーケンス図である。管理装置4は、無人車両2の目標走行条件を示す目標走行データを生成する。管理装置4は、通信システム7を介して、無人車両2に目標走行データを送信する(ステップS1)。

【0031】

50

無人車両 2 の目標走行条件とは、管理システム 1 が無人車両 2 に要求する走行状態の目標条件をいう。無人車両 2 の目標走行条件は、無人車両 2 の目標走行速度、目標加速度、及び目標走行コースを含む。目標走行条件は、例えばグローバル座標系において規定される。

【 0 0 3 2 】

無人車両 2 は、目標走行データを受信する。無人車両 2 は、目標走行データに従って走行する。

【 0 0 3 3 】

走行中の無人車両 2 に異常が発生すると、無人車両 2 は停車する。無人車両 2 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に、異常が発生したことを示す異常データ及び異常の発生により停車した無人車両 2 の位置データを送信する（ステップ S 2 ）。

10

【 0 0 3 4 】

管理装置 4 は、無人車両 2 から異常データ及び位置データを受信する。管理装置 4 は、異常の発生により停車した無人車両 2 にドローン 3 を誘導する処理を開始する。管理装置 4 は、通信システム 7 を介して、ドローン 3 に、停車した無人車両 2 の位置データ及び無人車両 2 に向かって飛行することを要求する要求データを送信する（ステップ S 3 ）。

【 0 0 3 5 】

ドローン 3 は、停車した無人車両 2 の位置データ及び要求データを受信する。ドローン 3 の制御装置 3 0 が無人車両 2 に向かって飛行することを承諾した場合、無人車両 2 に向かって飛行することを承諾する承諾データを生成する。ドローン 3 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に、承諾データを送信する（ステップ S 4 ）。

20

【 0 0 3 6 】

管理装置 4 は、承諾データを受信する。管理装置 4 は、通信システム 7 を介して、承諾データを出力したドローン 3 に、停車した無人車両 2 までの飛行ルートを示す飛行ルートデータを送信する（ステップ S 5 ）。

【 0 0 3 7 】

ドローン 3 は、飛行ルートデータを受信する。飛行ルートデータを受信したドローン 3 は、飛行ルートデータに基づいて、異常が発生した無人車両 2 に向かって飛行する。無人車両 2 に到着したドローン 3 は、無人車両 2 の状況を確認する。無人車両 2 の状況は、無人車両 2 の周辺の状況を含む。ドローン 3 は、撮像装置 3 4 を用いて、上空から、無人車両 2 の画像データを取得する。無人車両 2 の画像データは、無人車両 2 の周辺の少なくとも車両前方の画像データを含む。ドローン 3 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に、無人車両 2 の画像データを送信する（ステップ S 6 ）。

30

【 0 0 3 8 】

なお、異常の発生により停車している無人車両 2 にドローン 3 が到着したとき、制御装置 3 0 は、位置センサ 3 3 の検出データに基づいて、ドローン 3 が無人車両 2 に到着したことを示す到着データを、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に送信してもよい。

【 0 0 3 9 】

管理装置 4 は、無人車両 2 の画像データを受信する。管理装置 4 は、画像データに基づいて、無人車両 2 が目標走行データに基づいて走行可能な状態か否かを判定する。なお、管理者 W b が、無人車両 2 が目標走行データに基づいて走行可能な状態か否かを判定してもよい。無人車両 2 が走行を再開可能であると判定した場合、管理装置 4 は、通信システム 7 を介して、停車している無人車両 2 に、目標走行データに基づいて走行させる再起動指令を送信する（ステップ S 7 ）。

40

【 0 0 4 0 】

[制御装置]

図 3 は、本実施形態に係る制御装置 2 0 を示す機能ブロック図である。制御装置 2 0 は、コンピュータシステムを含む。制御装置 2 0 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 と無線通信する。

【 0 0 4 1 】

50

制御装置 20 は、通信部 201 と、目標走行データ取得部 202 と、車速データ取得部 203 と、障害物データ取得部 204 と、位置データ取得部 205 と、走行制御部 206 と、判定部 207 と、異常データ出力部 208 とを有する。

【0042】

通信部 201 は、通信システム 7 を介して管理装置 4 から送信されたデータ又は信号を受信する。また、通信部 201 は、通信システム 7 を介して管理装置 4 にデータ又は信号を送信する。

【0043】

目標走行データ取得部 202 は、管理装置 4 から、無人車両 2 の目標走行データを取得する。

10

【0044】

車速データ取得部 203 は、車速センサ 24 から、無人車両 2 の走行速度を示す車速データを取得する。

【0045】

障害物データ取得部 204 は、非接触センサ 25 から、無人車両 2 の周辺における障害物の有無、障害物との相対位置、及び障害物との相対速度の少なくとも一つを示す障害物データを取得する。

【0046】

位置データ取得部 205 は、位置センサ 26 から、無人車両 2 の絶対位置を示す位置データを取得する。

20

【0047】

走行制御部 206 は、目標走行データ取得部 202 により取得された目標走行データに基づいて、走行装置 21 を制御する。走行制御部 206 は、無人車両 2 が目標走行データに従って走行するように、駆動装置 21D を作動させるアクセル指令、ブレーキ装置 21B を作動させるブレーキ指令、及び操舵装置 21S を作動させるステアリング指令を含む運転指令を走行装置 21 に出力する。

【0048】

判定部 207 は、無人車両 2 に異常が発生したか否かを判定する。判定部 207 は、車速データ取得部 203 により取得された車速データ、障害物データ取得部 204 により取得された障害物データ、及び位置データ取得部 205 により取得された位置データの少なくとも一つに基づいて、無人車両 2 に異常が発生したか否かを判定する。

30

【0049】

無人車両 2 の異常は、無人車両 2 の走行状態の異常、及び無人車両 2 の走行状態に異常を発生させる原因の両方を含む。

【0050】

無人車両 2 の走行状態の異常は、目標走行データで規定される目標走行条件とは異なる走行条件で無人車両 2 が走行している状態を含む。

【0051】

無人車両 2 の走行状態の異常は、無人車両 2 が停車した状態を含む。例えば、非接触センサ 25 が障害物を検出したとき、走行制御部 206 は、無人車両 2 と障害物との接触を回避するために、障害物データ取得部 204 により取得された障害物データに基づいて、無人車両 2 を停車させる。また、無人車両 2 が目標走行コースから外れたとき、走行制御部 206 は、位置データ取得部 205 により取得された無人車両 2 の位置データに基づいて、無人車両 2 を停車させる。なお、無人車両 2 が目標走行コースから外れる原因として、例えば雨水又は散水により走行路がぬかるんでいて無人車両 2 がスリップすることが例示される。

40

【0052】

また、無人車両 2 の走行状態の異常は、無人車両 2 が目標走行速度よりも低い走行速度で走行している状態を含む。例えば、非接触センサ 25 が障害物を検出したとき、走行制御部 206 は、障害物データ取得部 204 により取得された障害物データに基づいて、無人

50

車両 2 を減速させてもよい。また、無人車両 2 が目標走行コースから外れたとき、走行制御部 206 は、位置データ取得部 205 により取得された無人車両 2 の位置データに基づいて、無人車両 2 を減速させてもよい。

【0053】

すなわち、無人車両 2 の走行状態の異常は、無人車両 2 の走行速度の異常を含む。判定部 207 は、目標走行データ取得部 202 により取得された目標走行データと、車速データ取得部 203 により取得された車速データとに基づいて、目標走行速度が指定されているにもかかわらず、無人車両 2 が停車したり目標走行速度よりも低い走行速度で走行したりしていると判定した場合、走行速度に異常が発生したと判定する。

【0054】

無人車両 2 の走行状態に異常が発生させる原因は、無人車両 2 を停車させる原因、及び無人車両 2 を目標走行速度よりも低い走行速度で走行させる原因の少なくとも一方を含む。非接触センサ 25 が障害物を検出したことにより無人車両 2 が減速又は停車したとき、無人車両 2 の走行状態に異常が発生させる原因は、非接触センサ 25 により障害物が検出された状態を含む。また、無人車両 2 が目標走行コースから外れたことにより無人車両 2 が減速又は停車したとき、無人車両 2 の走行状態に異常が発生させる原因は、位置センサ 26 により無人車両 2 が目標走行コースから外れたことが検出された状態を含む。

【0055】

また、無人車両 2 の異常は、無人車両 2 の駆動系の異常を含む。無人車両 2 の駆動系の異常とは、エンジン、発電機、及び電動機のような、走行装置を駆動させる駆動系の異常をいう。

【0056】

異常データ出力部 208 は、無人車両 2 に異常が発生したとき、異常データを出力する。異常データ出力部 208 が出力する異常データは、異常の発生により無人車両 2 が停車したことを示す停車データを含む。また、異常データ出力部 208 が出力する異常データは、異常の発生により無人車両 2 が目標走行速度よりも低い走行速度で走行していることを示す減速データを含む。

【0057】

また、異常データ出力部 208 が出力する異常データは、無人車両 2 の走行状態に異常が発生させる原因を示す原因データを含む。非接触センサ 25 が障害物を検出したことを原因として無人車両 2 が減速又は停車したとき、異常データ出力部 208 は、障害物データ取得部 204 により取得された障害物データに基づいて、非接触センサ 25 が障害物を検出したことを示す原因データを出力する。また、無人車両 2 が目標走行コースから外れたことを原因として無人車両 2 が減速又は停車したとき、異常データ出力部 208 は、位置データ取得部 205 により取得された無人車両 2 の位置データに基づいて、無人車両 2 が目標走行コースから外れたことを示す原因データを出力する。原因データが出力されることにより、無人車両 2 の状態をいち早く認識することができる。これにより、例えば無人車両 2 を再起動させるまでの所要時間を予測することができる。

【0058】

異常データ出力部 208 が出力した異常データ及び異常が発生した無人車両 2 の位置データは、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に送信される。

【0059】

[制御装置]

図 4 は、本実施形態に係る制御装置 30 を示す機能ブロック図である。制御装置 30 は、コンピュータシステムを含む。制御装置 30 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 と無線通信する。

【0060】

制御装置 30 は、通信部 301 と、飛行ルートデータ取得部 302 と、位置データ取得部 303 と、飛行制御部 304 と、画像データ取得部 305 と、要求データ取得部 306 と、判定部 307 と、回答出力部 308 とを有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

通信部 3 0 1 は、通信システム 7 を介して管理装置 4 から送信されたデータ又は信号を受信する。また、通信部 3 0 1 は、通信システム 7 を介して管理装置 4 にデータ又は信号を送信する。

【 0 0 6 2 】

飛行ルートデータ取得部 3 0 2 は、管理装置 4 から、異常が発生した無人車両 2 の位置データを取得する。また、飛行ルートデータ取得部 3 0 2 は、管理装置 4 から、ドローン 3 の飛行ルートを示す飛行ルートデータを取得する。

【 0 0 6 3 】

位置データ取得部 3 0 3 は、位置センサ 3 3 から、ドローン 3 の絶対位置を示す位置データを取得する。 10

【 0 0 6 4 】

飛行制御部 3 0 4 は、飛行ルートデータ取得部 3 0 2 により取得された無人車両 2 の位置データに基づいて、無人車両 2 に向かってドローン 3 が飛行するように、飛行装置 3 1 を制御する。

【 0 0 6 5 】

画像データ取得部 3 0 5 は、撮像装置 3 4 から、撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 の画像データを取得する。

【 0 0 6 6 】

要求データ取得部 3 0 6 は、管理装置 4 から、無人車両 2 に向かって飛行することを要求する要求データを取得する。 20

【 0 0 6 7 】

判定部 3 0 7 は、要求データ取得部 3 0 6 により要求データが取得されたとき、無人車両 2 に向かって飛行するか否かを判定する。

【 0 0 6 8 】

回答出力部 3 0 8 は、判定部 3 0 7 による判定結果に基づいて、要求データに対する承諾データ又は拒否データを出力する。

【 0 0 6 9 】

[管理装置]

図 5 は、本実施形態に係る管理装置 4 を示す機能ブロック図である。管理装置 4 は、コンピュータシステムを含む。管理装置 4 は、通信システム 7 を介して、制御装置 2 0 及び制御装置 3 0 と無線通信する。 30

【 0 0 7 0 】

管理装置 4 は、通信部 4 0 と、目標走行データ生成部 4 1 と、位置データ取得部 4 2 と、異常データ取得部 4 3 と、誘導部 4 4 と、選択部 4 5 と、画像データ取得部 4 6 と、再起動指令部 4 7 と、入力データ取得部 4 8 と、出力制御部 4 9 とを有する。

【 0 0 7 1 】

通信部 4 0 は、通信システム 7 を介して制御装置 2 0 及び制御装置 3 0 から送信されたデータ又は信号を受信する。また、通信部 4 0 は、通信システム 7 を介して制御装置 2 0 及び制御装置 3 0 にデータ又は信号を送信する。 40

【 0 0 7 2 】

目標走行データ生成部 4 1 は、無人車両 2 の目標走行条件を示す目標走行データを生成する。目標走行データは、間隔をあけて設定された複数のポイントのそれぞれにおける目標走行速度及び目標走行方位を含む。隣り合うポイントの目標走行速度の差に基づいて目標加速度が規定される。複数のポイントを結ぶ軌跡によって目標走行コースが規定される。ポイントの位置は、グローバル座標系において規定される。目標走行データ生成部 4 1 は、通信システム 7 を介して、無人車両 2 の制御装置 2 0 に目標走行データを出力する。

【 0 0 7 3 】

位置データ取得部 4 2 は、作業現場における無人車両 2 の位置データを取得する。位置データ取得部 4 2 は、異常の発生により作業現場において停車した無人車両 2 の位置データ 50

を取得する。無人車両 2 の位置データは、無人車両 2 に搭載されている位置センサ 2 6 によって検出される。位置データ取得部 4 2 は、通信システム 7 を介して、制御装置 2 0 から、無人車両 2 の位置データを取得する。

【 0 0 7 4 】

位置データ取得部 4 2 は、作業現場におけるドローン 3 の位置データを取得する。ドローン 3 の位置データは、ドローン 3 に搭載されている位置センサ 3 3 によって検出される。位置データ取得部 4 2 は、通信システム 7 を介して、制御装置 3 0 から、ドローン 3 の位置データを取得する。

【 0 0 7 5 】

作業現場においては、複数の無人車両 2 が稼働する。位置データ取得部 4 2 は、複数の無人車両 2 のそれぞれの位置データを取得する。また、作業現場においては、複数のドローン 3 が稼働する。位置データ取得部 4 2 は、複数のドローン 3 のそれぞれの位置データを取得する。

10

【 0 0 7 6 】

異常データ取得部 4 3 は、無人車両 2 の異常データ出力部 2 0 8 から出力された異常データを取得する。異常データ取得部 4 3 は、通信システム 7 を介して、制御装置 2 0 から、無人車両 2 の異常データを取得する。

【 0 0 7 7 】

誘導部 4 4 は、ドローン 3 に、異常の発生により停車した無人車両 2 の位置データを出力する。すなわち、誘導部 4 4 は、ドローン 3 に、異常の発生により作業現場において停車して、無人車両 2 が異常データを出力した地点の位置データを出力する。無人車両 2 の位置データは、異常の発生により作業現場において停車した無人車両 2 にドローン 3 を誘導するためのデータである。誘導部 4 4 は、通信システム 7 を介して、ドローン 3 の制御装置 3 0 に、異常の発生により停車している無人車両 2 の位置データを出力する。

20

【 0 0 7 8 】

誘導部 4 4 は、異常データを出力した無人車両 2 の位置データとドローン 3 の位置データとに基づいて、ドローン 3 に、ドローン 3 から異常の発生により停車した無人車両 2 までの飛行ルートを示す飛行ルートデータを出力する。誘導部 4 4 は、通信システム 7 を介して、ドローン 3 の制御装置 3 0 に、異常が発生している無人車両 2 までの飛行ルートデータを出力する。

30

【 0 0 7 9 】

飛行ルートは、ドローン 3 と無人車両 2 とを結ぶ最短ルートである。

【 0 0 8 0 】

選択部 4 5 は、無人車両 2 の位置データと複数のドローン 3 のそれぞれの位置データとに基づいて、複数のドローン 3 から特定のドローン 3 を選択する。誘導部 4 4 は、選択部 4 5 に選択された特定のドローン 3 に、異常の発生により停車した無人車両 2 の位置データを出力する。

【 0 0 8 1 】

特定のドローン 3 は、作業現場で稼働する複数のドローン 3 のうち、異常の発生により停車した無人車両 2 との距離が最も短いドローン 3 を含む。異常の発生により停車した無人車両 2 との距離が最も短いドローン 3 が、無人車両 2 に誘導される。これにより、異常の発生により停車した無人車両 2 にドローン 3 が到着するまでの飛行距離又は飛行時間が短縮される。

40

【 0 0 8 2 】

画像データ取得部 4 6 は、ドローン 3 の画像データ取得部 3 0 5 から出力された、無人車両 2 の画像データを取得する。画像データ取得部 4 6 は、ドローン 3 に搭載された撮像装置 3 4 で撮像された、異常の発生により停車した無人車両 2 の画像データを取得する。画像データは、無人車両 2 が目標走行データに基づいて走行を再開可能な状態か否かを判定するためのデータである。停車した無人車両 2 に到着したドローン 3 は、撮像装置 3 4 を使って、無人車両 2 の画像データを取得する。画像データ取得部 4 6 は、通信システム 7

50

を介して、ドローン 3 の撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 の画像データを取得する。

【 0 0 8 3 】

再起動指令部 4 7 は、画像データ取得部 4 6 により取得された無人車両 2 の画像データに基づいて、無人車両 2 を再起動させる再起動指令を出力する。無人車両 2 の再起動とは、異常の発生により停車している無人車両 2 に目標走行データに基づいて走行を再開させることをいう。再起動指令とは、異常の発生により停車している無人車両 2 に目標走行データに基づいて走行を再開させる指令をいう。再起動指令部 4 7 は、通信システム 7 を介して、無人車両 2 の制御装置 2 0 に、再起動指令を出力する。再起動指令が出力されることにより、停車している無人車両 2 は、目標走行データに基づいて走行を再開する。

【 0 0 8 4 】

入力データ取得部 4 8 は、入力装置 5 から、入力装置 5 が操作されることにより生成された入力データを取得する。

【 0 0 8 5 】

出力制御部 4 9 は、表示装置 6 を制御する。出力制御部 4 9 は、表示データを表示装置 6 に出力する。表示装置 6 は、出力制御部 4 9 から出力された表示データを表示する。本実施形態において、出力制御部 4 9 は、画像データ取得部 4 6 により取得された、異常の発生により停車した無人車両 2 の画像データを表示装置 6 に出力する。

【 0 0 8 6 】

[無人車両の動作]

図 6 は、本実施形態に係る無人車両 2 の動作を示すフローチャートである。目標走行データ生成部 4 1 で生成された無人車両 2 の目標走行データは、通信システム 7 を介して、管理装置 4 から制御装置 2 0 に送信される。目標走行データ取得部 2 0 2 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 から目標走行データを受信する (ステップ S 1 0 1)。

【 0 0 8 7 】

走行制御部 2 0 6 は、目標走行データ取得部 2 0 2 により取得された目標走行データに基づいて、走行装置 2 1 に運転指令を出力する (ステップ S 1 0 2)。無人車両 2 は、目標走行データに基づいて走行する。

【 0 0 8 8 】

判定部 2 0 7 は、障害物データ取得部 2 0 4 により取得された障害物データ、及び位置データ取得部 2 0 5 により取得された無人車両 2 の位置データの少なくとも一つに基づいて、無人車両 2 の走行状態に異常を発生させる原因となる異常が発生したか否かを判定する (ステップ S 1 0 3)。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 0 3 において、無人車両 2 の走行状態に異常を発生させる原因となる異常が発生していないと判定された場合 (ステップ S 1 0 3 : N o)、無人車両 2 は目標走行データに基づいて走行を継続する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 0 3 において、無人車両 2 の走行状態に異常を発生させる原因となる異常が発生したと判定された場合 (ステップ S 1 0 3 : Y e s)、走行制御部 2 0 6 は、無人車両 2 を停車させる停車指令を走行装置 2 1 に出力する (ステップ S 1 0 4)。なお、無人車両 2 の走行状態に異常を発生させる原因となる異常が発生したと判定された場合、走行制御部 2 0 6 は、無人車両 2 を減速させる減速指令を走行装置 2 1 に出力してもよい。

【 0 0 9 1 】

異常データ出力部 2 0 8 は、無人車両 2 に異常が発生したことを示す異常データを出力する。異常データ出力部 2 0 8 は、通信システム 7 を介して、異常データを管理装置 4 に送信する。また、異常データ出力部 2 0 8 は、通信システム 7 を介して、異常の発生により停車した無人車両 2 の位置データを管理装置 4 に送信する (ステップ S 1 0 5)。ステップ S 1 0 5 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 2 の処理に相当する。

【 0 0 9 2 】

ドローン 3 が停車している無人車両 2 まで飛行し、ドローン 3 の撮像装置 3 4 が無人車両

10

20

30

40

50

2の画像データを取得する。無人車両2の画像データに基づいて、無人車両2は目標走行データに基づいて走行を再開可能であると判定した場合、管理装置4は、通信システム7を介して、再起動指令を制御装置20に送信する(図2のステップS7参照)。一方、無人車両2は目標走行データに基づいて走行を再開可能でないと判定された場合、管理装置4から制御装置20に再起動指令は送信されない。走行制御部206は、管理装置4から再起動指令を取得したか否かを判定する(ステップS106)。

【0093】

ステップS106において、再起動指令を取得していないと判定された場合(ステップS106:No)、無人車両2は、停車している状態を維持する。

【0094】

ステップS106において、再起動指令を取得したと判定された場合(ステップS106:Yes)、走行制御部206は、目標走行データに基づいて、走行装置21に運転指令を出力する。無人車両2は、目標走行データに基づいて走行を再開する。

【0095】

[管理装置の動作]

図7は、本実施形態に係る管理装置4の動作を示すフローチャートである。目標走行データ生成部41は、無人車両2の目標走行データを生成する。目標走行データ生成部41は、通信システム7を介して、目標走行データを制御装置20に送信する(ステップS201)。ステップS201の処理は、図2を参照して説明したステップS1の処理に相当する。

【0096】

位置データ取得部42は、通信システム7を介して、作業現場において稼働する無人車両2の位置データ及びドローン3の位置データを取得する(ステップS202)。作業現場に複数の無人車両2が存在する場合、位置データ取得部42は、複数の無人車両2のそれぞれの位置データを取得する。また、作業現場に複数のドローン3が存在する場合、位置データ取得部42は、複数のドローン3のそれぞれの位置データを取得する。

【0097】

無人車両2に異常が発生した場合、制御装置20は、通信システム7を介して、異常が発生した無人車両2の位置データ及び異常データを管理装置4に送信する(図2のステップS2参照)。一方、無人車両2に異常が発生していない場合、制御装置20から管理装置4に異常データは送信されない。異常データ取得部43は、無人車両2から異常データを取得したか否かを判定する(ステップS203)。

【0098】

ステップS203において、異常データを取得していないと判定された場合(ステップS203:No)、管理装置4は、ステップS201の処理を実施する。無人車両2は、目標走行データに基づく走行を維持する。

【0099】

ステップS203において、異常データを取得したと判定された場合(ステップS203:Yes)、管理装置4は、異常の発生により停車した無人車両2にドローン3を誘導する処理を開始する。

【0100】

選択部45は、異常が発生した無人車両2の位置データと作業現場に存在する複数のドローン3のそれぞれの位置データとに基づいて、複数のドローン3から特定のドローン3を選択する(ステップS204)。

【0101】

選択部45は、複数のドローン3のうち異常の発生により停車した無人車両2との距離(直線距離)が最も短いドローン3を、特定のドローン3として選択する。

【0102】

図8は、本実施形態に係る表示装置6の一例を示す図である。図8に示すように、出力制御部49は、表示装置6に、作業現場の地図データ、無人車両2の位置データ、及びドロ

10

20

30

40

50

ーン 3 の位置データを表示させる。

【 0 1 0 3 】

ドローン 3 は、飛行しないとき、作業現場に規定された待機設備 1 0 に設置される。ドローン 3 に搭載されている充電電池を充電する充電器が待機設備 1 0 に設けられる。ドローン 3 は、待機設備 1 0 において、充電器で充電電池を充電する。

【 0 1 0 4 】

出力制御部 4 9 は、無人車両 2 の位置データとして、無人車両 2 のアイコンを表示装置 6 に表示させる。また、出力制御部 4 9 は、ドローン 3 の位置データとして、ドローン 3 のアイコンを表示装置 6 に表示させる。例えば走行により無人車両 2 の位置が変化したとき、出力制御部 4 9 は、無人車両 2 の位置データに基づいて、表示装置 6 の表示画面において無人車両 2 のアイコンの位置を更新したり無人車両 2 のアイコンを移動させたりする。また、例えば移動によりドローン 3 の位置が変化したとき、出力制御部 4 9 は、ドローン 3 の位置データに基づいて、表示装置 6 の表示画面においてドローン 3 のアイコンの位置を更新したりドローン 3 のアイコンを移動させたりする。これにより、管理者 W b は、作業現場における無人車両 2 の位置及びドローン 3 の位置を、視覚を通じて直感的に認識することができる。

10

【 0 1 0 5 】

図 8 に示す例において、無人車両 2 A に異常が発生して無人車両 2 A が停車したこととする。他の無人車両 2 B は、目標走行データに基づいて走行している。また、ドローン 3 A , 3 B , 3 C が作業現場に規定された待機場場に存在することとする。

20

【 0 1 0 6 】

出力制御部 4 9 は、異常の発生により停車した無人車両 2 A の表示形態と他の無人車両 2 B の表示形態とを異ならせて表示装置 6 に表示させてもよい。出力制御部 4 9 は、例えば、無人車両 2 A のアイコンと無人車両 2 B のアイコンとのデザイン、色相、明度、及び彩度の少なくとも一つを異ならせて表示装置 6 に表示させてもよい。また、出力制御部 4 9 は、無人車両 2 A のアイコン及び無人車両 2 B のアイコンの一方を連続表示させ、他方を点滅表示させてもよい。

【 0 1 0 7 】

選択部 4 5 は、無人車両 2 A の位置データとドローン 3 A の位置データとに基づいて、無人車両 2 A とドローン 3 A との距離を算出することができる。同様に、選択部 4 5 は、無人車両 2 A とドローン 3 B との距離、無人車両 2 A とドローン 3 C との距離を算出することができる。

30

【 0 1 0 8 】

図 8 に示す例では、無人車両 2 A とドローン 3 A との距離が最も短く、次いで無人車両 2 A とドローン 3 B との距離が短く、無人車両 2 A とドローン 3 C との距離が最も長い。

【 0 1 0 9 】

選択部 4 5 は、複数のドローン 3 A , 3 B , 3 C のうち、異常の発生により停車している無人車両 2 A との距離が最も短いドローン 3 A を、特定のドローン 3 として選択する。

【 0 1 1 0 】

誘導部 4 4 は、選択部 4 5 により選択されたドローン 3 A に、異常の発生により停車した無人車両 2 A に向かって飛行することを要求する要求データを出力する。誘導部 4 4 は、通信システム 7 を介して、選択部 4 5 により選択されたドローン 3 A に、異常の発生により停車した無人車両 2 A の位置データ及び異常が発生した無人車両 2 A に向かって飛行することを要求する要求データを送信する（ステップ S 2 0 5 ）。ステップ S 2 0 5 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 3 の処理に相当する。

40

【 0 1 1 1 】

ドローン 3 A は、無人車両 2 A の位置データ及び要求データを受信する。ドローン 3 A の制御装置 3 0 が無人車両 2 A に向かって飛行することを承諾した場合、無人車両 2 A に向かって走行することを承諾する承諾データを生成する。一方、ドローン 3 A の制御装置 3 0 が無人車両 2 A に向かって飛行することを拒否した場合、無人車両 2 A に向かって飛行

50

することを拒否する拒否データを生成する。例えば、ドローン 3 A の充電の充電が不十分であるとき又はドローン 3 A が他の作業を実施するときのように、ドローン 3 A が無人車両 2 A に向かって飛行することが困難又は不可能である場合がある。ドローン 3 A が無人車両 2 A に向かって飛行することが困難又は不可能である場合、ドローン 3 A の制御装置 3 0 は、無人車両 2 A に向かって走行することを拒否する拒否データを生成する。制御装置 3 0 により生成された承諾データ又は拒否データは、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に送信される。

【 0 1 1 2 】

選択部 4 5 は、通信システム 7 を介して、ドローン 3 A から、要求データに対する承諾データ又は拒否データを取得する。選択部 4 5 は、ドローン 3 A から承諾データを取得した
10

【 0 1 1 3 】

ステップ S 2 0 6 において、ドローン 3 A から拒否データを取得したと判定された場合（ステップ S 2 0 6 : N o ）、選択部 4 5 は、複数のドローン 3 から次の特定のドローン 3 を選択する（ステップ S 2 0 7 ）。選択部 4 5 は、複数のドローン 3 A , 3 B , 3 C のうち、異常が発生している無人車両 2 A との距離（直線距離）がドローン 3 A に次いで短いドローン 3 B を、次の特定のドローン 3 として選択する。

【 0 1 1 4 】

誘導部 4 4 は、選択部 4 5 で選択されたドローン 3 B に無人車両 2 A の位置データ及び要求データを送信する（ステップ S 2 0 5 ）。選択部 4 5 は、ドローン 3 B から承諾データを
20

【 0 1 1 5 】

ドローン 3 B から承諾データを取得できない場合、無人車両 2 A との距離がドローン 3 B に次いで短いドローン 3 C が次の特定のドローン 3 として選択され、ドローン 3 C に無人車両 2 A の位置データ及び要求データが送信される。以下、承諾データが取得されるまで、無人車両 2 A との距離が短いドローン 3 が順次選択され、無人車両 2 A の位置データ及び要求データを送信する処理が実施される。

【 0 1 1 6 】

本実施形態においては、ドローン 3 B から承諾データが出力されたこととする。ステップ S 2 0 6 において、ドローン 3 B から承諾データを取得したと判定された場合（ステップ S 2 0 6 : Y e s ）、誘導部 4 4 は、無人車両 2 A の位置データとドローン 3 B の位置データとに基づいて、ドローン 3 B に無人車両 2 A までの飛行ルートを出力する。飛行ルートは、例えばドローン 3 B と無人車両 2 A とを結び最短ルート（直線ルート）である。
30

【 0 1 1 7 】

誘導部 4 4 は、通信システム 7 を介して、ドローン 3 B に、無人車両 2 A までの飛行ルートを示す飛行ルートデータを送信する（ステップ S 2 0 8 ）。ステップ S 2 0 8 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 5 の処理に相当する。

【 0 1 1 8 】

ドローン 3 B は、飛行ルートデータに基づいて、異常が発生した無人車両 2 A に向かって飛行する。無人車両 2 A の上空に到着したドローン 3 B は、撮像装置 3 4 を使って、無人車両 2 A の画像データを取得する。ドローン 3 B の撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 A の画像データは、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に送信される。
40

【 0 1 1 9 】

画像データ取得部 4 6 は、通信システム 7 を介して、撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 A の画像データを取得する（ステップ S 2 0 9 ）。

【 0 1 2 0 】

出力制御部 4 9 は、画像データ取得部 4 6 により取得された無人車両 2 A の画像データを表示装置 6 に表示させる（ステップ S 2 1 0 ）。

【 0 1 2 1 】

図 9 は、本実施形態に係る表示装置 6 の一例を示す図である。図 9 に示すように、出力制
50

御部 4 9 は、表示装置 6 に、撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 の画像データを表示させる。ドローン 3 B は、撮像装置 3 4 を使って、無人車両 2 の上空から、無人車両 2 の画像データを取得する。無人車両 2 の画像データは、無人車両 2 の周辺の画像データを含む。

【 0 1 2 2 】

再起動指令部 4 7 は、画像データ取得部 4 6 により取得された無人車両 2 A の画像データに基づいて、無人車両 2 A が再起動可能か否かを判定する（ステップ S 2 1 1）。

【 0 1 2 3 】

例えば、無人車両 2 A の制御装置 2 0 が非接触センサ 2 5 の検出データに基づいて無人車両 2 A の周辺に障害物が存在すると判定して無人車両 2 A を停車させた場合において、実際には障害物が存在しない場合がある。例えば非接触センサ 2 5 が走行路の凹凸を障害物であると誤検出したとき、実際には無人車両 2 A は走行を継続可能であるにもかかわらず、無人車両 2 A が停車する場合がある。再起動指令部 4 7 は、撮像装置 3 4 により撮像された無人車両 2 A の画像データを画像処理して、無人車両 2 A の周辺に障害物が存在するか否かを判定する。

10

【 0 1 2 4 】

ステップ S 2 1 1 において、無人車両 2 A の周辺に障害物が存在し、無人車両 2 A は再起動不可能であると判定された場合（ステップ S 2 1 1 : N o ）、出力制御部 4 9 は、表示装置 6 に、無人車両 2 A は再起動不可能であることを示す表示データを表示させる。例えば、無人車両 2 A の画像データを画像処理した結果、無人車両 2 A の前方に障害物が存在し、無人車両 2 A が走行不可能であると判定された場合、再起動指令部 4 7 は、無人車両 2 A が再起動不可能であると判定する。出力制御部 4 9 は、無人車両 2 A が再起動不可能であることを示す表示データを表示装置 6 に表示させる。管理者 W b は、表示装置 6 を見て、例えば無人車両 2 A の周辺に存在する障害物を除去するための指示を作業者に指示することができる。

20

【 0 1 2 5 】

ステップ S 2 1 1 において、無人車両 2 A の周辺に障害物が存在せず、無人車両 2 A は再起動可能であると判定された場合（ステップ S 2 1 1 : Y e s ）、再起動指令部 4 7 は、無人車両 2 A を再起動させる再起動指令を出力する。例えば、無人車両 2 A の画像データを画像処理した結果、無人車両 2 A の周辺に障害物が存在せず、無人車両 2 A が走行可能であると判定された場合、再起動指令部 4 7 は、再起動指令を出力する。再起動指令部 4 7 は、通信システム 7 を介して、無人車両 2 A に再起動指令を送信する（ステップ S 2 1 2 ）。ステップ S 2 1 1 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 7 の処理に相当する。

30

【 0 1 2 6 】

再起動指令を取得した無人車両 2 A は、目標走行データに基づいて、目標走行データに基づいて走行を再開する。

【 0 1 2 7 】

なお、ステップ S 2 1 1 において、無人車両 2 A が再起動可能か否かの判定は、管理者 W b が実施してもよい。無人車両 2 A の画像データが表示装置 6 に表示されるため、管理者 W b は、表示装置 6 を見て、無人車両 2 A の状況を確認することができる。管理者 W b は、無人車両 2 A の画像データが表示された表示装置 6 を見て、実際に障害物が存在し、無人車両 2 A は走行不可能であると判定した場合、入力装置 5 を操作して、無人車両 2 A は走行不可能であることを示す判定データを生成する。出力制御部 4 9 は、表示装置 6 に、無人車両 2 A は再起動不可能であることを示す表示データを表示させる。

40

【 0 1 2 8 】

一方、管理者 W b は、無人車両 2 A の画像データが表示された表示装置 6 を見て、実際には障害物が存在せず、無人車両 2 A は走行可能であると判定した場合、入力装置 5 を操作して、無人車両 2 A は走行可能であることを示す判定データを生成する。再起動指令部 4 7 は、通信システム 7 を介して、無人車両 2 A に再起動指令を送信する（ステップ S 2 1 2 ）。

50

【 0 1 2 9 】

[飛行体の動作]

図 1 0 は、本実施形態に係る飛行体 3 の動作を示すフローチャートである。無人車両 2 A に異常が発生すると、管理装置 4 は、上述のステップ S 2 0 5 (ステップ S 3) の処理を実施する。すなわち、管理装置 4 は、通信システム 7 を介して、異常の発生により停車した無人車両 2 A の位置データ及び要求データをドローン 3 B に送信する。飛行ルートデータ取得部 3 0 2 は、管理装置 4 から無人車両 2 A の位置データを取得する。要求データ取得部 3 0 6 は、管理装置 4 から要求データを取得する (ステップ S 3 0 1)。

【 0 1 3 0 】

判定部 3 0 7 は、要求データ取得部 3 0 6 により要求データが取得されたとき、無人車両 2 A に向かって飛行するか否かを判定する (ステップ S 3 0 2)。

10

【 0 1 3 1 】

例えば充電の充電が完了しドローン 3 B に別の作業の予定がないとき、判定部 3 0 7 は、無人車両 2 A に向かって飛行すると判定する。一方、例えば充電の充電が不十分であったりドローン 3 B に別の作業が予定されていたりしたとき、判定部 3 0 7 は、無人車両 2 A に向かって飛行しないと判定する。

【 0 1 3 2 】

ステップ S 3 0 2 において、無人車両 2 A に向かって飛行すると判定された場合 (ステップ S 3 0 2 : Y e s)、回答出力部 3 0 8 は、無人車両 2 A に向かって飛行することを承諾する承諾データを生成する。回答出力部 3 0 8 は、通信システム 7 を介して、承諾データを管理装置 4 に送信する (ステップ S 3 0 3)。ステップ S 3 0 3 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 4 の処理に相当する。

20

【 0 1 3 3 】

ステップ S 3 0 2 において、無人車両 2 A に向かって飛行しないと判定された場合 (ステップ S 3 0 2 : N o)、回答出力部 3 0 8 は、無人車両 2 A に向かって走行することを拒否する拒否データを生成する。回答出力部 3 0 8 は、通信システム 7 を介して、拒否データを管理装置 4 に送信する (ステップ S 3 0 6)。

【 0 1 3 4 】

管理装置 4 は、飛行ルートデータを生成し、通信システム 7 を介して、飛行ルートデータを制御装置 3 0 に送信する。飛行ルートデータ取得部 3 0 2 は、飛行ルートデータを取得する (ステップ S 3 0 4)。

30

【 0 1 3 5 】

飛行制御部 3 0 4 は、飛行ルートデータに基づいて飛行装置 3 1 を作動して、ドローン 3 B を無人車両 2 A まで飛行させる。無人車両 2 A に到着したドローン 3 B の撮像装置 3 4 は、無人車両 2 を撮像する。

【 0 1 3 6 】

管理者 W b は、ドローン 3 B を遠隔操作して、無人車両 2 A に対するドローン 3 B の相対位置を変化させながら、無人車両 2 A の画像データを取得することができる。また、撮像装置 3 4 の光学系がズームレンズを含む場合、管理者 W b は、撮像装置 3 4 の光学系を遠隔操作して、無人車両 2 A の光学像を拡大したり縮小したりして、画像データを取得してもよい。

40

【 0 1 3 7 】

撮像装置 3 4 により取得された無人車両 2 A の画像データは、画像データ取得部 3 0 5 に取得される。画像データ取得部 3 0 5 は、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に、無人車両 2 の画像データを送信する (ステップ S 3 0 5)。ステップ S 3 0 5 の処理は、図 2 を参照して説明したステップ S 6 の処理に相当する。

【 0 1 3 8 】

[効果]

以上説明したように、本実施形態によれば、異常の発生により停車した無人車両 2 A の位置データがドローン 3 B に出力される。これにより、ドローン 3 B は、無人車両 2 A の位

50

置データに基づいて、無人車両 2 A に向かって飛行することができる。ドローン 3 B は、無人車両 2 A の画像データを迅速に取得することができる。また、ドローン 3 B により取得された無人車両 2 A の画像データに基づいて適切な処置を講ずることができる。したがって、作業現場の生産性の低下が抑制される。

【 0 1 3 9 】

再起動指令部 4 7 は、無人車両 2 A の画像データに基づいて、無人車両 2 A を再起動させる再起動指令を出力する。これにより、無人車両 2 A が走行可能な状況であれば、無人車両 2 A は目標走行データに基づいて走行を再開することができる。したがって、作業現場の生産性の低下が抑制される。

【 0 1 4 0 】

誘導部 4 4 は、無人車両 2 A の位置データとドローン 3 B の位置データとに基づいて、ドローン 3 B から無人車両 2 A までの飛行ルートを出力する。これにより、ドローン 3 B は、飛行ルートに従って、無人車両 2 A まで迅速に飛行することができる。

【 0 1 4 1 】

飛行ルートは、ドローン 3 B と無人車両 2 A とを結ぶ最短ルート（直線ルート）である。これにより、ドローン 3 B の飛行距離が短くなるので、ドローン 3 B は、無人車両 2 A に短時間で到着することができる。

【 0 1 4 2 】

複数のドローン 3 が作業現場に存在する場合、選択部 4 5 は、複数のドローン 3 から特定のドローン 3 を選択し、誘導部 4 4 は、選択部 4 5 に選択された特定のドローン 3 に異常の発生により停車した無人車両 2 A の位置データを送信する。これにより、複数のドローン 3 から選択された最適なドローン 3 が無人車両 2 A に誘導される。

【 0 1 4 3 】

選択部 4 5 は、複数のドローン 3 のうち無人車両 2 A との距離が最も短いドローン 3 を、無人車両 2 A に向かって飛行させる特定のドローン 3 として選択する。これにより、選択された特定のドローン 3 は、短時間で無人車両 2 A に到着することができる。

【 0 1 4 4 】

選択部 4 5 は、要求データに対する承諾データ又は拒否データをドローン 3 から取得して、無人車両 2 A に向かって飛行させるドローン 3 を決定する。これにより、無人車両 2 A に向かって飛行困難又は飛行不可能なドローン 3 に、無人車両 2 A の状況を確認する作業が割り当てられてしまうことが抑制される。

【 0 1 4 5 】

[コンピュータシステム]

図 1 1 は、本実施形態に係るコンピュータシステム 1 0 0 0 の一例を示すブロック図である。上述の管理装置 4、制御装置 2 0、及び制御装置 3 0 のそれぞれは、コンピュータシステム 1 0 0 0 を含む。コンピュータシステム 1 0 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) のようなプロセッサ 1 0 0 1 と、ROM (Read Only Memory) のような不揮発性メモリ及びRAM (Random Access Memory) のような揮発性メモリを含むメインメモリ 1 0 0 2 と、ストレージ 1 0 0 3 と、入出力回路を含むインターフェース 1 0 0 4 とを有する。上述の管理装置 4 の機能、制御装置 2 0 の機能、及び制御装置 3 0 の機能は、プログラムとしてストレージ 1 0 0 3 に記憶されている。プロセッサ 1 0 0 1 は、プログラムをストレージ 1 0 0 3 から読み出してメインメモリ 1 0 0 2 に展開し、プログラムに従って上述の処理を実行する。なお、プログラムは、ネットワークを介してコンピュータシステム 1 0 0 0 に配信されてもよい。

【 0 1 4 6 】

なお、上述の実施形態において、無人車両 2 の制御装置 2 0 が、管理装置 4 の少なくとも一部の機能を有してもよいし、ドローン 3 の制御装置 3 0 が、管理装置 4 の少なくとも一部の機能を有してもよい。すなわち、制御装置 2 0 が管理装置 4 として機能してもよいし、制御装置 3 0 が管理装置 4 として機能してもよい。例えば、制御装置 2 0 及び制御装置 3 0 の少なくとも一方が、目標走行データ生成部 4 1、位置データ取得部 4 2、異常デー

10

20

30

40

50

タ取得部 4 3、誘導部 4 4、選択部 4 5、画像データ取得部 4 6、及び再起動指令部 4 7 の機能を有してもよい。例えば、制御装置 3 0 が、無人車両 2 の位置データとドローン 3 の位置データとに基づいて、ドローン 3 から無人車両 2 までの飛行ルートを生成してもよい。

【 0 1 4 7 】

管理装置 4、制御装置 2 0、及び制御装置 3 0 の少なくとも一つを含むコンピュータシステム 1 0 0 0 は、作業現場において異常データを出力した無人車両 2 の位置データを取得することと、作業現場において飛行可能なドローン 3 に異常データを出力した無人車両 2 の位置データを出力することと、を実行してもよい。これにより、無人車両 2 が稼働する作業現場において生産性の低下を抑制することができる。

10

【 0 1 4 8 】

[他の実施形態]

なお、上述の実施形態においては、異常が発生した無人車両 2 は停車することとした。異常が発生した無人車両 2 は減速してもよい。上述のように、無人車両 2 の走行状態の異常は、無人車両 2 が目標走行速度よりも低い走行速度で走行している状態を含む。誘導部 4 4 は、ドローン 3 に、減速した無人車両 2 の位置データを出力してもよい。

【 0 1 4 9 】

ドローン 3 は、撮像装置 3 4 の他に、例えば無人車両 2 A の周辺の音声データを取得可能なマイクロフォン装置を有してもよい。

【 0 1 5 0 】

上述の実施形態において、異常が発生した場合、無人車両 2 A は、停車してもよいし、停車せずに目標走行速度よりも低い走行速度まで減速してもよい。

20

【 0 1 5 1 】

上述の実施形態において、選択部 4 5 は、複数のドローン 3 のうち無人車両 2 A との距離が最も短いドローン 3 を、無人車両 2 A に向かって飛行させる特定のドローン 3 として選択することとした。選択部 4 5 は、例えば飛行速度が高いドローン 3 を特定のドローン 3 として選択してもよいし、充電地の充電量が高いドローン 3 を特定のドローン 3 として選択してもよい。

【 0 1 5 2 】

なお、無人車両 2 A までのドローン 3 の飛行ルートは、ドローン 3 と無人車両 2 A とを結ぶ最短ルート（直線ルート）でなくてもよい。例えば、無人車両 2 A とドローン 3 との間に鉱山の一部のような障害物が存在する場合、誘導部 4 4 は、飛行ルートとして、障害物を迂回する飛行ルートを生成してもよい。

30

【 0 1 5 3 】

上述の実施形態において、撮像装置 3 4 で撮像された無人車両 2 A の画像データが管理装置 4 に送信され、管理装置 4 の再起動指令部 4 7 が無人車両 2 A の再起動指令を出力することとした。ドローン 3 の制御装置 3 0 が無人車両 2 A の画像データを画像処理し、画像処理結果に基づいて再起動指令を生成し、生成した再起動指令を、管理装置 4 を介さずに、無人車両 2 A に送信してもよい。すなわち、ドローン 3 で生成された再起動指令が、ドローン 3 から無人車両 2 A に送信されてもよい。

40

【 0 1 5 4 】

また、異常の発生により停車した無人車両 2 A の位置データが、管理装置 4 を介さずに、無人車両 2 A の制御装置 2 0 からドローン 3 の制御装置 3 0 に送信されてもよい。こうすることによっても、ドローン 3 は、異常の発生により停車した無人車両 2 A に向かって飛行することができる。

【 0 1 5 5 】

上述の実施形態において、ドローン 3 は、作業現場に規定された待機設備 1 0 に設置されることとした。ドローン 3 は、無人車両 2 に搭載されてもよい。無人車両 2 に搭載されるドローン 3 は、有線又は無線により通信を行う構成とすることができる。この場合、ドローン 3 は、無人車両 2 が停車した際には、無人車両 2 の少なくとも前方の領域の画像を撮

50

像できる位置まで上昇し、撮像装置 3 4 により撮像を行うことができる。撮像装置 3 4 は、単カメラ又は複数のカメラを含んでもよい。また、この場合、管理装置 4 は、位置データ取得部 4 2 を有しなくてもよいし、誘導部 4 4 は、ドローン 3 に停車した無人車両 2 A の位置データを出力しなくてもよい。

【 0 1 5 6 】

なお、上述の実施形態においては、撮像装置が搭載された移動体がドローン 3 であることとした。撮像装置が搭載される移動体は無人車両 2 でもよい。例えば、異常の発生により停車した無人車両 2 A の画像データが、停車した無人車両 2 A に搭載されている撮像装置に撮像されてもよい。なお、撮像装置が搭載される移動体と、停車した無人車両 2 A とが同じであってもよい。図 1 2 は、本実施形態に係る無人車両 2 A を示す機能ブロック図である。図 1 2 に示す機能ブロック図において、図 3 に示した機能ブロック図と異なる点は、停車した無人車両 2 A が撮像装置 2 8 を有し、制御装置 2 0 が撮像装置 2 8 で撮像された停車した無人車両 2 A の画像データを取得する画像データ取得部 2 0 9 を有する点にある。異常の発生により無人車両 2 A が停車したとき、撮像装置 2 8 は、無人車両 2 A の画像データを撮像する。停車した無人車両 2 A の画像データは、無人車両 2 A の周辺の少なくとも車両前方の画像データを含む。撮像装置 2 8 は、無人車両 2 A に 1 台設けられてもよいし、複数台設けられてもよい。また、画像データは、例えば無人車両 2 A に設けられた 1 台のカメラで無人車両 2 A の車両前方を撮像してもよいし、複数台のカメラで無人車両 2 A 全周の周辺を撮像した画像であってもよい。撮像装置 2 8 で撮像された画像データは、通信システム 7 を介して、管理装置 4 に送信される。管理装置 4 の出力制御部 4 9 は、撮像装置 2 8 で撮像された無人車両 2 A の画像データを表示装置 6 に表示させることができる。なお、図 1 2 において、管理装置 4 は、位置データ取得部 4 2 を有しなくてもよいし、誘導部 4 4 は、ドローン 3 に停車した無人車両 2 A の位置データを出力しなくてもよい。

【 0 1 5 7 】

なお、上述の実施形態においては、無人車両 2 が運搬車両の一種であるダンプトラックであることとした。無人車両 2 は、例えば油圧ショベル又はブルドーザのような作業機を備える作業機械でもよい。作業機を備える作業機械は、遠隔操作されてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 8 】

1 ... 管理システム、2 ... 無人車両、3 ... ドローン（飛行体）、4 ... 管理装置、5 ... 入力装置、6 ... 表示装置（出力装置）、7 ... 通信システム、8 ... 管制施設、9 ... 無線通信機、10 ... 待機設備、20 ... 制御装置、21 ... 走行装置、21 B ... ブレーキ装置、21 D ... 駆動装置、21 H ... 車輪、21 S ... 操舵装置、22 ... 車両本体、23 ... ダンプボディ、24 ... 車速センサ、25 ... 非接触センサ、26 ... 位置センサ、27 ... 無線通信機、28 ... 撮像装置、30 ... 制御装置、31 ... 飛行装置、31 D ... 駆動装置、31 P ... プロペラ、32 ... 本体、33 ... 位置センサ、34 ... 撮像装置、36 ... 無線通信機、40 ... 通信部、41 ... 目標走行データ生成部、42 ... 位置データ取得部、43 ... 異常データ取得部、44 ... 誘導部、45 ... 選択部、46 ... 画像データ取得部、47 ... 再起動指令部、48 ... 入力データ取得部、49 ... 出力制御部、201 ... 通信部、202 ... 目標走行データ取得部、203 ... 車速データ取得部、204 ... 障害物データ取得部、205 ... 位置データ取得部、206 ... 走行制御部、207 ... 判定部、208 ... 異常データ出力部、209 ... 画像データ取得部、301 ... 通信部、302 ... 飛行ルートデータ取得部、303 ... 位置データ取得部、304 ... 飛行制御部、305 ... 画像データ取得部、306 ... 要求データ取得部、307 ... 判定部、308 ... 回答出力部、W b ... 管理者。

10

20

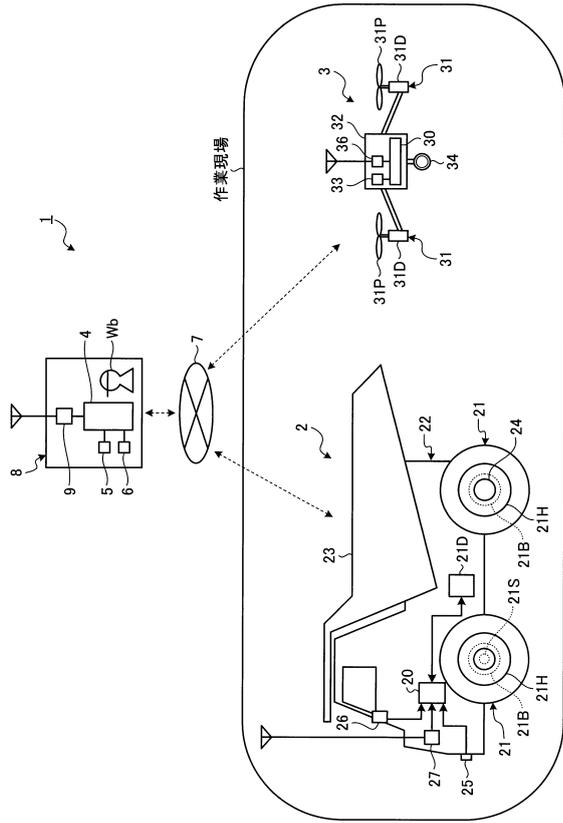
30

40

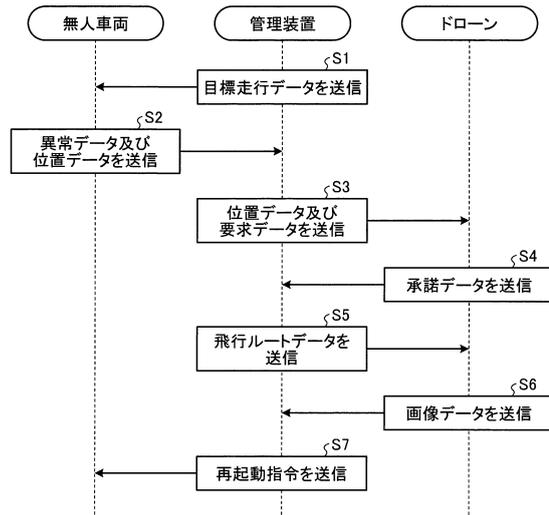
50

【図面】

【図 1】



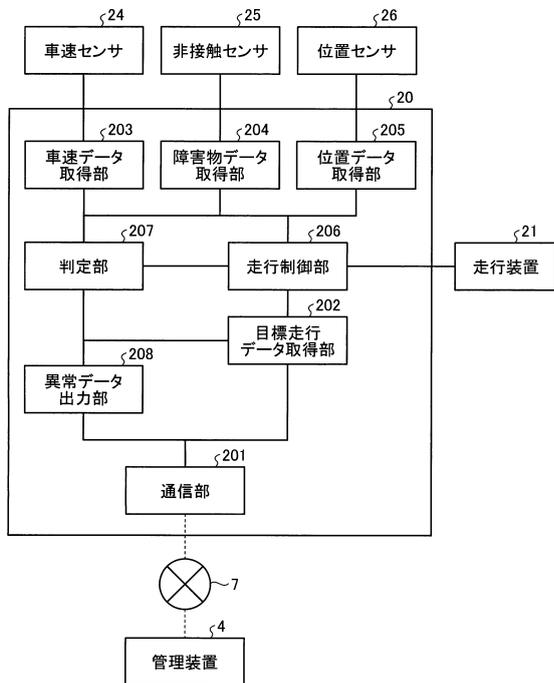
【図 2】



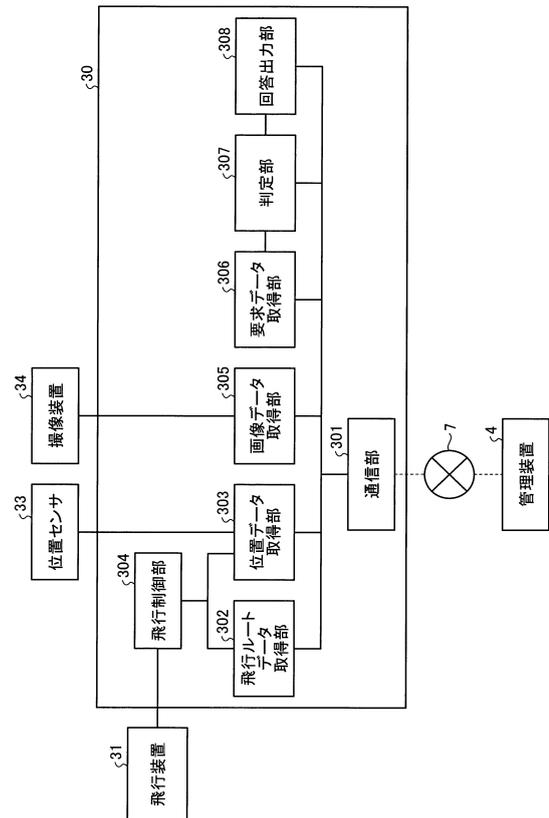
10

20

【図 3】



【図 4】

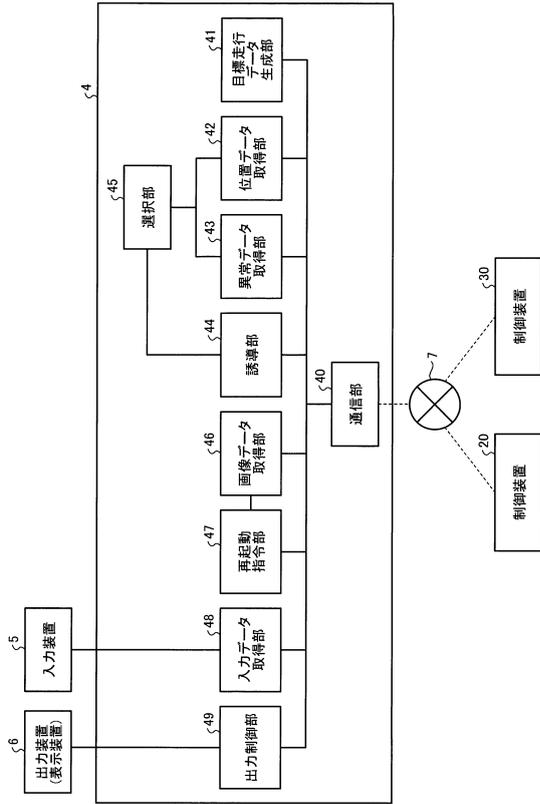


30

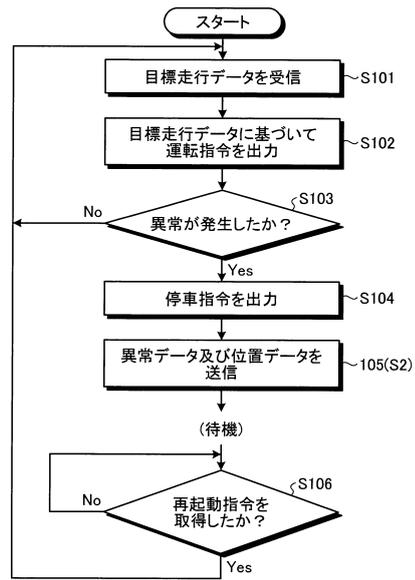
40

50

【図5】



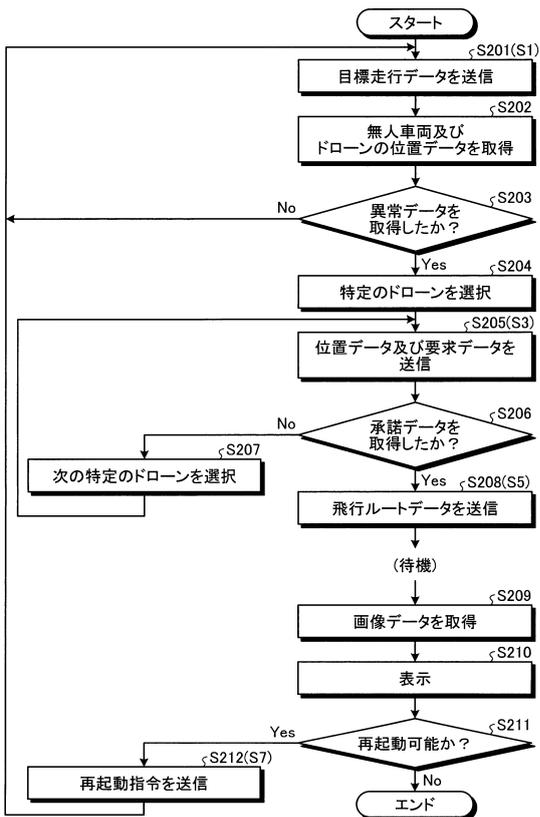
【図6】



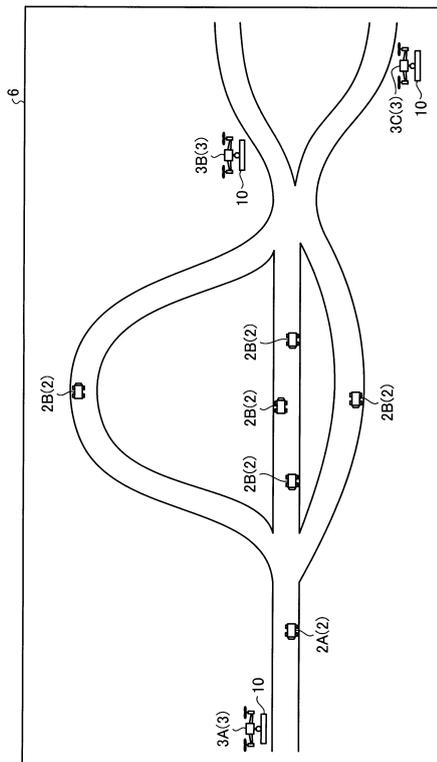
10

20

【図7】



【図8】

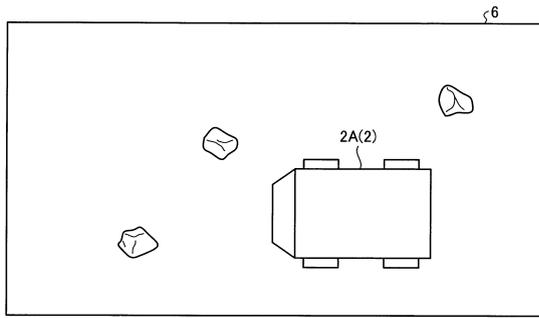


30

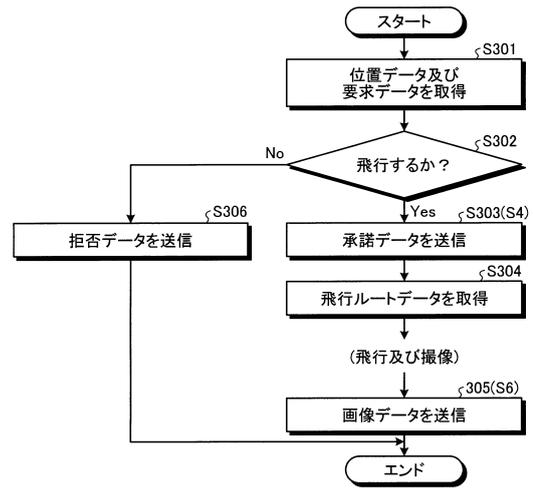
40

50

【図 9】



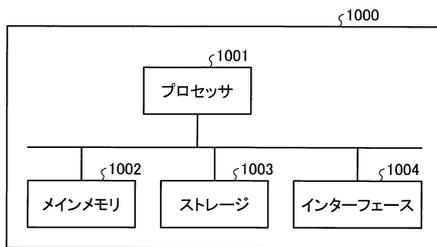
【図 10】



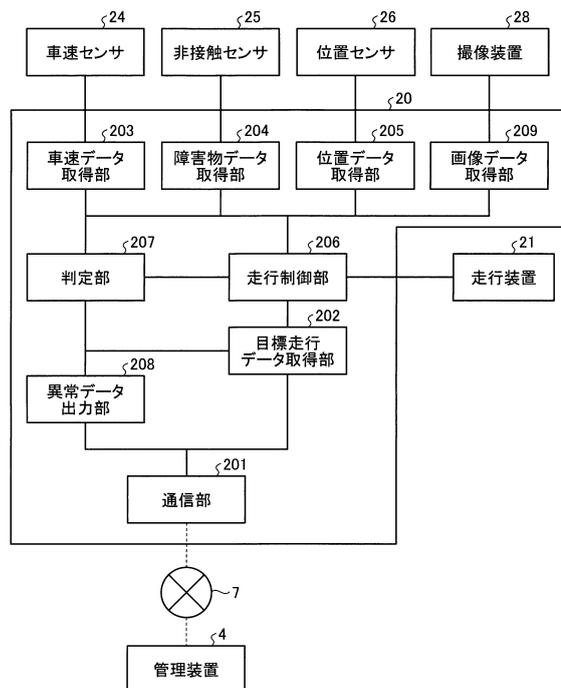
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 6 4 C 13/20 (2006.01)
G 0 7 C 3/00 (2006.01)
G 0 5 D 1/10 (2006.01)

F I

B 6 4 C 39/02
 B 6 4 D 47/08
 B 6 4 C 13/20
 G 0 7 C 3/00
 G 0 5 D 1/10

Z

(56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 6 3 9 3 2 (U S , A 1)
 特開 2 0 1 6 - 1 7 1 4 4 1 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 7 / 1 2 2 2 7 8 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

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