

(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2008-65808  
(P2008-65808A)

(43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/02 H 5H301

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2007-155142 (P2007-155142)  
(22) 出願日 平成19年6月12日(2007.6.12)  
(31) 優先権主張番号 特願2006-218232 (P2006-218232)  
(32) 優先日 平成18年8月10日(2006.8.10)  
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 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 100071054  
弁理士 木村 高久  
(74) 代理人 100106068  
弁理士 小幡 義之  
(72) 発明者 須藤 次男  
神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号  
株式会社小松製作所建機エレクトロニクス  
事業部内  
(72) 発明者 西嶋 章治  
神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号  
株式会社小松製作所建機エレクトロニクス  
事業部内

最終頁に続く

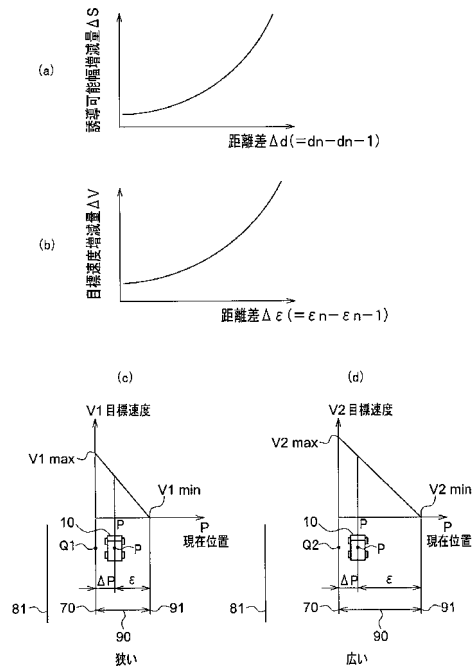
(54) 【発明の名称】 無人車両の誘導走行制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 無人車両が走路幅からはみだすことを防止しつつ、誘導速度を上げて、作業効率を向上させる。

【解決手段】 走行可能境界線 8 1 までの距離  $d$  が大きくなるほど、無人車両 1 0 の目標速度  $V$  が大きく設定される。誘導可能境界線 9 1 までの距離  $d$  が大きくなるほど、無人車両 1 0 の目標速度  $V$  が増加し、誘導可能境界線 9 1 までの距離  $d$  が小さくなるほど、無人車両 1 0 の目標速度  $V$  が減少する。対面側車線 6 2 の車両 1 0 ' が無人車両 1 0 に接近したと判断されると、無人車両 1 0 の目標速度  $V$  が減少されて、より低い誘導速度で走行される。

【選択図】 図 7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無人車両を目標走行コースに沿って目標速度で誘導走行させる無人車両の誘導走行制御装置であって、

目標走行コース上の現在の地点から、無人車両の走行が可能な走路幅の境界を示す走行可能境界線までの距離が大きくなるほど、無人車両の目標速度を大きく設定する目標速度設定手段と、

この設定された目標速度が得られるように、無人車両を目標走行コースに沿って誘導走行させる誘導走行制御手段とを備えたこと

を特徴とする無人車両の誘導走行制御装置。

10

## 【請求項 2】

無人車両を目標走行コースに沿って目標速度で誘導走行させる無人車両の誘導走行制御装置であって、

目標走行コース上の現在の地点から、無人車両の走行が可能な走路幅の境界を示す走行可能境界線までの距離が大きくなるほど、誘導可能幅を大きく設定する誘導可能幅設定手段と、

誘導可能幅が大きくなるほど、無人車両の目標速度が高くなるように、無人車両の目標速度を設定する目標速度設定手段と、

この設定された目標速度が得られるように、無人車両を目標走行コースに沿って誘導走行させる誘導走行制御手段とを備えたこと

を特徴とする無人車両の誘導走行制御装置。

20

## 【請求項 3】

目標速度設定手段は、

無人車両の現在位置から、誘導可能境界線までの距離が大きくなるほど、無人車両の目標速度を増加させるとともに、無人車両の現在位置から、誘導可能境界線までの距離が小さくなるほど、無人車両の目標速度を減少させることで、無人車両の目標速度を設定するものであること

を特徴とする請求項 2 記載の無人車両の誘導走行制御装置。

## 【請求項 4】

無人車両は、隣接する往復の車線を備えた走行路に沿って対面走行するものであって、

対面側車線の車両が無人車両に接近したことを判断する判断手段が備えられ、

誘導走行制御手段は、

対面側車線の車両が無人車両に接近した場合には、無人車両の目標速度を減少させること

と

を特徴とする請求項 1 または 2 または 3 に記載の無人車両の誘導走行制御装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、無人車両の誘導走行制御装置に関し、特に、目標走行コースと無人車両の現在位置との誘導誤差がなくなるように、無人車両を目標走行コースに沿って目標速度で誘導走行させる装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

砕石現場、鉱山などの広域の作業現場では、土砂運搬作業を行なうに際して、無人車両、つまり無人のダンプトラックを走行させて作業が行なわれる。図 1 に示すように、無人車両 10 は、目標走行コース 70 上の目標位置 Q と、無人車両 10 の現在位置 P との誘導誤差 P をフィードバックして、誘導誤差 P がゼロになるように、目標走行コース 70 に沿って目標速度 V で誘導走行される。無人車両 10 は、操舵機構および走行機構を自動制御することで誘導走行される。

## 【0003】

50

広域作業現場は、険しい地形であることが通例であり、無人車両10の走行が可能な走路幅80は、場所によって狭くなったり広くなったりする。走路幅80の境界線81外は、路肩、崖下、対面側車線などの無人車両10の走行が不可能な領域である。

【0004】

無人車両10を誘導走行制御する上で、制御上の誤差や、車輪のスリップに伴う誤差が生じる。このため誘導誤差Pが生じることは、避けられない。

【0005】

一般的に、目標速度Vを上げ、無人車両10の誘導速度を増加させるに伴い、誘導誤差Pが増加する傾向にあることが知られている。このため、無人車両10が走路幅80からはみ出すおそれのある速度まで、目標速度Vを上げることはできない。

10

【0006】

そこで、従来は、無人車両10の走行路のうちで、走路幅80が最も狭くなる場所を基準として、目標速度Vを設定していた。すなわち、最も走路幅80が狭くなる場所であっても無人車両10が走路幅80からはみださない低く抑えられた目標速度Vが設定されていた。

【0007】

また、走路幅80が最も狭くなる場所の幅に合わせて、誘導可能幅90が設定されていた。無人車両10は、この誘導可能幅90の範囲内で、誘導走行制御される。

【0008】

無人車両10が誘導可能幅90内を誘導走行中に、目標走行コース70上の目標位置Qと無人車両10の現在位置Pとの誘導誤差Pが一定レベルを超えて誘導可能幅90の境界線91に接近すると、無人車両10を減速させたり停止させるなどの速度制御が実施される。これにより、無人車両10が誘導可能幅90をはみ出して走路幅80の境界線81に接近することが防止される。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

広域作業現場では、無人車両の誘導速度を上げて、土砂運搬作業の効率を向上させたいとの要請がある。

【0010】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、無人車両が走路幅からはみ出すことを防止しつつ、誘導速度を上げて、作業効率を向上させることを解決課題とするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

第1発明によれば、図2に示すように、目標走行コース70上の現在の地点Qから、無人車両10の走行が可能な走路幅80の境界を示す走行可能境界線81までの距離dが大きくなるほど、無人車両10の目標速度Vが大きく設定される。そして、この設定された目標速度Vが得られるように、無人車両10が目標走行コース70に沿って誘導走行される。

40

【0012】

このため、走路幅80が狭い場所では、低い目標速度V1が設定されて無人車両10は低い誘導速度で走行されるため、従来とかわらず走路幅80からはみ出すことが防止される。走路幅80が広い場所では、高い目標速度V2が設定されて高い誘導速度で無人車両10が走行する。走路幅80が広い場所では誘導速度が大きくなり、それに応じて誘導誤差が大きくなったとしても、走路幅80が広いため無人車両10が走路幅80をはみ出すことはない。走路幅80が広いほど、高い誘導速度で無人車両10は走行することができるため、従来と比べて作業効率が向上する。

【0013】

第2発明によれば、図3に示すように、目標走行コース70上の現在の地点Qから、無

50

人車両 10 の走行が可能な走路幅 80 の境界を示す走行可能境界線 81 までの距離  $d$  が大きくなるほど、誘導可能幅 90 が大きく設定される。そして、誘導可能幅 90 が大きくなるほど、無人車両 10 の目標速度  $V$  が高くように、目標速度  $V$  が設定される。そして、この設定された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両 10 が目標走行コース 70 に沿って誘導走行される。

【0014】

このため、第 1 発明と同様に、走路幅 80 が広いほど、高い誘導速度で無人車両 10 が走行できるため、従来と比べて作業効率が向上する。更に、走路幅 80 が広いほど、誘導可能幅 90 が広がり、無人車両 10 が誘導制御される幅を広げることができる。

【0015】

第 3 発明によれば、図 7 (c)、(d) に示すように、無人車両 10 の現在位置 P から、誘導可能境界線 91 までの距離  $L$  が大きくなるほど、無人車両 10 の目標速度  $V$  が増加し、無人車両 10 の現在位置 P から、誘導可能境界線 91 までの距離  $L$  が小さくなるほど、無人車両 10 の目標速度  $V$  が減少する。このため、走路幅 80 が広い場所と狭い場所を比較したとき、無人車両 10 が、誘導誤差なく走行している場合はもちろんのこと、無人車両 10 が目標走行コース 70 からずれて走行している場合であっても、ずれ量  $P$  が同じであれば走路幅 80 が広い場所を走行しているときの方が狭い場所を走行しているときよりも、より高い目標速度  $V$  が設定されて、より高い誘導速度で走行する。

【0016】

このように走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広がるほど、より高い目標速度  $V$  が設定され、より高い誘導速度で無人車両 10 が走行するため、作業効率が向上する。しかも、目標走行コース 70 からの位置ずれが大きくなり誘導可能幅 90 の境界線 91 に接近するほど、目標速度  $V$  が低くなり、より低い誘導速度で車両 10 が走行するため、誘導可能幅 90 からはみ出して走路幅 80 の境界線 81 に接近することが防止される。

【0017】

第 4 発明によれば、図 4 に示すように、無人車両 10 は、隣接する往復の車線 61、62 を備えた走行路 60 に沿って対面走行する。対面側車線 62 の車両 10' が無人車両 10 に接近したと判断されると、無人車両 10 の目標速度  $V$  が減少されて、より低い誘導速度で走行される。これにより対面走行する車両 10' との干渉の危険が防止されて、より安全に誘導走行させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面を参照して本発明に係る無人車両の誘導走行制御装置の実施の形態について説明する。なお、本実施形態では、無人車両としてダンプトラックを想定している。

【0019】

図 3 (a)、図 4 は、無人車両 10 が走行する走行路 60 を上面図にて示している。

【0020】

図 3 (a) は、単一の車線の走行路 60 を無人車両 10 が走行する場合を示している。図 4 は、隣接する往復の車線 61、62 を備えた走行路 60 に沿って無人車両 10、10' が対面走行する場合を示している。

【0021】

図 11 は、実施例装置を無人碎石現場、鉱山などの広域の作業現場に適用した場合における各構成要素の位置関係を示している。

【0022】

広域作業現場には、積込場 61 と、排土場 62 と、積込場 61 と排土場 62 とを結ぶ走行路 60 と、積込場 61 に存在する積込作業用の作業車両 11 と、排土場 62 に存在する排土作業用の作業車両 12 と、走行路 60 を走行する複数の無人車両 10、10' ... と、複数の無人車両 10、10' ... を管理、監視する管制局 20 とが配置されている。また天空には、GPS (グローバルポジショニングシステム) 衛星 63 が飛翔している。

【0023】

10

20

30

40

50

なお、以下では、複数台の無人車両 10、10'...を挙げることが必要な場合を除き、無人車両 10、10'...のうち無人車両 10 を代表させて説明する。

【0024】

無人車両 10 は、積込場 61 で荷を積み込むと、排土場 62 に向けて走行路 60 を走行する。また、無人車両 10 は、排土場 62 で荷を排土すると、積込場 61 に向けて走行路 60 を走行する。

【0025】

無人車両 10 が走行路 60 を走行する際、無人車両 10 は、目標走行コース 70 に沿って誘導走行される。無人車両 10 には、実際の誘導走行前の教示作業時にオペレータが乗車して、教示作業が行なわれ、目標走行コース 70、つまり目標走行コース 70 上の各目標位置 Q が教示される。なお、測量によって目標走行コース 70 のデータを実際の誘導走行前に取得しておいてもよい。

10

【0026】

また、無人車両 10 の実際の誘導走行前には、走行路 60 の地形データが予め取得される。走行路 60 の地形データは、走行路 60 のサーベイライン（境界線）の情報を含む。走行路 60 のサーベイラインとは、走行路 60 の路肩など走行可能な領域と走行不可能な領域との境界の情報のことである。サーベイラインの情報から、無人車両 10 が走行可能な走路幅 80 および走路幅 80 の境界線 81 が求められる。走路幅 80 とは、目標走行コース 70 から左右いずれかの境界線 81 までの幅をいうものとする。走路幅 80 の境界線 81 外は、路肩、崖下、対面側車線 62 などの無人車両 10 の走行が不可能な領域である。

20

【0027】

作業現場には、複数の無人車両 10、10' を管理、監視する管制局 20 が設けられている。

【0028】

本実施例では、管制局 20 にて各無人車両 10、10' の目標走行コース 70 が作成され、管制局 20 から各無人車両 10、10' に対して目標走行コース 70 のデータが配信されることで、各無人車両 10、10' がそれぞれ目標走行コース 70 に沿って誘導走行される。

【0029】

無人車両 10 は、走路幅 80 よりも狭く設定された誘導可能幅 90 内で、誘導走行制御される。誘導可能幅 90 とは、目標走行コース 70 から左右いずれかの境界線 91 までの幅をいうものとする。誘導可能幅 90 は、無人車両 10 が誘導可能幅 90 をはみ出して走路幅 80 の境界線 81 に接近することを防止するために設けられている。

30

【0030】

誘導可能幅 90 を管制局 20 で作成する場合と、無人車両 10 で作成する場合の 2 つの方法がある。

【0031】

図 5 は、無人車両 10 の内部構成と管制局 20 の内部構成を示している。

【0032】

管制局 20 には、無線通信システム 21 と、管制誘導システム 22 とが設けられている。一方、無人車両 10 には、車両制御システム 11 と、位置計測システム 12 と、誘導システム 13 と、無線通信システム 14 とが設けられている。

40

【0033】

図 12 は、車両制御システム 11 の構成図である。図 13 (a)、(b)、(c) はそれぞれ、位置計測システム 12 の構成図、誘導システム 13 の構成図、無線通信システム 14 の構成図である。

【0034】

図 14 (a)、(b) はそれぞれ、管制誘導システム 22 の構成図、無線通信システム 21 の構成図である。

【0035】

50

なお、他の無人車両 10 も同一構成である。

【0036】

無人車両 10 の位置計測システム 12 では、位置情報入力機器 12 A により、位置情報が入力され、車両位置計測モジュール 12 B にて、自車両の現在の位置および進行方向が計測される。位置および進行方向の計測の手段、つまり位置情報入力機器 12 A としては、たとえば GPS が使用される。また、タイヤ回転数センサなどの距離計の出力信号とジャイロの出力信号とに基づいて、車両位置および車両進行方向を計測してもよい。車両位置および車両進行方向の計測結果は、車両位置出力モジュール 12 C から出力される。

【0037】

また、車両位置を微分処理することにより無人車両 10 の車速が計測から、車両位置出力モジュール 12 C から出力される。

10

【0038】

誘導システム 13 の位置および速度情報入力モジュール 13 A は、教示作業時に無人車両 10 にオペレータが乗車して有人走行される際に、位置および進行方向の計測データを位置計測システム 12 から取り込み、車両誘導目標計算モジュール 13 B では、そのときの位置および進行方向の計測データを、目標走行コース 70 の教示データ（位置および進行方向）とする処理が行われる。誘導システム 13 の車両誘導目標出力モジュール 13 C は、無線通信システム 14 に、教示データを送出する処理を行う。無線通信システム 14 の送信モジュール 14 B は、教示データを管制局 20 の無線通信システム 21 に無線通信にて送信する。

20

無人車両 10 が目標走行コース 70 に沿って誘導走行される際に誘導システム 13 の位置および速度情報入力モジュール 13 A には、位置計測システム 12 で計測された自車両 10 の位置 P および進行方向および車速のデータが所定時間毎に取り込まれる。

【0039】

位置計測システム 12 の車両位置出力モジュール 12 C は、無人車両 10 の車両位置 P および進行方向および車速の逐次のデータを無線通信システム 14 に送出手理を行う。無線通信システム 14 の送信モジュール 14 B は、車両位置 P および進行方向および車速の逐次のデータを管制局 20 の無線通信システム 21 に無線通信にて送信する。

【0040】

無線通信システム 14 の受信モジュール 14 A では、管制局 20 の無線通信装置 21 から送信された目標走行コース 70 のデータが受信される。また、誘導可能幅 90 が管制局 20 で作成される場合には、無線通信システム 14 の受信モジュール 14 A で、管制局 20 の無線通信システム 21 から送信された誘導可能幅 90 のデータが受信される。

30

【0041】

誘導システム 13 の車両誘導目標計算モジュール 13 B には、目標走行コース 70 のデータが取り込まれる。誘導可能幅 90 が管制局 20 で作成される場合には、誘導可能幅 90 のデータも取り込まれる。

【0042】

誘導可能幅 90 が無人車両 10 で作成される場合には、誘導システム 13 の車両誘導目標計算モジュール 13 B で誘導可能幅 90 のデータが作成される。

40

【0043】

誘導システム 13 の車両誘導目標計算モジュール 13 B では、誘導可能幅 90 のデータに基づいて目標速度 V が設定される。

【0044】

誘導システム 13 の車両誘導目標出力モジュール 13 C は、目標走行コース 70 および誘導可能幅 90 および目標速度のデータを出力して、目標走行コース 70 に沿って自車両 10 を操舵制御するように、車両制御システム 11 に指示する。また、目標速度 V となるように自己車両 10 を速度制御するように、車両制御システム 11 に指示する。

【0045】

車両制御システム 11 の位置情報および速度入力モジュール 11 A には、位置計測システ

50

ム 1 2 で計測された自車両 1 0 の位置 P および進行方向および車速のデータが所定時間毎に取り込まれる。車両制御システム 1 1 の車両誘導目標入力モジュール 1 1 B は、誘導システム 1 3 の車両誘導目標出力モジュール 1 3 C から目標走行コース 7 0 および誘導可能幅 9 0 および目標速度のデータを入力する。

【 0 0 4 6 】

車両制御システム 1 1 の車両誘導アクチュエータ制御モジュール 1 1 C は、誘導システム 1 3 から操舵制御および速度制御の指示を受け、目標走行コース 7 0 および誘導可能幅 9 0 および目標速度のデータを入力すると、これらデータと、自車両 1 0 の現在の位置 P および現在の進行方向および現在の車速とに基づいて、目標走行コース 7 0 に沿って目標速度 V で自己車両 1 0 を走行させるように走行機構および操舵機構（図示せず）を制御する。すなわち、位置計測システム 1 2 で計測される自己車両 1 0 の現在の車両位置 P および車両進行方向と、目標走行コース 7 0 上の逐次の通過点の目標位置 Q および目標進行方向とを比較しつつ、自己車両 1 0 が目標走行コース 7 0 上の逐次の通過点位置 Q を、目標位置 P および目標進行方向に対してずれなく迎えるように、走行指令および操舵指令を生成して、走行機構部および操舵機構部に出力する。また無人車両 1 0 の誘導速度が目標速度 V となるように、増減速指令を走行機構部に出力する。この結果、無人車両 1 0 は、予定された走行コース 7 0 に沿って目標速度 V で誘導走行される。車両誘導アクチュエータ制御モジュール 1 1 C は、ステアリング操舵角、ブレーキ作動、アクセル開度、トランスミッションの選択速度段等を検出する各センサ 1 1 D に基づいて、ステアリング、ブレーキ、アクセル、トランスミッションを作動させる各アクチュエータ 1 1 E を駆動制御する。

10

20

【 0 0 4 7 】

車両制御システム 1 1 は、今回の目標走行コース 7 0 に沿った誘導走行が終了すると、その旨を誘導システム 1 3 に送出する。誘導システム 1 3 は、今回の目標走行コース 7 0 に沿った誘導走行が終了された旨のデータが取り込まれると、つぎの目標走行コースに沿った誘導走行を行なうべく、コース要求のデータを生成する。なお、無人車両 1 0 の電源が投入された初期状態でも、同様にコース要求のデータが生成される。誘導システム 1 3 は、生成されたコース要求のデータを無線通信システム 1 4 に送出する処理を行う。無線通信システム 1 4 の送信モジュール 1 4 B は、コース要求のデータを管制局 2 0 の無線通信システム 2 1 に無線通信にて送信する。コース要求のデータには、コース要求をした車両（無人車両 1 0、1 0'）を識別する符号が付与されている。

30

【 0 0 4 8 】

つぎに管制局 2 0 側について説明する。

【 0 0 4 9 】

管制局 2 0 の無線通信システム 2 1 の受信モジュール 2 1 A では、無人車両 1 0 側の無線通信システム 1 4 から送信されたデータが受信される。受信されたデータは、管制誘導システム 2 2 に送出される。

【 0 0 5 0 】

管制誘導システム 2 2 は、車両誘導管制モジュール 2 2 A を含んで構成されている。車両誘導管制モジュール 2 2 A は、大きくは、無人車両誘導パーミッション計算モジュール 2 2 C と無人車両誘導幅計算モジュール 2 2 B とからなる。無人車両誘導パーミッション計算モジュール 2 2 C は、無人車両 1 0 の走行を許可する目標走行コース 7 0 を計算するために設けられている。無人車両誘導幅計算モジュール 2 2 B は、無人車両 1 0 の誘導可能幅 9 0 を計算するために設けられている。

40

【 0 0 5 1 】

無人車両誘導パーミッション計算モジュール 2 2 C の車両位置および速度入力モジュール 2 2 D には、無人車両 1 0 の車両位置 P および進行方向および車速のデータ、ならびに無人車両 1 0 の教示データ、さらに無人車両 1 0 からのコース要求のデータが管制誘導システム 2 2 の車両位置および速度入力モジュール 2 2 C に取り込まれる。

【 0 0 5 2 】

また、無人車両誘導パーミッション計算モジュール 2 2 C の境界領域入力モジュール 2 2

50

Eには、データベースより、走行路60の地形データ、つまり走行路60のサーベラインの情報が取り込まれる。

【0053】

また、無人車両誘導パーミッション計算モジュール22Cの車両位置および速度入力モジュール22Gには、広域作業現場内の有人車両の位置および車速のデータが取り込まれる。無人車両誘導パーミッション計算モジュール22Cの有人車両干渉領域計算モジュール22Fでは、有人車両の位置および車速に基づき無人車両10の誘導走行を許可しない有人車両干渉領域が計算される。有人車両干渉領域計算モジュール22Fは、有人車両干渉領域に無人車両10が立ち入ることを許可しないことで無人車両10が有人車両10と干渉することを回避するために設けられている。

10

【0054】

無人車両誘導パーミッション計算モジュール22Cに、無人車両10側からのコース要求のデータが取り込まれると、教示データと、無人車両10の現在の車両位置Pおよび現在の進行方向および現在の車速と、走行路60の地形データ(サーベライン情報)と、有人車両干渉領域とに基づいて、コース要求をした無人車両10の誘導走行を許可する今回の目標走行コース70を生成する。

【0055】

生成された目標走行コース70のデータは、無線通信システム21に送出される。無線通信システム21の送信モジュール21Bは、目標走行コース70のデータを、コース要求元の無人車両10の無線通信システム14に向けて送信する。

20

【0056】

誘導可能幅90が管制局20で作成される場合には、無人車両誘導幅計算モジュール22Bの車両位置および速度入力モジュール22Hに、無人車両10の車両位置Pおよび車速のデータが取り込まれる。無人車両誘導幅計算モジュール22Bの境界領域入力モジュール22Iには、データベースより、走行路60の地形データ、つまり走行路60のサーベラインの情報が取り込まれる。

【0057】

無人車両誘導幅計算モジュール22Bでは、無人車両10の現在位置Pおよび現在の車速と、走行路60の地形データ(サーベライン情報)とに基づいて、誘導可能幅90が作成される。誘導可能幅90のデータは、無線通信システム21に送出される。無線通信システム21の送信モジュール21Bは、誘導可能幅90のデータを、無人車両10の無線通信システム14に向けて送信する。

30

【0058】

誘導可能幅90が無人車両10で作成される場合には、走行路60の地形データが無線通信システム21を介して無人車両10の無線通信システム14に送られる。

【0059】

図4に示すように、無人車両10が対面通行の走行路60を走行している場合には、対面側車線62を走行している無人車両10の現在の位置の情報が、無線通信システム21を介して無人車両10の無線通信システム14に送られる。

40

【0060】

以下、各フローチャートを併せ参照して各実施例を説明する。

【0061】

(第1実施例; 管制局20で誘導可能幅90を作成する場合)

本実施例では、誘導可能幅90を管制局20で作成する場合を想定している。

【0062】

図6は、第1実施例の処理手順をフローチャートで示している。

【0063】

図6(a)は、無人車両10で行なわれる処理を示し、図6(b)は、管制局20で行なわれる処理を示す。

【0064】

50

管制局 20 では、無人車両 10 の現在位置 P と、目標走行コース 70 と、走行路 60 の地形データ（サーベライン情報）が読み出される（ステップ 106）。

【0065】

つぎに、無人車両 10 の現在位置 P と、目標走行コース 70 と、走行路 60 の地形データ（サーベライン情報）とに基づいて、誘導可能幅 90 が設定される。

【0066】

管制局 20 では、無人車両 10 から送られてくる現在位置 P のデータから、無人車両 10 が、目標走行コース 70 上のいずれの目標地点 Q を走行しているかが判別される。そこで、図 3 (a) に示すように、目標走行コース 70 上の現在の地点 Q から、走行可能境界線 81 までの距離  $d$  が大きくなるほど、誘導可能幅 90 が大きく設定される。たとえば、目標走行コース 70 上の現在の地点が Q1 である場合には、走路幅 80 が狭くなっているため、走行可能境界線 81 までの距離  $d_1$  が小さく、小さい幅の誘導可能幅 90 が設定される。これに対して、目標走行コース 70 上の現在の地点が Q2 である場合には、走路幅 80 が広がっているため、走行可能境界線 81 までの距離  $d_2$  が小さく、大きい幅の誘導可能幅 90 が設定される。誘導可能幅 90 は、無人車両 10 が目標走行コース 70 を一定区間、走行する毎に作成される（ステップ 107）。

10

【0067】

誘導可能幅 90 を作成する処理の詳細を図 9 に示す。この処理は、上記ステップ 106、107 に相当する。

【0068】

無人車両 10 の現在位置 P と、目標走行コース 70 と、走行路 60 の地形データ（サーベライン情報）が読み出される。また誘導可能幅 90 の初期値が予め記憶されており、この誘導可能幅 90 の初期値が読み出される（ステップ 301）。

20

【0069】

無人車両 10 の現在位置 P のデータから、無人車両 10 が、目標走行コース 70 上のいずれの目標地点 Q を走行しているかが判別される。図 3 (a) に示すように、目標走行コース 70 上の現在の地点 Q と、走行可能境界線 81 とが比較され、目標走行コース 70 上の現在の地点 Q から走行可能境界線 81 までの距離  $d$  が求められる。この距離  $d$  を求める処理は、無人車両 10 が一定の区間走行する毎に行なわれる。今回 ( $n$ ) 求められた距離  $d$  を  $d_n$  とする（ステップ 302）。

30

【0070】

つぎに、今回求められた距離  $d_n$  と前回求められた距離  $d_{n-1}$  とが比較され、これらの差  $d$  が求められ、今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも大きいかが判断される。図 7 (a) は、距離差  $d$  と、誘導可能幅 90 を増減する増減量  $S$  との関係を示す（ステップ 303）。

【0071】

今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも大きい場合には（ステップ 303 の判断 YES）、距離差  $d$  に対応する量  $S$  だけ、前回の誘導可能幅 90 に対して今回の誘導可能幅 90 を広げるように、誘導可能幅 90 が設定される。たとえば、図 3 (b) に示すように、誘導可能幅 90 の初期値が  $S_0$  であった場合には、初回の次の回の誘導可能幅 90 の値  $S_1$  は、 $S_0 + S$  に設定される。前回  $n-1$  の誘導可能幅 90 の値が  $S_{n-1}$  であった場合には、今回  $n$  の誘導可能幅 90 の値  $S_n$  は、 $S_{n-1} + S$  に設定される（ステップ 304）。

40

【0072】

今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも小さい場合には（ステップ 303 の判断 NO）、距離差  $d$  に対応する量  $S$  だけ、前回の誘導可能幅 90 に対して今回の誘導可能幅 90 が狭まるように、誘導可能幅 90 が設定される。たとえば、誘導可能幅 90 の初期値が  $S_0$  であった場合には、初回の次の回の誘導可能幅 90 の値  $S_1$  は、 $S_0 - S$  に設定される。前回  $n-1$  の誘導可能幅 90 の値が  $S_{n-1}$  であった場合には、今回  $n$  の誘導可能幅 90 の値  $S_n$  は、 $S_{n-1} - S$  に設定される（ステップ 305）。

50

## 【 0 0 7 3 】

作成された誘導可能幅 90 と目標走行コース 70 の情報は、管制局 20 から無人車両 10 に送信される (ステップ 108)。

## 【 0 0 7 4 】

無人車両 10 では、誘導可能幅 90 と目標走行コース 70 の情報が受信され、誘導可能幅 90 と目標走行コース 70 の情報が読み出される。また自己車両 10 の現在位置 P のデータが読み出される (ステップ 101)。

## 【 0 0 7 5 】

つぎに、無人車両 10 の現在位置 P、目標走行コース 70 のデータ、誘導可能幅 90 に基づいて、無人車両 10 の目標速度 V が設定される。誘導可能幅 90 が大きくなるほど、無人車両 10 の目標速度 V が高くなるように、目標速度 V が設定される。たとえば、図 3 (a) あるいは図 4 に示すように、無人車両 10 の現在位置 P が P1 であり、目標走行コース 70 上の地点 Q1 を目標位置としている場合には、狭い誘導可能幅 90 が設定されている。このため狭い誘導可能幅 90 に対応して、低い目標速度 V1 が設定される。これに対して、無人車両 10 の現在位置 P が P2 であり、目標走行コース 70 上の地点 Q2 を目標位置としている場合には、広い誘導可能幅 90 が設定されている。このため広い誘導可能幅 90 に対応して、高い目標速度 V2 が設定される (ステップ 102)。

10

## 【 0 0 7 6 】

目標速度 V を設定する処理の詳細を図 10 に示す。この処理は、上記ステップ 102 に相当する。

20

## 【 0 0 7 7 】

無人車両 10 では、自車両 10 の現在位置 P、目標走行コース 70 のデータ、誘導可能幅 90 が読み出される。また目標速度 V の初期値が予め記憶され、読み出される (ステップ 401)。

## 【 0 0 7 8 】

つぎに、目標位置 Q と現在位置 P との誘導誤差  $P$  が計算され、無人車両 10 の現在位置 P から誘導可能境界線 91 までの距離  $d$  が計算される。

## 【 0 0 7 9 】

距離  $d$  を求める処理は、無人車両 10 が一定の区間走行する毎に行なわれる。今回 ( $n$ ) 求められた距離  $d_n$  を  $n$  とする (ステップ 402)。

30

## 【 0 0 8 0 】

つぎに、今回求められた距離  $d_n$  と前回求められた距離  $d_{n-1}$  とが比較され、これらの差  $\Delta d$  が求められ、今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも大きいかが判断される。図 7 (c) は、距離差  $\Delta d$  と、目標速度 V を増減する増減量  $\Delta V$  との関係を示す (ステップ 403)。

## 【 0 0 8 1 】

今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも大きい場合には (ステップ 403 の判断 YES)、距離差  $\Delta d$  に対応する量  $\Delta V$  だけ、前回の目標速度 V に対して今回の目標速度 V が高くなるように、目標速度 V が設定される。たとえば、目標速度 V の前回の値が  $V_1$  であった場合には、今回の目標速度  $V_2$  は、 $V_1 + \Delta V$  に設定される (ステップ 404)。

40

## 【 0 0 8 2 】

今回求められた距離  $d_n$  が前回求められた距離  $d_{n-1}$  よりも小さい場合には (ステップ 403 の判断 NO)、距離差  $\Delta d$  に対応する量  $\Delta V$  だけ、前回の目標速度 V に対して今回の目標速度 V が低くなる。たとえば、目標速度 V の前回の値が  $V_1'$  であった場合には、今回の目標速度  $V_2'$  は、 $V_1' - \Delta V$  に設定される (ステップ 405)。

## 【 0 0 8 3 】

図 7 (c) は、狭い誘導可能幅 90 が設定されたときに、設定される目標速度 V1 の大きさの分布を、無人車両 10 の現在位置 P に対応させて示したものである。無人車両 10 が目標地点 Q1 にずれなく位置しているものとする、誘導可能幅 90 の境界線 91 まで

50

の距離は最大となり、最大の目標速度  $V_{1max}$  が設定される。無人車両 10 が目標地点  $Q_1$  からずれると、そのずれ量である誘導誤差  $P$  が大きくなるに伴って、つまり現在位置  $P$  から誘導可能幅 90 の境界線 91 までの距離が小さくなるに伴って、目標速度  $V_1$  は徐々に減少する。目標地点  $Q_1$  からのずれ量が最大となり、現在位置  $P$  から誘導可能幅 90 の境界線 91 までの距離が 0 になると、最小の目標速度  $V_{1min}$  が設定される。

【0084】

図 7 (c) は、広い誘導可能幅 90 が設定されたときに、設定される目標速度  $V_2$  の大きさの分布を、無人車両 10 の現在位置  $P$  に対応させて示したものである。同様に、現在位置  $P$  から誘導可能幅 90 の境界線 91 までの距離の大きさに応じて、最大目標速度  $V_{2max}$  から最小目標速度  $V_{2min}$  の範囲で変化する。

10

【0085】

図 7 (c)、(d) からわかるように、無人車両 10 の現在位置  $P$  から、誘導可能境界線 91 までの距離が大きくなるほど、無人車両 10 の目標速度  $V$  が増加し、無人車両 10 の現在位置  $P$  から、誘導可能境界線 91 までの距離が小さくなるほど、無人車両 10 の目標速度  $V$  が減少する。走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広い場所と狭い場所を比較したとき、無人車両 10 が、誘導誤差なく走行している場合には、走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広い場所を走行しているとき (図 7 (d)) の方が狭い場所を走行しているとき (図 7 (c)) よりも、より高い目標速度  $V$  が設定される ( $V_{2max} > V_{1max}$ )。また無人車両 10 が目標走行コース 70 からずれて走行している場合であっても、ずれ量  $P$  が同じであれば、走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広い場所を走行しているとき (図 7 (d)) の方が、狭い場所を走行しているとき (図 7 (c)) よりも、より高い目標速度  $V$  が設定される ( $V_2 > V_1$ )。

20

【0086】

つぎに、対面側車線 62 の無人車両 10' が接近しているか否かが判断される。この判断は、管制局 20 から送られてくる対面側車線 62 の無人車両 10' の現在位置の情報と、自車両 10 の現在位置  $P$  の情報とを比較することにより行なわれる。

【0087】

なお、車両間の無線通信システムが各車両 10、10' に搭載されている場合には、車両 10、10' 間で直接、位置情報の送受信を行い、取得された他車両 10' の位置情報に基づき上記比較、判断を行なうようにしてもよい (ステップ 103)。

30

【0088】

この結果、図 4 に示すように、車線 61 を走行している無人車両 10 が、隣接する対面側車線 62 を走行している他の無人車両 10' に接近したと判断されると (ステップ 103 の判断 YES)、ステップ 102 で設定された目標速度  $V$  から所定量減じられた速度に変更される。そして、この変更された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両 10 が目標走行コース 70 に沿って誘導走行される (ステップ 104)。

【0089】

また、車線 61 を走行している無人車両 10 が、隣接する対面側車線 62 を走行している他の無人車両 10' に接近しているとは判断されなかった場合には (ステップ 103 の判断 NO)、ステップ 102 で設定された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両 10 が目標走行コース 70 に沿って誘導走行される (ステップ 105)。

40

【0090】

以上のように、本実施例によれば、走路幅 80 が狭い場所では、低い目標速度  $V_1$  が設定されて無人車両 10 は低い誘導速度で走行されるため、従来とかわらず走路幅 80 からはみ出すことが防止される。走路幅 80 が広い場所では、高い目標速度  $V_2$  が設定されて高い誘導速度で無人車両 10 が走行する。走路幅 80 が広い場所では誘導速度が大きくなり、それに応じて誘導誤差  $P$  が大きくなったとしても、無人車両 10 が走路幅 80 をはみ出すことはない。走路幅 80 が広いほど、高い誘導速度で無人車両 10 は走行することができるため、従来と比べて作業効率が向上する。

【0091】

50

更に、本実施例によれば、走路幅 80 が広いほど、誘導可能幅 90 が広がり、無人車両 10 が誘導制御される幅を広げることができる。

【0092】

また、本実施例によれば、図 7 (c)、(d) に示すように、無人車両 10 の現在位置 P から、誘導可能境界線 91 までの距離が大きくなるほど、無人車両 10 の目標速度 V が増加し、無人車両 10 の現在位置 P から、誘導可能境界線 91 までの距離が小さくなるほど、無人車両 10 の目標速度 V が減少する。このため、走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広い場所と狭い場所を比較したとき、無人車両 10 が、誘導誤差なく走行している場合はもちろんのこと、無人車両 10 が目標走行コース 70 からずれて走行している場合であっても、ずれ量 P が同じであれば走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広い場所を走行しているときの方が狭い場所を走行しているときよりも、より高い目標速度 V が設定されて、より高い誘導速度で走行する。

10

【0093】

このように走路幅 80 (誘導可能幅 90) が広がるほど、より高い目標速度 V が設定され、より高い誘導速度で無人車両 10 が走行するため、作業効率が向上する。しかも、目標走行コース 70 からの位置ずれが大きくなり誘導可能幅 90 の境界線 91 に接近するほど、目標速度 V が低くなり、より低い誘導速度で車両 10 が走行するため、誘導可能幅 90 からはみ出して走路幅 80 の境界線 81 に接近することが防止される。

【0094】

また本実施例によれば、図 4 に示すように、無人車両 10 が対面走行するに際して、対面側車線 62 の車両 10' が無人車両 10 に接近したと判断されると、無人車両 10 の目標速度 V が減少されて、より低い誘導速度で走行されることになる。これにより対面走行する車両 10' との干渉の危険が防止されて、より安全に誘導走行させることができる。

20

【0095】

(第 2 実施例 ; 無人車両 10 で誘導可能幅 90 を作成する場合)

本実施例では、誘導可能幅 90 を無人車両 10 で作成する場合を想定している。

【0096】

図 8 は、第 2 実施例の処理手順をフローチャートで示している。

【0097】

無人車両 10 では、無人車両 10 の現在位置 P と、目標走行コース 70 と、走行路 60 の地形データ (サーベイライン情報) が読み出される (ステップ 201)。

30

【0098】

つぎに、無人車両 10 の現在位置 P と、目標走行コース 70 と、走行路 60 の地形データ (サーベイライン情報) とに基づいて、誘導可能幅 90 が作成される。

【0099】

無人車両 10 では、自己車両 10 の現在位置 P のデータから、無人車両 10 が、目標走行コース 70 上のいずれの目標地点 Q を走行しているかが判別される。、図 3 (a) に示すように、目標走行コース 70 上の現在の地点 Q から、走行可能境界線 81 までの距離 d が大きくなるほど、誘導可能幅 90 が大きく設定される。たとえば、目標走行コース 70 上の現在の地点が Q1 である場合には、走路幅 80 が狭くなっているため、走行可能境界線 81 までの距離 d1 が小さく、小さい幅の誘導可能幅 90 が設定される。これに対して、目標走行コース 70 上の現在の地点が Q2 である場合には、走路幅 80 が広がっているため、走行可能境界線 81 までの距離 d2 が大きく、大きい幅の誘導可能幅 90 が設定される。誘導可能幅 90 は、無人車両 10 が目標走行コース 70 を一定区間、走行する毎に作成される (ステップ 202)。

40

【0100】

誘導可能幅 90 を作成する処理は、前述の図 9 に示すごとく行われる。この処理は、上記ステップ 201、202 に相当する。

【0101】

つぎに、上記のごとく作成、設定された誘導可能幅 90 に基づいて、無人車両 10 の目

50

標速度  $V$  が設定される。誘導可能幅  $90$  が大きくなるほど、無人車両  $10$  の目標速度  $V$  が高くように、目標速度  $V$  が設定される。たとえば、図 3 ( a ) あるいは図 4 に示すように、無人車両  $10$  の現在位置  $P$  が  $P1$  であり、目標走行コース  $70$  上の地点  $Q1$  を目標位置としている場合には、狭い誘導可能幅  $90$  が設定されている。このため狭い誘導可能幅  $90$  に対応して、低い目標速度  $V1$  が設定される。これに対して、無人車両  $10$  の現在位置  $P$  が  $P2$  であり、目標走行コース  $70$  上の地点  $Q2$  を目標位置としている場合には、広い誘導可能幅  $90$  が設定されている。このため広い誘導可能幅  $90$  に対応して、高い目標速度  $V2$  が設定される (ステップ  $203$ )。

【  $0102$  】

目標速度  $V$  を設定する処理は、前述の図  $10$  に示すごとく行われる。この処理は、上記ステップ  $103$  に相当する。

10

【  $0103$  】

つぎに、対面側車線  $62$  の無人車両  $10'$  が接近しているか否かが判断される。この判断は、管制局  $20$  から送られてくる対面側車線  $62$  の無人車両  $10'$  の現在位置の情報と、自車両  $10$  の現在位置  $P$  の情報とを比較することにより行なわれる。なお、車両間の無線通信システムが各車両  $10$ 、 $10'$  に搭載されている場合には、車両  $10$ 、 $10'$  間で直接、位置情報の送受信を行い、取得された他車両  $10'$  の位置情報に基づき上記比較、判断を行なうようにしてもよい (ステップ  $204$ )。

【  $0104$  】

この結果、図 4 に示すように、車線  $61$  を走行している無人車両  $10$  が、隣接する対面側車線  $62$  を走行している他の無人車両  $10'$  に接近したと判断されると (ステップ  $204$  の判断  $YES$ )、ステップ  $203$  で設定された目標速度  $V$  から所定量減じられた速度に変更される。そして、この変更された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両  $10$  が目標走行コース  $70$  に沿って誘導走行される (ステップ  $205$ )。

20

【  $0105$  】

また、車線  $61$  を走行している無人車両  $10$  が、隣接する対面側車線  $62$  を走行している他の無人車両  $10'$  に接近しているとは判断されなかった場合には (ステップ  $204$  の判断  $NO$ )、ステップ  $203$  で設定された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両  $10$  が目標走行コース  $70$  に沿って誘導走行される (ステップ  $206$ )。

【  $0106$  】

この第 2 実施例によれば、第 1 実施例と同様の効果が得られる。

30

【  $0107$  】

なお、以上の実施例では、誘導可能幅  $90$  の大きさに応じて目標速度  $V$  を設定するようにしているが、誘導可能幅  $90$  を設けて誘導走行制御することが必要ではない場合には、誘導可能幅  $90$  を設定することなく、走路幅  $80$  の大きさに応じて目標速度  $V$  を設定してもよい。すなわち、図 2 に示すように、目標走行コース  $70$  上の現在の地点  $Q$  から、走路幅  $80$  の境界を示す走行可能境界線  $81$  までの距離  $d$  が大きくなるほど、無人車両  $10$  の目標速度  $V$  が大きく設定される。たとえば、同図 2 に示すように、無人車両  $10$  の現在位置  $P$  が  $P1$  であるときには、走路幅  $80$  が狭く、現在の目標地点  $Q1$  から境界線  $81$  までの距離  $d$  は短い。このため狭い走路幅  $80$ 、つまり短い距離  $d1$  に対応して、低い目標速度  $V1$  が設定される。これに対して、無人車両  $10$  の現在位置  $P$  が  $P2$  であるときには、走路幅  $80$  が広く、現在の目標地点  $Q2$  から境界線  $81$  までの距離  $d$  は長い。このため広い走路幅  $80$ 、つまり長い距離  $d2$  に対応して、高い目標速度  $V2$  が設定される。

40

【  $0108$  】

そして、この設定された目標速度  $V$  が得られるように、無人車両  $10$  が目標走行コース  $70$  に沿って誘導走行される。

【  $0109$  】

このため、走路幅  $80$  が狭い場所では、低い目標速度  $V$  が設定されて無人車両  $10$  は低い誘導速度で走行されるため、従来とかわらず走路幅  $80$  からはみ出すことが防止される。走路幅  $80$  が広い場所では、目標速度  $V$  が高く設定されて高い速度で無人車両  $10$  が走行

50

する。走路幅 80 が広い場所では誘導速度が大きくなり、それに応じて誘導誤差が大きくなったとしても、走路幅 80 が広いため無人車両 10 が走路幅 80 をはみ出すことはない。走路幅 80 が広いほど、高い誘導速度で無人車両 10 は走行することができるため、従来と比べて作業効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】図1は、従来技術を示す図で、無人車両が目標走行コースに沿って走行するように誘導走行制御されている様子を説明する図である。

【図2】図2は、目標走行コースと走路幅の関係を説明する図である。

【図3】図3は、目標走行コースと誘導可能幅の関係を説明する図である。

10

【図4】図4は、対面通行が行なわれる走行路を説明する図である。

【図5】図5は、無人車両の内部構成と管制局の内部構成を示した図である。

【図6】図6(a)、(b)は第1実施例の処理手順を示したフローチャートである。

【図7】図7(a)、(b)、(c)、(d)は、実施例の各対応関係を説明するために用いた図である。

【図8】図8は、第2実施例の処理手順を示したフローチャートである。

【図9】図9は、誘導可能幅を演算する処理の手順を示したフローチャートである。

【図10】図10は、目標速度を演算する処理の手順を示したフローチャートである。

【図11】図11は、実施例装置を無人碎石現場、鉱山などの広域の作業現場に適用した場合における各構成要素の位置関係を示した図である。

20

【図12】図12は、車両制御システムの構成図である。

【図13】図13(a)、(b)、(c)はそれぞれ、位置計測システムの構成図、誘導システムの構成図、無線通信システムの構成図である。

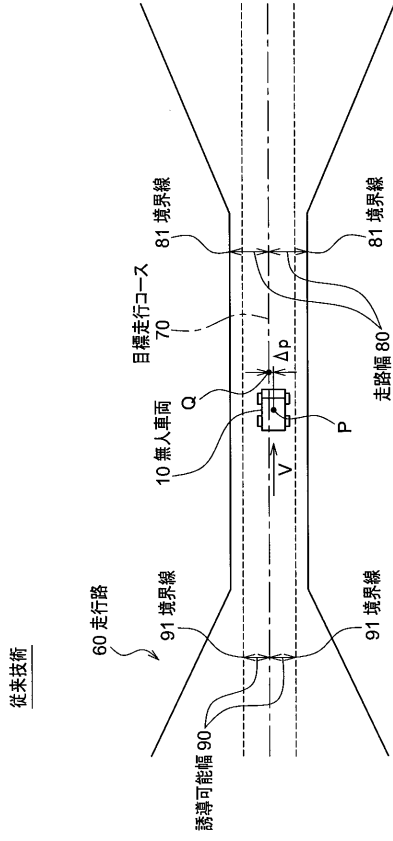
【図14】図14(a)、(b)はそれぞれ、管制誘導システムの構成図、無線通信システムの構成図である。

【符号の説明】

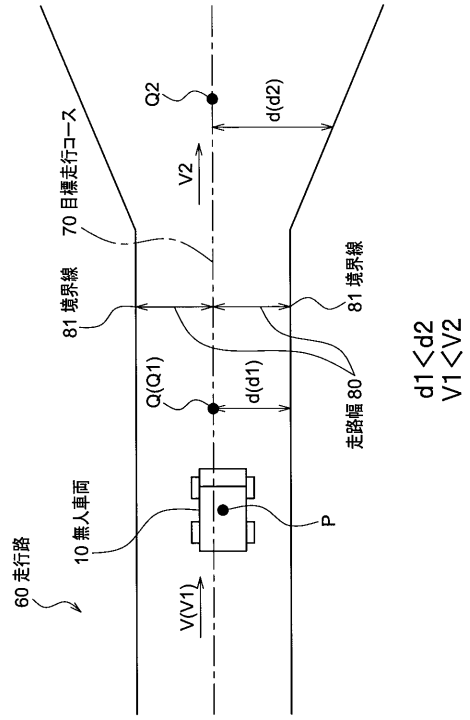
【0111】

10 無人車両、60 走行路、61、62 往復車線、70 目標走行コース、80 走路幅、90 誘導可能幅

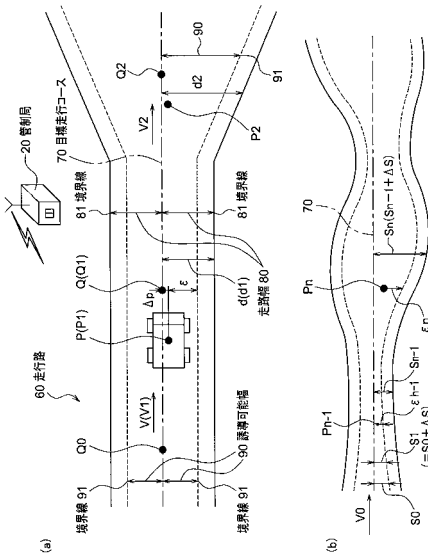
【 図 1 】



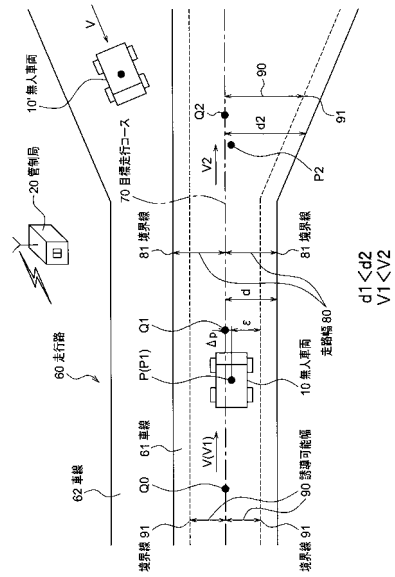
【 図 2 】



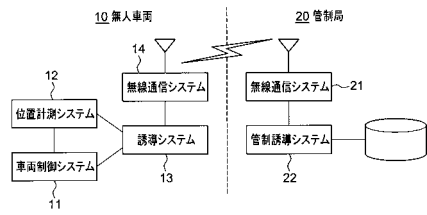
【 図 3 】



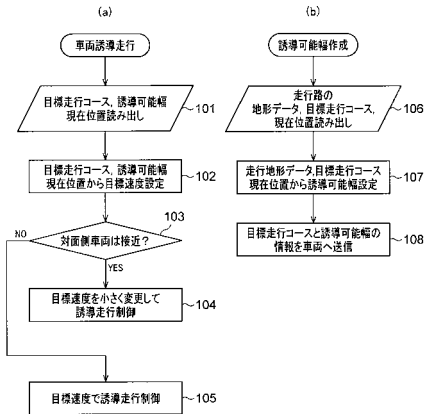
【 図 4 】



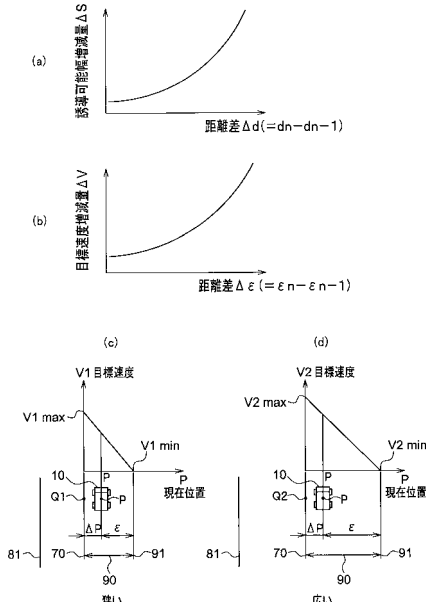
【図5】



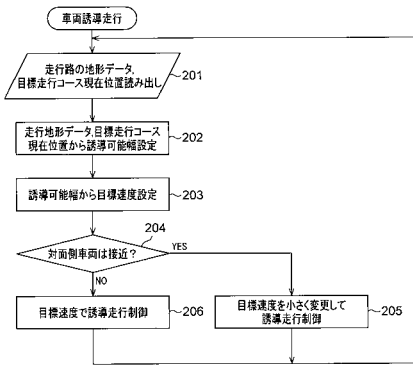
【図6】



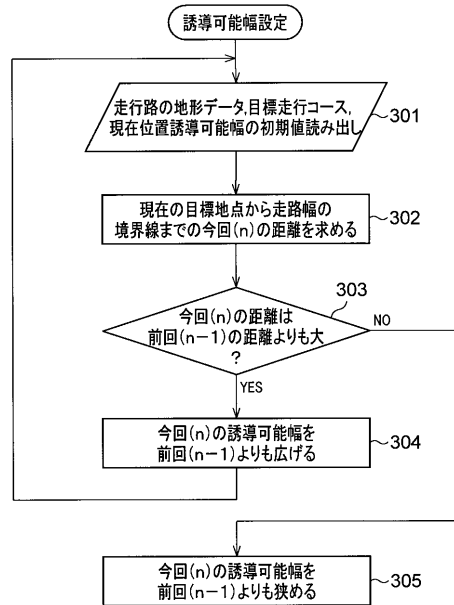
【図7】



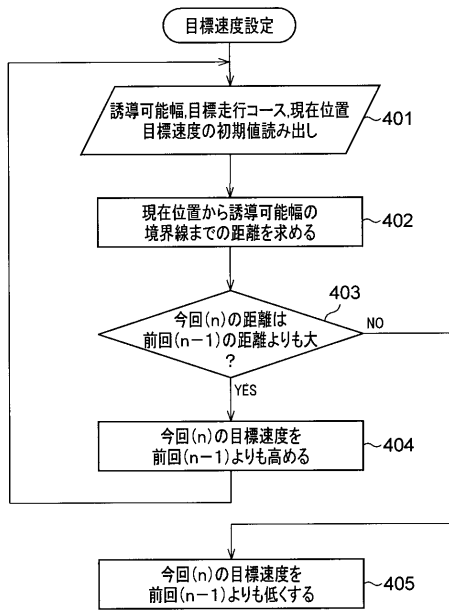
【図8】



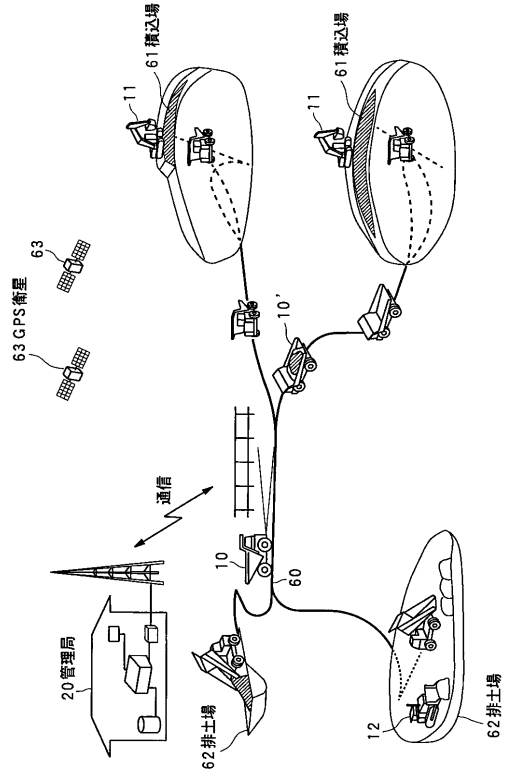
【図9】



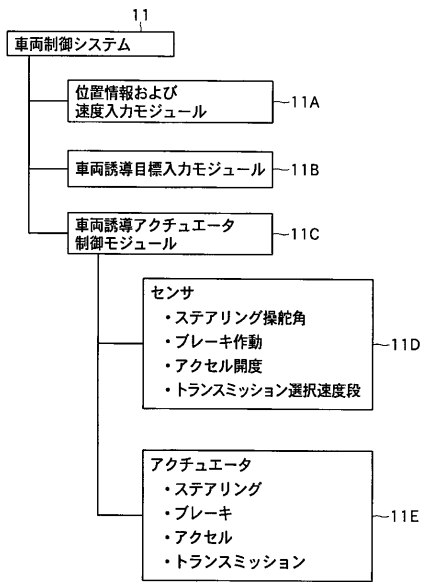
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

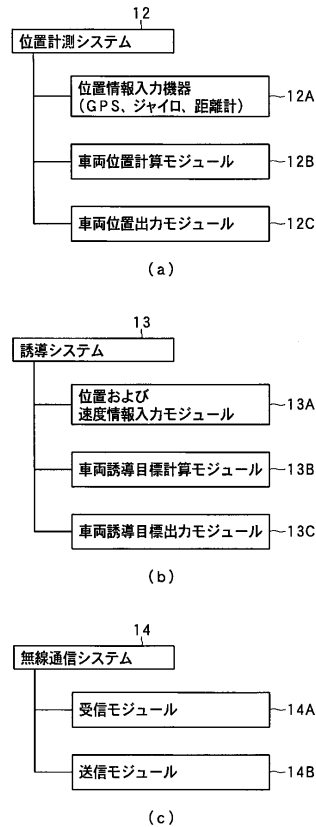


【 図 1 2 】

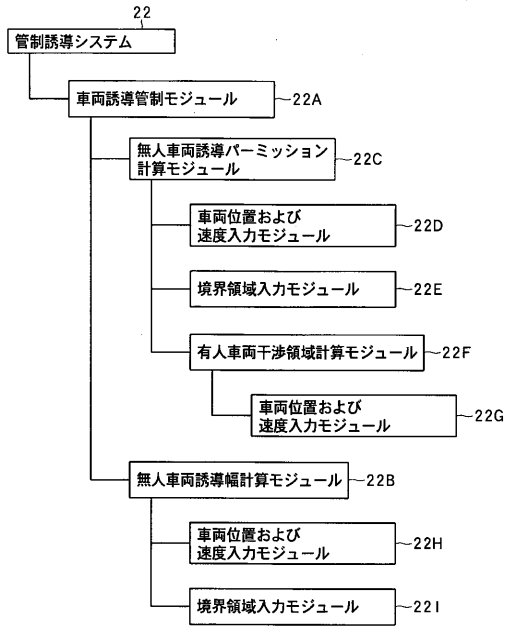


【 図 1 3 】

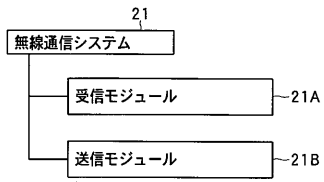
コントローラブロック図



【 図 1 4 】



(a)



(b)

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB05 CC03 CC06 DD01 GG05 GG12 GG17 HH01 JJ01  
KK04 LL01 LL03 LL11 MM05