

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5366702号
(P5366702)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int.Cl.		F I	
G05D 1/00	(2006.01)	G05D 1/00	B
B62D 1/28	(2006.01)	B62D 1/28	
F02D 11/10	(2006.01)	F02D 11/10	F

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-189975 (P2009-189975)	(73) 特許権者	500302552 株式会社 I H I エアロスペース 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(22) 出願日	平成21年8月19日(2009.8.19)	(73) 特許権者	000000099 株式会社 I H I 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2011-43883 (P2011-43883A)	(74) 代理人	100102141 弁理士 的場 基憲
(43) 公開日	平成23年3月3日(2011.3.3)	(72) 発明者	村上 弘記 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
審査請求日	平成24年2月29日(2012.2.29)	(72) 発明者	坂野 肇 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無人車両遠隔操作システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行領域内の測距データを取得するための測距部と、走行のための駆動機構を搭載した無人車両と、その測距部によって取得した画像を表示する表示部を有し、その表示部に表示された画像に基づき、無人車両を遠隔操作するためのステアリングを備えた遠隔操作装置とを無線通信回線を介して接続可能な無人車両遠隔操作システムにおいて、

測距部により取得した測距データに基づいて、走行可能エリアを抽出するエリア抽出手段と、

無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、

取得した無人車両の走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、無人車両の走行状態が不安定になるステアリングの操作警戒角度範囲及び無人車両の走行状態が危険になるステアリングの操作危険角度範囲を含む操作限界情報を生成する操作限界情報生成手段とを無人車両に設けたこと、

生成した操作限界情報を表示部に表示させる操作限界情報表示手段を遠隔操作装置に設けたことを特徴とする無人車両遠隔操作システム。

【請求項2】

ステアリングの操作警戒角度範囲において、ステアリングの操作力を加重するステアリング加重機構を設けていることを特徴とする請求項1に記載の無人車両遠隔操作システム

。

【請求項3】

ステアリングの操作警戒角度に応じ、ステアリング加重機構によってステアリングの操作力を増減加重するステアリング増減加重手段を設けていることを特徴とする請求項 2 に記載の無人車両遠隔操作システム。

【請求項 4】

走行領域内の測距データを取得するための測距部と、走行のための駆動機構を搭載した無人車両と、その測距部によって取得した画像を表示する表示部を有し、その表示部に表示された画像に基づき、無人車両を遠隔操作するためのアクセルペダルを備えた遠隔操作装置とを無線通信回線を介して接続可能な無人車両遠隔操作システムにおいて、

測距部により取得した測距データに基づいて、走行可能エリアを抽出するエリア抽出手段と、

無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、

取得した無人車両の走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、無人車両の走行状態が不安定になるアクセルペダルの操作警戒角度範囲及び無人車両の走行状態が危険になるアクセルペダルの操作危険角度範囲を含む操作限界情報を生成する操作限界情報生成手段とを無人車両に設けたこと、

生成した操作限界情報を表示部に表示させる操作限界情報表示手段を遠隔操作装置に設けたことを特徴とする無人車両遠隔操作システム。

【請求項 5】

アクセルペダルの操作警戒角度範囲において、アクセルペダルの操作力を加重するアクセル加重機構を設けていることを特徴とする請求項 4 に記載の無人車両遠隔操作システム

【請求項 6】

アクセルペダルの操作警戒角度に応じて、アクセル加重機構によってアクセルペダルの操作力を増減加重するアクセル増減加重手段を設けていることを特徴とする請求項 5 に記載の無人車両遠隔操作システム。

【請求項 7】

無人車両と遠隔操作装置との間における通信遅延時間を算出する遅延時間算出手段が設けられており、

操作限界情報生成手段は、算出した遅延時間に応じた操作限界情報を生成することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の無人車両遠隔操作システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律して走行するロボット等の無人車両の無人車両遠隔操作システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の無人車両遠隔操作システムとして、無人車両用走行制御装置とした名称で特許文献 1 に記載された構成のものがある。

特許文献 1 に記載された無人車両遠隔操作システムは、外部の送信手段から無人車両へ送信される操舵信号等を受信する受信手段と、前記無人車両の車輪を操舵する操舵手段と、前記車輪に制動をかける制動手段と、前記無人車両の速度を検出する車速検出手段と、前記各手段の動作を制御する制御手段とを備え、該制御手段が、前記無人車両の走行時に前記受信手段により前記操舵信号が受信された場合は前記車速検出手段により検出された前記無人車両の速度が予め設定された所定速度を超過しているか否かを判定する車速判定機能と、前記無人車両の速度が前記所定速度を超過している場合は前記制動手段を作動して前記無人車両の速度を前記所定速度まで低下させる速度制御機能と、前記無人車両の速度が前記所定速度まで低下した後に前記操舵手段を作動して操舵を開始させる操舵制御機能とを具備した構成になっている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平07 9969号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、走行速度が速すぎるとステアリング操作の制限があることから、ステアリングの操作指令があると、必要な速度まで無人車が自動的に減速するシステムである。

この方法では操作者が速度等の操作に対して意図しない動作を無人車が自動的に作り出すことから、操作者の意図した動作と異なる動きを発生させる蓋然性が高いという問題がある。

10

【0005】

そこで本発明は、操作者の意図した通りの高速走行を、安全に行うことができる無人車両遠隔操作システムの提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するための本発明に係る無人車両遠隔操作システムは、走行領域内の測距データを取得するための測距部と、走行のための駆動機構を搭載した無人車両と、その測距部によって取得した画像を表示する表示部を有し、その表示部に表示された画像に基づき、無人車両を遠隔操作するためのステアリングを備えた遠隔操作装置とを無線通信回線を介して接続可能な構成のものである。

20

本発明においては、測距部により取得した測距データに基づいて、走行可能エリアを抽出するエリア抽出手段と、無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、取得した無人車両の走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、無人車両の走行状態が不安定になるステアリングの操作警戒角度範囲及び無人車両の走行状態が危険になるステアリングの操作危険角度範囲を含む操作限界情報を生成する操作限界情報生成手段とを無人車両に設けたこと、生成した操作限界情報を表示部に表示させる操作限界情報表示手段を遠隔操作装置に設けたものである。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、操作者の意図した通りの高速走行を、安全に行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る無人車両遠隔操作システムの全体構成を示す説明図である。

【図2】同上の無人車両遠隔操作システムの一部をなす無人車両の構成を概略的に示す説明図である。

【図3】同上の無人車両に設けた制御回路のブロック図である。

【図4】無人車両に設けた車両制御用コンピュータが有する機能を示すブロック図である。

40

【図5】(A)は、アクセルペダルの操作角度範囲、(B)は、ステアリングホイールの操作角度範囲を示す説明図である。

【図6】無人車両の制御フローチャートである。

【図7】(A)は、遠隔操作装置の概略構成を示す説明図、(B)は、表示分に表示される操作限界情報を示す説明図である。

【図8】遠隔操作装置に設けた制御回路のブロック図である。

【図9】(A)は、ステアリング加重機構を説明するための説明図、(B)は、アクセル加重機構を説明するための説明図である。

【図10】遠隔操作装置による遠隔操作のメインルーチンのフローチャートである。

【図11】遠隔操作装置による遠隔操作のサブルーチンのフローチャートである。

50

【図12】アクセルペダルとステアリングホイールの操作力の増減加重処理を示すフローチャートである。

【図13】ステアリング角度と指令角度との入出力特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る無人車両遠隔操作システムの全体構成を示す説明図、図2は、その無人車両遠隔操作システムの一部をなす無人車両の構成を概略的に示す説明図である。また、図3は、その無人車両に設けた制御回路のブロック図である。

【0010】

図1に示すように、本発明の一実施形態に係る無人車両遠隔操作システムA1は、無人車両Bと、遠隔操作装置Cとを電気通信回線を通じて接続可能に構成されている。

無人車両Bは、一般の乗用車両のハンドル/アクセル/ブレーキを、下記の車両制御用、走行用コンピュータ10、30によって操作できるように、各種のアクチュエータを付加した構成のものであり、その詳細は次のとおりである。

【0011】

すなわち、無人車両Bは、CPU(Central Processing Unit)やインターフェース回路(いずれも図示しない)等からなる車両制御用コンピュータ10と、同じく走行用コンピュータ30とによって制御されるようになっている(図2、3参照)。

【0012】

車両制御用コンピュータ10と、走行用コンピュータ30とは、イーサネット(登録商標)11を介して互いに接続されている。

接続方式には、イーサネット(登録商標)以外にもCAN(Controller Area Network)等の車内ネットワークを用いることができる。

【0013】

走行用コンピュータ30は、CPU(Central Processing Unit)やインターフェース回路(いずれも図示しない)等からなるものであり、これの入力ポートには、走行領域内の測距データを取得するための測距部33が接続されている。

測距部33は、走行用カメラ14、31と、レーザーセンサ(以下、「LRF」という。)32a、32bを有して構成されている(図3参照)。

【0014】

LRF32a、32bは、レーザ光の投光から受光までの時間を計測するタイムオブフライト方式による測距を行うものであり、本実施形態において示すものは、1つのレーザ光源を用い、光軸を光学的又は機械的に掃引することにより、物体の3次元的な形状を取得するスキャンタイプのものである。

本実施形態においては、一方のLRF32aが遠距離用のものであり、他方のLRF32bが近距離用のものであり、遠近を問わず走行領域をカバーできるようにしている。

【0015】

走行用カメラ14、31は、自律走行を行うときに必要な画像データを取得するためのものであり、走行方向に向け、かつ、車幅方向において左右対称に配列されている。

【0016】

車両制御用コンピュータ10は、CPU(Central Processing Unit)、インターフェース回路及びメモリ(いずれも図示しない)等からなるものである。

この車両制御用コンピュータ10の入力ポートには、イーサネット(登録商標)11を介して無線LAN13と撮像部である遠隔操作カメラ19が、また、GPS(Global Positioning System)15、パーチカルジャイロ16、車速パルス17及びオドメトリ18がそれぞれシリアル回線を介して接続されている。なお、符号20は、無線LAN13に接続されているアンテナを示している。

なお、通信手段には、無線LAN以外にも携帯電話、PHS、衛星回線等を用いることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

また、出力ポートには、モータドライバ 2 1 を介して、ステアリング用アクチュエータ 2 2、ブレーキ/アクセル用アクチュエータ 2 3 がそれぞれ接続されている。

なお、図 1 に示す 9 ... は走行輪であり、これらの走行輪 9 ... とともに、モータドライバ 2 1、ステアリング用アクチュエータ 2 2、ブレーキ/アクセル用アクチュエータ 2 3 により駆動機構 D を構成している。

【 0 0 1 8 】

パーティカルジャイロ 1 6 は、無人車両 B の鉛直面内における傾斜姿勢、従ってまた、後述する走行用カメラ 1 4 , 3 1、及び L R F 3 2 a , 3 2 b の光軸姿勢（向き）情報を取得するものである。

10

【 0 0 1 9 】

オドメトリ 1 8 は、無人車両 B の走行輪 9 ... の各回転量に基づいて、自己の位置情報を取得するためのセンサである。

G P S 1 5 は、無人車両 B の測位情報を取得するためのものである。

車速パルス 1 7 は、無人車両 B の走行速度を測定するためのものであり、無人車両 B の走行速度をパルス情報として出力するものである。

【 0 0 2 0 】

車両制御用コンピュータ 1 0 は、イーサネット（登録商標） 1 1 , 無線 L A N 1 3 及びアンテナ 2 0 を通じて、G P S 1 5、パーティカルジャイロ 1 6 で取得した各種の情報を、後述する遠隔操作装置 C に向けて送信する機能の他、その遠隔操作装置 C から送信される操作情報に基づき、ステアリング用アクチュエータ 2 2、ブレーキ/アクセル用アクチュエータ 2 3 をモータドライバ 2 1 を介して駆動制御する機能を有している。

20

すなわち、遠隔操作装置 C から送信される無人車両 B に対する操作情報に基づいて、ステアリング用アクチュエータ 2 2 及びブレーキ/アクセル用アクチュエータ 2 3 を駆動する機能を有している。

【 0 0 2 1 】

車両制御用コンピュータ 1 0 は、図示しないメモリに記憶されている所要のプログラムの実行により、次の各機能を発揮する。図 4 は、無人車両に設けた車両制御用コンピュータが有する機能を示すブロック図である。

【 0 0 2 2 】

(1) 測距部 3 3 により取得した測距データに基づいて、走行可能エリアを抽出する機能。これを「エリア抽出手段 1 0 a」という。

30

本実施形態においては、L R F 3 2 a , 3 2 b により取得したレーザー光データと、走行用カメラ 1 4 , 3 1 により取得した画像データの双方に基づき、走行領域内における走行可能エリアを抽出している。

なお、走行用カメラ 1 4 , 3 1 により取得した画像データのみに基づき、また、L R F 3 2 により取得したレーザー光データのみに基づいて走行領域内における走行可能エリアを抽出するようによい。

【 0 0 2 3 】

(2) 無人車両 B の走行状態を取得する機能。これを「走行状態取得手段 1 0 b」という。

40

本実施形態において示す「走行状態」は、無人車両 B の走行速度、操舵角及び傾き（水平面に対する）である。

これらのデータは、上記した車速パルス 1 7、オドメトリ 1 8、回転角センサ 2 4 及びパーティカルジャイロ 1 6 によって取得している。

【 0 0 2 4 】

走行速度の上限値は、次のようにして設定している。

安全距離： $x_s = x_b + x_{dr} + z_c$ z_c ：追加距離（安全余裕）

安全距離は、無人車両 B から障害物までの距離のことである。

制動距離： $x_b = B r (v)$ 一般に $x_b \propto v^2$

50

空走距離： $x_{dr} = v t_d$

v ：走行速度

空走時間： $t_d = t_{ds} + t_{dc} + t_{dt}$

t_{ds} ：センサ応答時間

t_{dc} ：コントローラ応答時間

t_{dt} ：通信遅延時間

安全性を重視した管理距離

$$V = V_{max}$$

V_{max} ：車両の最大速度

【0025】

(3) 取得した無人車両Bの走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、走行のための操作限界を示す操作限界情報を生成する機能。これを「操作限界情報生成手段10c」という。

10

図5(A)は、操作限界情報に含まれるアクセルペダルの操作角度範囲、(B)は、操作限界情報に含まれるステアリングホイールの操作角度範囲を示す説明図である。

本実施形態においては、後述する遠隔操作装置Cが有する遅延時間算出手段51aによって算出した遅延時間に応じた操作限界情報1, 2を生成している。

「操作限界情報」は、後述するステアリングホイール56の操作角度範囲と、アクセルペダル57の操作角度範囲とを含んでいる。

【0026】

「アクセルペダルの操作角度範囲」には、無人車両Bを安全な走行状態に保持できる操作可能角度範囲40a、その走行状態が不安定になる操作警戒角度範囲40bと、当該走行状態が危険になる操作危険角度範囲40cとを含んでいる。

20

【0027】

「ステアリングホイールの操作角度範囲」には、無人車両Bを安全な走行状態に保持できる操作可能角度範囲41a、その走行状態が不安定になる操作警戒角度範囲41b, 41bと、当該走行状態が危険になる操作危険角度範囲41cとを含んでいる。

なお、40d, 41dは、実際のアクセルペダル, ステアリングホイールの操作角度に対応するインジケータである。

【0028】

(4) 電気通信回線を通じ、生成した操作限界情報を遠隔操作装置Cに向けて送信する機能。この機能を、「操作限界情報送信手段10d」という。

【0029】

30

(5) 遠隔操作装置Cから送出される操作情報に従い、駆動機構Dを介して無人車両Bを走行させる機能。これを「自律走行手段10e」という。

「操作情報」は、少なくとも走行方向、走行速度及び無人車両Bの加減速データを含むものである。

【0030】

次に、図6を参照して、無人車両の制御フローチャートについて説明する。図6は、無人車両の制御フローチャートである。

<無人車両側の制御フローチャート>

ステップ1(図中、「S1」と略記する。以下、同様。):各部の初期化処理を行ってステップ2に進む。

40

【0031】

ステップ2:遠隔操作装置Cから送信された操作者Qによる操作情報及びコマンドを受信して、ステップ3に進む。

ステップ3:半自律走行コマンドが受信されたか否かを判定し、半自律走行コマンドを受信すればステップ4に進み、そうでなければステップ10に進む。

すなわち、半自律走行コマンドが受信されたか否かを判定する機能を有している。この機能を「コマンド判定手段」という。

【0032】

ステップ4:カメラ14, 31とLRF32a, 32bによって走行領域を認識するとともに、走行可能エリアを抽出して、ステップ5に進む。

50

すなわち、測距部 33 により取得した測距データに基づいて、環境地図を作成する機能（この機能を「地図作成手段」という。）を有しており、LRF32a, 32b により取得したレーザー光データに基づいて環境地図を作成し、その環境地図に基づいて走行領域を認識するとともに、走行可能エリアを抽出している。

なお、作成した環境地図は、自律走行制御コンピュータ 10 内のメモリ（図示しない）に順次記憶されていくようになっている。

【0033】

ステップ 5：ステアリングホイール，アクセルペダルの操作情報を受信して、ステップ 6 に進む。

ステップ 6：操作情報に含まれる角度となるようにステアリングホイール，アクセルペダルをアクチュエータで駆動する。

ステップ 7：無人車両の走行状態を取得して、ステップ 8 に進む。

ステップ 8：走行のための操作限界情報 1，2 を生成する。

ステップ 9：操作限界情報 1，2 及び認識結果を重畳した画像を、遠隔操作装置 C に向けて送信する。

ステップ 10：終了処理を行う。

【0034】

次に、遠隔操作装置について、図 7～11 を参照して説明する。図 7 (A) は、遠隔操作装置の概略構成を示す説明図、(B) は、表示部に表示される操作限界情報を示す説明図である。また、図 8 は、遠隔操作装置に設けた制御回路のブロック図、図 9 (A) は、ステアリング加重機構を説明するための説明図、(B) は、アクセル加重機構を説明するための説明図である。

本実施形態において示す遠隔操作装置 C は、装置本体 50 上にディスプレイ 60 を配設した外観構成になっている。

【0035】

装置本体 50 内には、CPU (Central Processing Unit) やインターフェース回路（いずれも図示しない）等からなる入出力ポートに、無線 LAN 52、回転角センサ 53、ステアリング加重機構 54、アクセル加重機構 55、ディスプレイ 60、ステアリングホイール 56、アクセルペダル 57 を接続した制御装置 51 が配設されている。なお、符号 58 で示すものはアンテナである。

【0036】

装置本体 50 は、図 7 (A) に示すように、基台 62 の一端部に操作盤 63 が起立して配設されており、その操作盤 63 の上部にステアリングホイール 56 が、また、その下部にアクセルペダル 57 がそれぞれ配設されている。

操作者 Q は、基台 62 に配設された椅子 64 に腰掛けた状態で、ステアリングホイール 56 やアクセルペダル 57 等の操作を行うようにしている。

【0037】

ステアリングホイール 56 は、無人車両 B の走行方向を操作するためのものであり、これには、図 7 (A)，図 9 に示すステアリング加重機構 54 と回転角センサ 53 とが取り付けられている。

本実施形態において示すステアリング加重機構 54 は、ステアリングホイール 56 の上記した操作警戒角度範囲 40b, 41b において、そのステアリングホイール 56 の操作力を増減加重するものであり、本実施形態においては、アクチュエータ 54a を有する構成になっている。

【0038】

アクセルペダル 57 は、無人車両 B の加減速を操作するためのものであり、これには、上記したアクセル加重機構 55 が取り付けられている。

アクセル加重機構 55 は、アクセルペダル 57 の操作力を加重するものであり、図 9 に示す仮想バネの挙動を示すようにしている。

【0039】

10

20

30

40

50

ディスプレイ 60 には、上記した遠隔操作カメラ 19, カメラ 14, 31 によって取得した走行領域の画像、走行可能エリア、上記した操作限界情報 1, 2 等が表示されるようになっている。

【0040】

制御装置 51 は、所要のプログラムの実行により次の各機能を発揮する。

(6) 無人車両 B と遠隔操作装置 C との間における通信遅延時間を算出する機能。この機能を「遅延時間算出手段 51a」という。

本実施形態においては、無人車両 B と遠隔操作装置 C の間において、ping の要領でデータの往復時間を推定している。

また、無人車両 B と遠隔操作装置 C 双方に GPS を搭載しておき、その GPS を用いて双方のコンピュータによって精度の高い時刻同期を行い、受信したデータのタイムスタンプに基づいて遅延時間を推定するようにしてもよい。

【0041】

(7) ステアリングホイール 56 の上記した操作警戒角度 41b に応じて、ステアリング加重機構 54 によってステアリングホイール 56 の操作力を増減加重する機能。この機能を「ステアリング増減加重手段 51b」という。

具体的には、ステアリングホイール 56 の操作角度が大きくなるに従って大きな操作力が必要となるようにしている。

【0042】

(8) アクセルペダル 57 の操作警戒角度 40b に応じて、アクセル加重機構 55 によってアクセルペダル 57 の操作力を増減加重する機能。この機能を「アクセル増減加重手段 51c」という。

具体的には、アクセルペダル 57 の踏み込み角度が大きくなるに従って大きな操作力が必要となるようにしている。

【0043】

(9) 生成した上記操作限界情報をディスプレイ 60 に表示させる機能。この機能を「操作限界情報表示手段 51d」という。

本実施形態においては、図 7(B) に示すように、上記の操作限界情報を走行可能エリア(図示しない)等に透過重畳表示させているが、これに限るものではなく、走行可能エリア等の側方に表示させるようにしてもよい。

【0044】

(10) 操作限界情報に基づき制限された操作情報を生成する機能。この機能を「操作情報生成手段 51e」という。

この機能については、以下の図 11 において詳細に説明する。

(11) 電気通信回線を通じ、生成した操作情報を半自律型無人車両 B に向けて送信する機能。この機能を「操作情報送信手段 51f」という。

【0045】

次に、図 10, 11 を参照して、遠隔操作装置による遠隔操作について説明する。図 10 は、遠隔操作装置 C による遠隔操作のメインルーチンのフローチャート、図 11 は、サブルーチンのフローチャートである。

【0046】

ステップ 1 (図中、「S1」と略記する。以下、同様。): 各部の初期化処理を行ってステップ 2 に進む。

ステップ 2: 無人車両 B から送信された車両情報(速度等)、操作限界情報 1, 2 及びコマンドを受信して、ステップ 3 に進む。

ステップ 3: 通信遅延時間を算出して、ステップ 4 に進む。

【0047】

ステップ 4: カメラ 14, 31 で撮像した画像に、算出した通信遅延時間による無人車両 B の走行量を補正しておき、遠隔操作カメラ 19 で撮像した画像に重畳させて、操作限界情報 1, 2、受信した走行可能エリアの認識結果、及び受信した車両情報を表示

10

20

30

40

50

してステップ 5 に進む。

【 0 0 4 8 】

ステップ 5 : ディスプレイ 6 0 に表示されている、遠隔操作カメラ 1 9 で撮像した画像、操作限界情報 1 , 2、受信した走行可能エリアの認識結果、及び受信した車両情報等を参照しながら、アクセルペダル 5 7、ステアリングホイール 5 6 を操作する。

【 0 0 4 9 】

ステップ 6 : 操作力増減加重処理を行うとともに、操作限界情報に基づき制限された操作情報を生成する。具体的には、次のとおりである。

なお、以下にはステアリングホイール 5 6 の操作力を増減加重する場合について説明するが、アクセルペダル 5 7 の操作力についても、同様にして増減加重するようにしている
10
ので、本実施形態においては、アクセルペダル 5 7 の操作力の増減加重についての説明を省略する。

$$\begin{aligned} &= 0 && i < a \\ &= K (\quad - a) && a < i < d \\ &= m a x && i < d \end{aligned}$$

k : 回転バネ定数

i : ステアリング角度

a : 警戒角度

(走行速度・外部環境から計算される、これ以上きる (加速する) と無人車両 B が不安定になるステアリング角度・加速度)
20

d : 危険角度

(走行速度・外部環境から計算される、これ以上きる (加速する) と無人車両 B が危険になるステアリング角度・加速度)

θ_0 : 指令角度

【 0 0 5 0 】

ステップ 6 a : ステアリングホイール 5 6 の操作入力角度 (ステアリング角度) i を入力して、ステップ 6 b に進む。

ステップ 6 b : 操作入力角度 i と指令角度 θ_0 とを比較して、 $i < a$ の場合にはステップ 6 c に、 $a < i < d$ の場合にはステップ 6 d に、また、 $i < d$ の場合にはステップ 6 e に進む。
30

【 0 0 5 1 】

ステップ 6 c : ステアリングホイール 5 6 の操作力 を「 0 」にして、ステップ 6 f に進む。

【 0 0 5 2 】

ステップ 6 d : ステアリングホイール 5 6 の操作力 を $K (i - a)$ にして、ステップ 6 f に進む。

ステップ 6 e : ステアリングホイール 5 6 の操作力 を $m a x$ にして、ステップ 6 f に進む。なお、 $m a x$ は予め設定した操作力である。

【 0 0 5 3 】

ステップ 6 f : ステアリングホイール 5 6 の操作力 が、上記ステップ 6 c , 6 d , 6 e で設定した値になるとなるように、ステアリング用アクチュエータ 2 2 のトルク制御を行う。
40

上記したステップ 6 b ~ 6 f の制御は、遠隔操作装置 C におけるステアリングホイール 5 6 の操作力を制御する一連の処理である。

【 0 0 5 4 】

ステップ 6 g : ステアリング角度 i と危険角度 d とを比較して、ステアリング角度 $i > d$ であればステップ 6 i に進み、そうでなければステップ 6 h に進む。

ステップ 6 h : 指令角度 θ_0 をステアリング角度 i としてステップ 6 j に進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ 6 i : 指令角度 θ_0 を危険角度 d としてステップ 6 j に進む。
50

ステップ 6 j : 無人車両 B 側のステアリングホイール 5 6 の操作情報 (指令角度 θ_0) を出力して、ステップ 6 b に戻る。

ステップ 7 : アクセルペダル 5 7 と、ステアリングホイール 5 6 の操作力を増減加重する。

【 0 0 5 6 】

次に、上述したステップ 6 における操作限界情報に基づき制限された操作情報を生成する処理の他例について図 1 2 を、また、合わせてステアリングホイールの操作力の増減加重の例について図 1 3 をそれぞれ参照して説明する。図 1 2 は、操作限界情報に基づき制限された操作情報を生成する処理の他例を示すフローチャート、図 1 3 は、ステアリングホイール角度と指令角度との入出力特性を示すグラフである。

10

【 0 0 5 7 】

他例に係る操作力増減加重処理は、警戒角度 θ_a 以上のステアリングホイール 5 6 の操作を禁止するステアリング操作禁止手段 5 1 g (図 8 参照) を設けた構成のものである。

本実施形態においては、操作盤 6 3 に許否設定スイッチ 6 5 (図 8 参照) を配設するとともに、その許否設定スイッチ 6 5 のオン/オフを判定するスイッチ状態判定手段 5 1 f と、当該許否設定スイッチ 6 5 がオンであると判定したときには、ステアリング操作禁止手段 5 1 g は、ステアリングホイール 5 6 の危険角度範囲以上の操作を禁止するようにしている。

具体的には、次のとおりである。

【 0 0 5 8 】

20

ステップ 6 a : ステアリングホイール 5 6 のステアリング角度 θ_i を入力して、ステップ 6 b に進む。

ステップ 6 b : ステアリング角度 θ_i と警戒角度 θ_a とを比較して、 $\theta_i > \theta_a$ の場合にはステップ 6 d に進み、 $\theta_i < \theta_a$ の場合にはステップ 6 c に進む。

【 0 0 5 9 】

ステップ 6 c : 指令角度 θ_0 をステアリング角度 θ_i にして、ステップ 6 h に進む。

ステップ 6 d : 許否設定スイッチ 6 5 のオン/オフを判定し、その許否設定スイッチ 6 5 がオンであると判定されればステップ 6 f に進み、そうでなければステップ 6 e に進む。

30

【 0 0 6 0 】

ステップ 6 e : ステアリングホイール 5 6 のステアリング角度 θ_i を警戒角度 θ_a にして、ステップ 6 h に進む。

すなわち、図 1 3 に示すように、許否設定スイッチ 6 5 がオフのときには、(ア)で示すように警戒角度 θ_a に出力が制限されるのである。

【 0 0 6 1 】

ステップ 6 f : ステアリングホイール 5 6 のステアリング角度 θ_i が危険角度 θ_d 以上であるか否かを判定し、そのステアリング角度 θ_i が危険角度 θ_d 以上であると判定したときにはステップ 6 g に進み、そうでなければステップ 6 h に進む。

ステアリング角度 θ_i が危険角度 θ_d に達しないときには、ステアリングホイール 5 6 に作用する加重が増加しながらも操作可能になっている。換言すると、ステアリングホイール 5 6 の操作角度が大きくなるに従って大きな操作力が必要となるようにしている。

40

【 0 0 6 2 】

ステップ 6 g : ステアリングホイール 5 6 のステアリング角度 θ_i を危険角度 θ_d にしてステップ 6 h に進む。

すなわち、図 1 3 に示すように、許否設定スイッチ 6 5 がオンのときには、(イ)で示すように危険角度 θ_d に出力が制限されるのである。

ステップ 6 h : ステアリングホイール 5 6 のステアリング角度 θ_0 を無人車両 B に向けて出力する。

【 0 0 6 3 】

50

なお、本発明は上述した実施形態に限るものではなく、次のような変形実施が可能である。

・上述した実施形態においては、ステアリング角度 θ_i を、 $\theta_i < \theta_a$ 、 $\theta_a < \theta_i < \theta_d$ 、及び $\theta_i < \theta_d$ 等に区分して、それぞれ対応する加重を加える例についてしたが、これに限るものではなく、例えば一定の角度毎に、これ対応する加重を加えるようにしてもよい。

【0064】

・精度を補完する機能を付加する場合、次のようにすることができる。

車速パルスの補完として、無人車両の速度（積分して）/車両の傾き（重力を検出して）を測定するための加速度センサ、無人車両の速度を算出するためのタコメータを設けた構成にしてもよい。

10

・パーティカルジャイロの補完として、無人車両の傾き（水平面に対する）を検出するための傾斜角センサを配設してもよい。

【0065】

・上述した実施形態においては、車両制御用コンピュータと、走行用コンピュータの二つのコンピュータにより、無人車両全体を制御するものを例として説明したが、それら二つのコンピュータに分担させることなく、単一のコンピュータで制御するようにしてもよい。さらには、三つ以上のコンピュータに分担させることができる。

【符号の説明】

【0066】

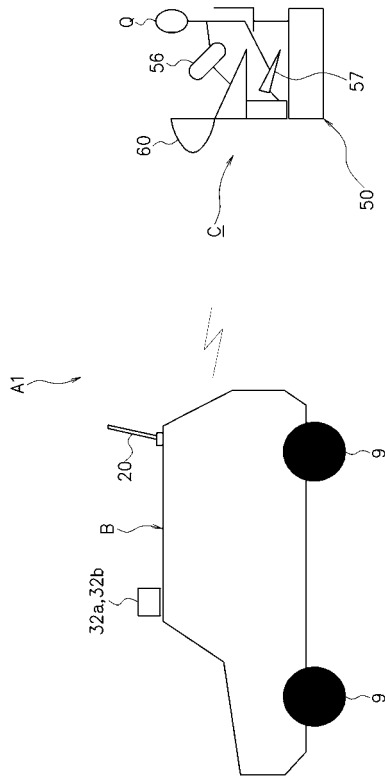
20

10a	エリア抽出手段
10b	走行状態取得手段
10c	操作限界情報生成手段
10d	操作限界情報送信手段
10e	自律走行手段
19	撮像部（遠隔操作カメラ）
33	測距部
40b, 41b	操作警戒角度範囲
40c, 41c	操作危険角度範囲
51a	遅延時間算出手段
51b	ステアリング増減加重手段
51c	アクセル増減加重手段
51d	操作限界情報表示手段
51e	操作情報生成手段
51f	操作情報送信手段
51g	ステアリング操作禁止手段
51h	スイッチ状態判定手段
54	ステアリング加重機構
55	アクセル加重機構
56	ステアリングホイール
57	アクセルペダル
60	表示部（ディスプレイ）
65	許否設定スイッチ
A1	無人車両遠隔操作システム
B	無人車両
C	遠隔操作装置
D	駆動機構
1, 2	操作限界情報

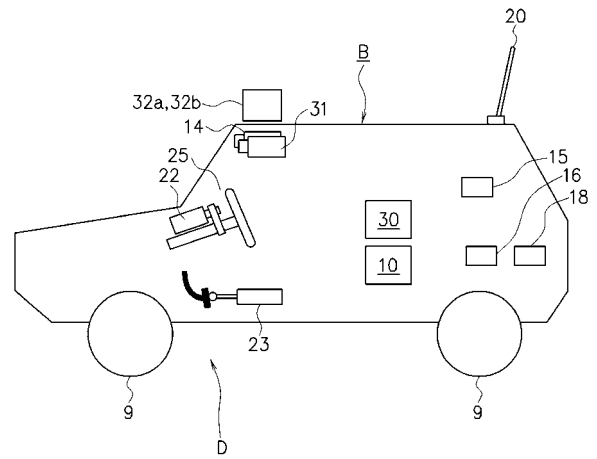
30

40

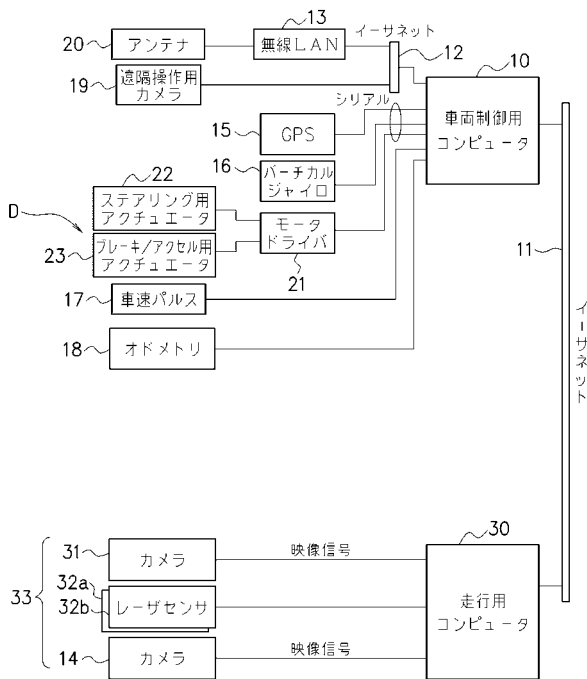
【図1】



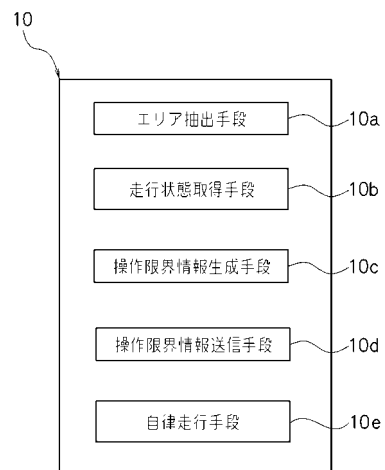
【図2】



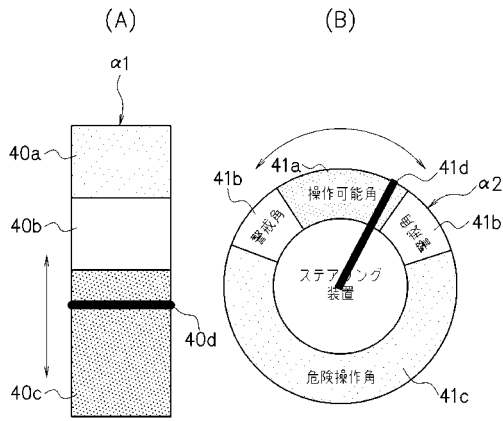
【図3】



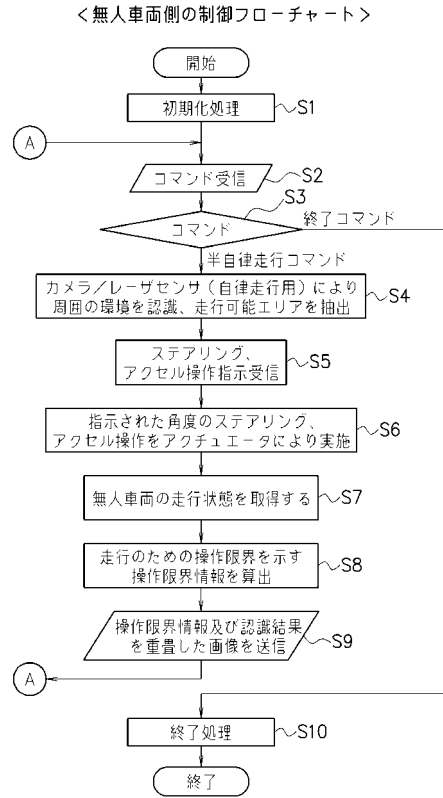
【図4】



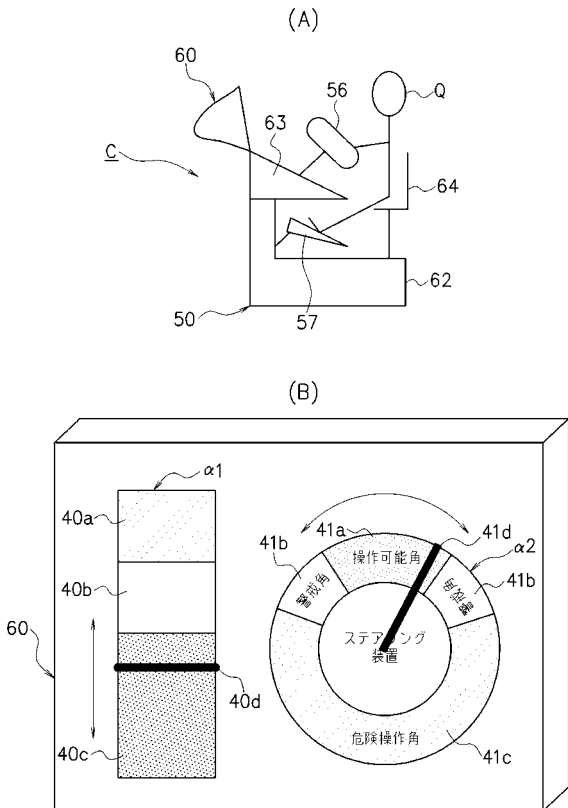
【図5】



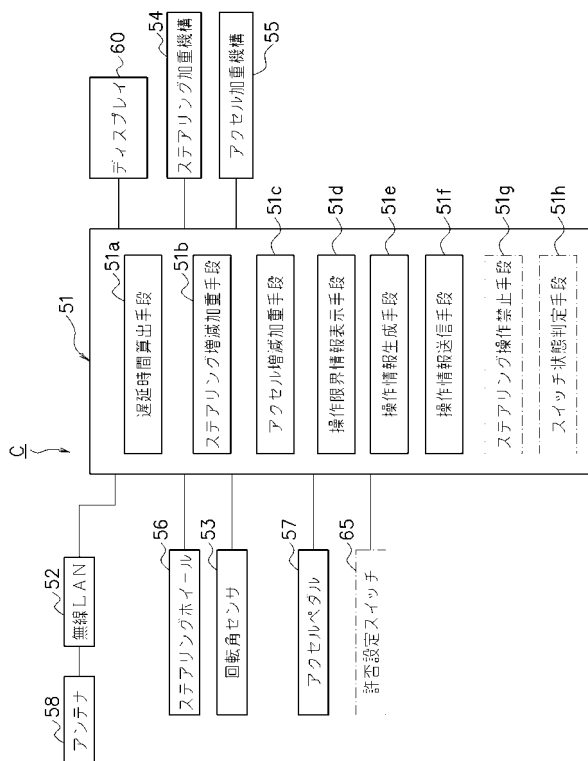
【図6】



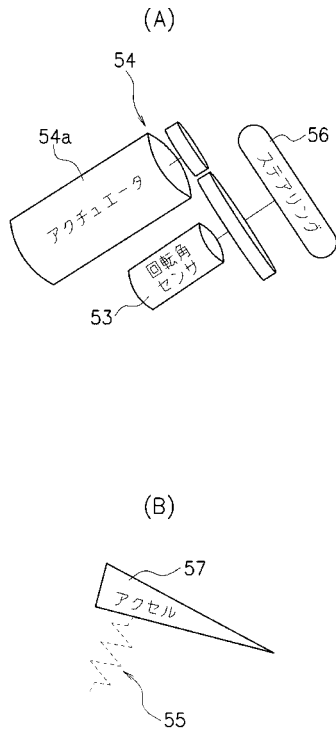
【図7】



【図8】

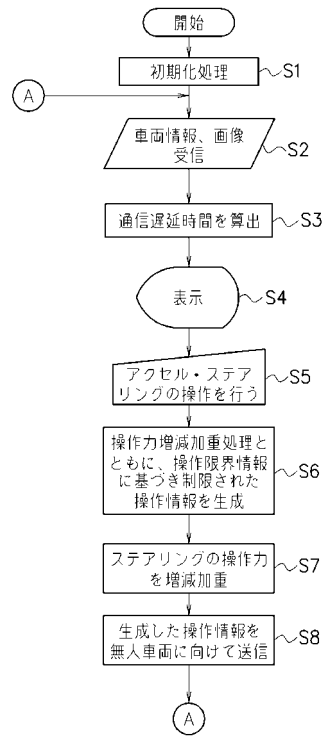


【図9】

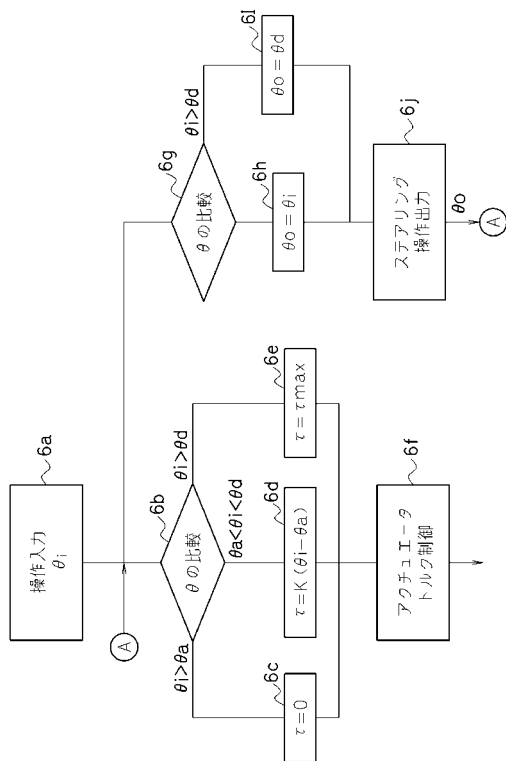


【図10】

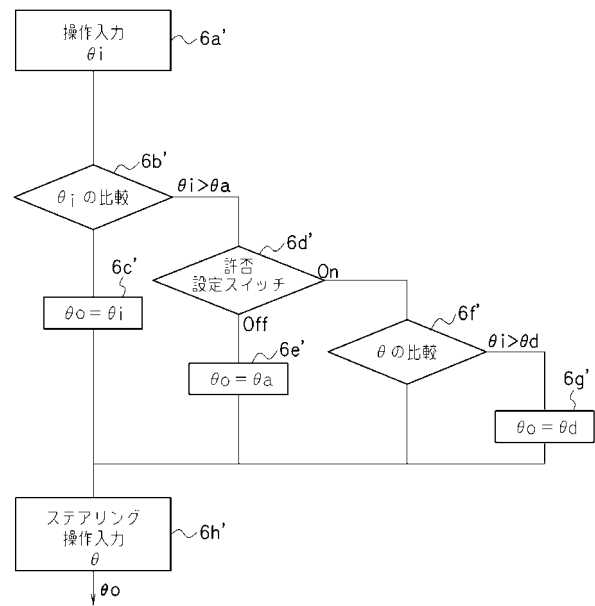
＜遠隔操作装置側のフローチャート＞



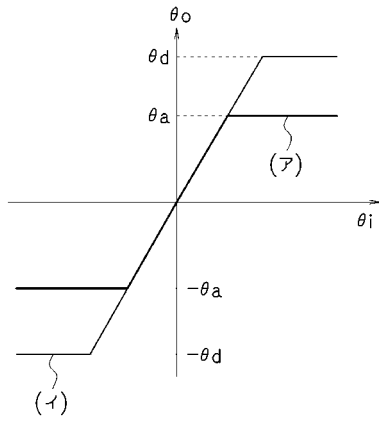
【図11】



【図12】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 前田 宗彦
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHIエアロスペース内
- (72)発明者 國弘 孝生
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHIエアロスペース内

審査官 牧 初

- (56)参考文献 特許第3281188(JP, B2)
特開2008-265407(JP, A)
特開2008-6921(JP, A)
特開平8-36691(JP, A)
特開2001-109519(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05D 1/00 - 1/12