

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5366703号
(P5366703)

(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

G 0 5 D 1/00 (2006.01)

G 0 5 D 1/00 B

B 6 2 D 1/28 (2006.01)

B 6 2 D 1/28 Z Y W

B 6 2 D 6/00 (2006.01)

B 6 2 D 6/00

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G 1/16 C

B 6 2 D 101/00 (2006.01)

B 6 2 D 101:00

請求項の数 9 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-189980 (P2009-189980)

(22) 出願日 平成21年8月19日 (2009.8.19)

(65) 公開番号 特開2011-43884 (P2011-43884A)

(43) 公開日 平成23年3月3日 (2011.3.3)

審査請求日 平成24年2月29日 (2012.2.29)

(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

(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

(74) 代理人 100102141

弁理士 的場 基憲

(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

(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】 半自律型無人車両の遠隔操縦システム

(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、その走行領域の画像を撮像するための撮像部及び走行するための走行機構を有し、取得した測距データに基づく自律走行を行うとともに、遠隔操縦装置から送信された操縦情報による遠隔操縦を行う半自律型車両と、上記撮像部によって撮像した画像を表示する表示部、及びその表示部に表示された画像に基づいて半自律型無人車両を遠隔操縦するための操縦情報を送信し、かつ、半自律型無人車両を遠隔操縦するためのステアリングを備えた遠隔操縦装置とを、電気通信回線を通じて接続可能な半自律型無人車両の遠隔操縦システムであって、

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、

半自律型無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、

取得した半自律型無人車両の上記走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、走行のための操縦限界を示す走行状態が不安定になるステアリングの操縦警戒角度範囲及び半自律型無人車両の走行状態が危険になるステアリングの操縦危険角度範囲を含む操縦限界情報を生成する操縦限界情報生成手段と、

電気通信回線を通じ、生成した操縦限界情報を遠隔操縦装置に向けて送信する操縦限界情報送信手段と、

遠隔操縦装置から送出された操縦情報に従い、走行機構を介して半自律型無人車両を走行させる自律走行手段とを半自律型無人車両に設けたこと、

10

20

生成した操縦限界情報を表示部に表示させる操縦限界情報表示手段と、
操縦限界情報に基づき制限された操縦情報を生成する操縦情報生成手段と、
電気通信回線を通じ、生成した操縦情報を半自律型無人車両に向けて送信する操縦情報送信手段とを遠隔操縦装置に設けたことを特徴とする半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 2】

ステアリングの操縦警戒角度範囲において、ステアリングの操縦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 に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 3】

ステアリングの操縦警戒角度に応じ、ステアリング加重機構によってステアリングの操縦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 に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 4】

遠隔操縦装置には、半自律型無人車両を操縦するためのアクセルが配設されており、
操縦限界情報は、走行のための操縦限界を示す走行状態が不安定になるアクセルの操縦警戒角度範囲及び半自律型無人車両の走行状態が危険になるアクセルの操縦危険角度範囲を含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 5】

走行領域内の測距データを取得するための測距部、その走行領域の画像を撮像するための撮像部及び走行するための走行機構を有し、取得した測距データに基づく自律走行を行うとともに、遠隔操縦装置から送信された操縦情報による遠隔操縦を行う半自律型車両と、上記撮像部によって撮像した画像を表示する表示部、及びその表示部に表示された画像に基づいて半自律型無人車両を遠隔操縦するための操縦情報を送信し、かつ、半自律型無人車両を遠隔操縦するためのアクセルを備えた遠隔操縦装置とを、電気通信回線を通じて接続可能な半自律型無人車両の遠隔操縦システムであって、

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、

半自律型無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、

取得した半自律型無人車両の上記走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、走行のための操縦限界を示す走行状態が不安定になるアクセルの操縦警戒角度範囲及び半自律型無人車両の走行状態が危険になるアクセルの操縦危険角度範囲を含む操縦限界情報を生成する操縦限界情報生成手段と、

電気通信回線を通じ、生成した操縦限界情報を遠隔操縦装置に向けて送信する操縦限界情報送信手段と、

遠隔操縦装置から送出された操縦情報に従い、走行機構を介して半自律型無人車両を走行させる自律走行手段とを半自律型無人車両に設けたこと、

生成した操縦限界情報を表示部に表示させる操縦限界情報表示手段と、

操縦限界情報に基づき制限された操縦情報を生成する操縦情報生成手段と、

電気通信回線を通じ、生成した操縦情報を半自律型無人車両に向けて送信する操縦情報送信手段とを遠隔操縦装置に設けたことを特徴とする半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 6】

アクセルの操縦警戒角度範囲において、アクセルの操縦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 5 に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 7】

アクセルの操縦警戒角度に応じて、アクセル加重機構によってアクセルの操縦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 6 に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 8】

許否設定スイッチと、

許否設定スイッチのオン／オフを判定するスイッチ状態判定手段と、

その許否設定スイッチがオンであると判定したときには、ステアリングの危険角度範囲以上の操縦を禁止するステアリング操縦禁止手段とを遠隔操縦装置に設けたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【請求項 9】

電気通信回線を通じた半自律型無人車両と遠隔操縦装置との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、

操縦限界情報生成手段は、算出した遅延時間に応じた操縦限界情報を生成することを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の半自律型無人車両の遠隔操縦システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測距データに基づく自律走行を行うとともに、遠隔操縦装置から送信された操縦情報による遠隔操縦を行う半自律型車両の遠隔操縦システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の半自律型無人車両の遠隔操縦システムとして、無人車両用走行制御装置とした名称において特許文献 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用走行制御装置は、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】

【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、上記特許文献 1 に記載のものは、走行速度が速すぎるとステアリングの制限があることから、ステアリング指令があると、必要な速度まで無人車が自動的に減速する構成になっている。

この構成においては、操縦者が速度等の操縦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、操縦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。

【0005】

そこで本発明は、操縦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半自律型無人車両の遠隔操縦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半自律型無人車両の遠隔操縦システムは、走行領域内の測距データを取得するための測距部、その走行領域の画像を撮像するための撮像部及び走行

10

20

30

40

50

するための走行機構を有し、取得した測距データに基づく自律走行を行うとともに、遠隔操縦装置から送信された操縦情報による遠隔操縦を行う半自律型車両と、上記撮像部によって撮像した画像を表示する表示部、及びその表示部に表示された画像に基づいて半自律型無人車両を遠隔操縦するための操縦情報を送信し、かつ、半自律型無人車両を遠隔操縦するためのステアリングを備えた遠隔操縦装置とを、電気通信回線を通じて接続可能なものである。

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、半自律型無人車両の走行状態を取得する走行状態取得手段と、

取得した半自律型無人車両の上記走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、走行のための操縦限界を示す走行状態が不安定になるステアリングの操縦警戒角度範囲及び半自律型無人車両の走行状態が危険になるステアリングの操縦危険角度範囲を含む操縦限界情報を生成する操縦限界情報生成手段と、電気通信回線を通じ、生成した操縦限界情報を遠隔操縦装置に向けて送信する操縦限界情報送信手段と、遠隔操縦装置から送出された操縦情報に従い、走行機構を介して半自律型無人車両を走行させる自律走行手段とを半自律型無人車両に設けたこと、生成した操縦限界情報を表示部に表示させる操縦限界情報表示手段と、操縦限界情報に基づき制限された操縦情報を生成する操縦情報生成手段と、

電気通信回線を通じ、生成した操縦情報を半自律型無人車両に向けて送信する操縦情報送信手段とを遠隔操縦装置に設けたものである。

【0007】

上記の構成においては、半自律型無人車両において、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とともに、半自律型無人車両の走行状態を取得し、取得した半自律型無人車両の上記走行状態と、抽出した走行可能エリアとに基づいて、走行のための操縦限界を示す操縦限界情報を生成する。

そして、電気通信回線を通じ、生成した操縦限界情報を遠隔操縦装置に向けて送信するとともに、遠隔操縦装置から送出された操縦情報に従い、走行機構を介して走行する。

【0008】

一方、遠隔操縦装置においては、生成した操縦限界情報を表示部に表示するとともに、操縦限界情報に基づき制限された操縦情報を生成し、電気通信回線を通じ、生成した操縦情報を半自律型無人車両に向けて送信している。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、操縦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。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係る半自律型無人車両の遠隔操縦システムの全体構成を示す説明図である。

【図2】同上の半自律型無人車両の遠隔操縦システムの一部をなす半自律型無人車両の構成を概略的に示す説明図である。

【図3】同上の半自律型無人車両に設けた制御回路のブロック図である。

【図4】半自律型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。

【図5】(A)は、アクセルのアクセルの操縦角度範囲、(B)は、ステアリングの操縦角度範囲を示す説明図である。

【図6】半自律型無人車両の制御フローチャートである。

【図7】(A)は、遠隔操縦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縦限界情報を示す説明図である。

【図8】遠隔操縦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】遠隔操縦装置による遠隔操縦のメインルーチンのフローチャートである。

【図 1 1】遠隔操縦装置による遠隔操縦のサブルーチンのフローチャートである。

【図 1 2】アクセルとステアリングの操縦力の増減加重処理を示すフローチャートである。

【図 1 3】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】

【0011】

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半自律型無人車両の遠隔操縦システムの全体構成を示す説明図、図 2 は、その半自律型無人車両の遠隔操縦システムの一部をなす半自律型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、その半自律型無人車両に設けた制御回路のブロック図である。

10

【0012】

図 1 に示すように、本発明の一実施形態に係る半自律型無人車両の遠隔操縦システム A 1 は、半自律型無人車両 B と、遠隔操縦装置 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。

【0013】

半自律型無人車両 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 によって操縦できるように、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。

【0014】

20

すなわち、半自律型無人車両 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)。

【0015】

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。

【0016】

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。

30

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)。

【0017】

LRF 32a、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 LRF 32a が遠距離用のものであり、他方の LRF 32b 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。

40

【0018】

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撮像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。

【0019】

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) 12 を介して無線 LAN 13 と遠隔操縦用カメラ 19 が、また、GPS (Global Positioning System) 15、バーチカルジャイロ 16、車速パルス 17 及びオドメトリ 18 がそれぞれ

50

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 LAN 13 に接続されているアンテナを示している。

なお、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ことは勿論である。

【0020】

また、出力ポートには、モータドライバ 21 を介して、ステアリング用アクチュエータ 22、ブレーキ／アクセル用アクチュエータ 23 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 21、ステアリング用アクチュエータ 22、ブレーキ／アクセル用アクチュエータ 23 により走行機構 D を構成している。

10

【0021】

バーチカルジャイロ 16 は、半自律型無人車両 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 14、31、及び LRF 32a、32b の光軸姿勢（向き）情報を取得するものである。

【0022】

オドメトリ 18 は、半自律型無人車両 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。

GPS 15 は、半自律型無人車両 B の測位情報を取得するためのものである。

車速パルス 17 は、半自律型無人車両 B の走行速度を測定するためのものであり、その半自律型無人車両 B の走行速度をパルス情報として出力するものである。

20

【0023】

車両制御用コンピュータ 10 は、イーサネット（登録商標）11、無線 LAN 13 及びアンテナ 20 を通じて、GPS 15、バーチカルジャイロ 16 で取得した各種の情報を、後述する遠隔操縦装置 C に向けて送信する機能の他、その遠隔操縦装置 C から送信される操縦情報に基づき、ステアリング用アクチュエータ 22、ブレーキ／アクセル用アクチュエータ 23 をモータドライバ 21 を介して駆動制御する機能を有している。

すなわち、遠隔操縦装置 C から送信される半自律型無人車両 B に対する操縦情報に基づいて、ステアリング用アクチュエータ 22 及びブレーキ／アクセル用アクチュエータ 23 を駆動する機能を有している。

【0024】

30

車両制御用コンピュータ 10 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、半自律型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。

【0025】

（1）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機能。これを「エリア抽出手段 10a」という。

本実施形態においては、LRF 32a、32b により取得したレーザー光データと、走行用カメラ 14、31 により撮像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 14、31 により撮像した画像データのみに基づき、また、LRF 32 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してもよい。

40

【0026】

（2）半自律型無人車両 B の走行状態を取得する機能。これを「走行状態取得手段 10b」という。

本実施形態において示す「走行状態」は、半自律型無人車両 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 17、オドメトリ 18 及びバーチカルジャイロ 16 によって取得している。

【0027】

50

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、半自律型無人車両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 $x_b \propto v^2$

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

10

【0028】

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

図5（A）は、操縦限界情報に含まれるアクセルの操縦角度範囲、（B）は、操縦限界情報に含まれるステアリングの操縦角度範囲を示す説明図である。

本実施形態においては、後述する遠隔操縦装置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縦限界情報 α_1 、 α_2 を生成している。

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

20

なお、以下にはステアリングホイールを単にステアリング、また、アクセルペダルを単にアクセルという。

【0029】

「アクセルの操縦角度範囲」には、半自律型無人車両Bを安全な走行状態に保持できる操縦可能角度範囲40a、その走行状態が不安定になる操縦警戒角度範囲40bと、当該走行状態が危険になる操縦危険角度範囲40cとを含んでいる。

【0030】

「ステアリングの操縦角度範囲」には、半自律型無人車両Bを安全な走行状態に保持できる操縦可能角度範囲41a、その走行状態が不安定になる操縦警戒角度範囲41b、41bと、当該走行状態が危険になる操縦危険角度範囲41cとを含んでいる。

30

なお、40d、41dは、実際のアクセル、ステアリングの操縦角度に対応するインジケータである。

【0031】

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

【0032】

（5）遠隔操縦装置Cから送出された操縦情報に従い、走行機構Dを介して半自律型無人車両Bを走行させる機能。これを「自律走行手段10e」という。

「操縦情報」は、少なくとも走行方向、走行速度及び半自律型無人車両Bの加減速データを含むものである。

40

【0033】

次に、図6を参照して、半自律型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、半自律型無人車両の制御フローチャートである。

<半自律型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。

【0034】

ステップ2：遠隔操縦装置Cから送信された操縦者Qによる操縦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：終了コマンドを受信したか否かを判定し、終了コマンドを受信すればステ

50

ップ10に進んで、そうでなければステップ4に進む。

【0035】

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。

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。

10

【0036】

ステップ5：ステアリング、アクセルの操縦情報を受信して、ステップ6に進む。

ステップ6：操縦情報に含まれる角度となるようにステアリング、アクセルをアクチュエータで駆動する。

ステップ7：半自律型無人車両Bの走行状態を取得して、ステップ8に進む。

ステップ8：走行のための操縦限界情報 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ を生成する。

ステップ9：操縦限界情報 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 及び認識結果を重ねた画像を、遠隔操縦装置Cに向けて送信する。

ステップ10：終了処理を行う。

【0037】

20

次に、遠隔操縦装置について、図7～11を参照して説明する。図7（A）は、遠隔操縦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縦限界情報を示す説明図である。また、図8は、遠隔操縦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縦装置Cは、装置本体50上にディスプレイ60を配設した外觀構成になっている。

【0038】

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LAN52、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56、アクセル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。

30

【0039】

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56が、また、その下部にアクセル57がそれぞれ配設されている。

操縦者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56とアクセル57の操縦を行えるようにしている。

【0040】

40

ステアリング56は、半自律型無人車両Bの走行方向を操縦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56の上記した操縦警戒角度範囲40b、41bにおいて、そのステアリング56の操縦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。

【0041】

アクセル57は、半自律型無人車両Bの加減速を操縦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57の操縦力を加重するものであり、図9に示す仮

50

想バネの挙動を示すようにしている。

【0042】

ディスプレイ60には、上記したカメラ14, 31によって撮像した走行領域の画像、走行可能エリア、上記した操縦限界情報 $\alpha 1$, $\alpha 2$ 等が表示されるようになっている。

【0043】

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) 半自律型無人車両Bと遠隔操縦装置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、半自律型無人車両Bと遠隔操縦装置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。

10

また、半自律型無人車両Bと遠隔操縦装置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。

【0044】

(7) ステアリング56の上記した操縦警戒角度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56の操縦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56の操縦角度が大きくなるに従って大きな力が必要となるようにしている。

【0045】

20

(8) アクセル57の操縦警戒角度40bに応じて、アクセル加重機構55によってアクセル57の操縦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57の踏込み角度が大きくなるに従って大きな力が必要となるようにしている。

【0046】

(9) 生成した上記操縦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「操縦限界情報表示手段51d」という。

本実施形態においては、図7(B)に示すように、上記の操縦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。

30

【0047】

(10) 操縦限界情報に基づき制限された操縦情報を生成する機能。この機能を「操縦情報生成手段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。

【0048】

(11) 電気通信回線を通じ、生成した操縦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「操縦情報送信手段51f」という。

【0049】

次に、図10, 11を参照して、遠隔操縦装置による遠隔操縦について説明する。図10は、遠隔操縦装置Cによる遠隔操縦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。

40

【0050】

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:半自律型無人車両Bから送信された車両情報(速度等)、操縦限界情報 $\alpha 1$, $\alpha 2$ 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。

【0051】

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半自律

50

型無人車両 B の走行量を補正した上で、遠隔操縦用カメラ 19 で撮像した画像に操縦限界情報 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、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重畳表示してステップ 5 に進む。

【0052】

ステップ 5：ディスプレイ 60 に表示されている、カメラ 14、31 で撮像した画像に操縦限界情報 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、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参照しながら、アクセル 57、ステアリング 56 を操縦する。

【0053】

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

10

なお、以下にはステアリング 56 の操縦力を増減加重する場合について説明するが、アクセル 57 の操縦力についても、同様にして増減加重するようにしているので、本実施形態においては、アクセル 57 の操縦力の増減加重についての説明を省略する。

$$\begin{aligned} \tau &= 0 & \theta_i < \theta_a \\ \tau &= K(\theta - \theta_a) & \theta_a < \theta_i < \theta_d \\ \tau &= \tau_{max} & \theta_i < \theta_d \end{aligned}$$

k：回転バネ定数

θ_i ：ステアリング角度

θ_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）と半自律型無人車両 B が不安定になるステアリング角度・加速度）

20

θ_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）と半自律型無人車両 B が危険になるステアリング角度・加速度）

θ_0 ：指令角度

【0054】

ステップ 6 a：ステアリング 56 の操縦入力角度 θ_i を入力して、ステップ 6 b に進む。

ステップ 6 b：操縦入力角度 θ_i と指令角度 θ_0 とを比較して、 $\theta_i < \theta_a$ の場合にはステップ 6 c に、 $\theta_a < \theta_i < \theta_d$ の場合にはステップ 6 d に、また、 $\theta_i < \theta_d$ の場合にはステップ 6 e に進む。

30

【0055】

ステップ 6 c：ステアリング 56 の操縦力 τ を「0」にして、ステップ 6 f に進む。

【0056】

ステップ 6 d：ステアリング 56 の操縦力 τ を $K(\theta_i - \theta_a)$ にして、ステップ 6 f に進む。

ステップ 6 e：ステアリング 56 の操縦力 τ を τ_{max} にして、ステップ 6 f に進む。
なお、 τ_{max} は予め設定した操縦力である。

【0057】

ステップ 6 f：ステアリング 56 の操縦力 τ 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 22 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、遠隔操縦装置 C におけるステアリング 56 の操縦力を制御する一連の処理である。

【0058】

ステップ 6 g：ステアリング角度 θ_i と危険角度 θ_d とを比較して、ステアリング角度 $\theta_i > \theta_d$ 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 θ_i としてステップ 6 j に進む。

【0059】

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

ステップ 6 j：半自律型無人車両 B 側のステアリング 25 の操縦情報（指令角度 θ_0 ）

50

を出力して、ステップ 6 b に戻る。

【0060】

ステップ 7：アクセル 5 7 と、ステアリング 5 6 の操縦力を増減加重する。その詳細を図 1 1 に示す。

【0061】

次に、上述したステップ 6 における操縦限界情報に基づき制限された操縦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の操縦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、操縦限界情報に基づき制限された操縦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、ステアリング角度と指令角度との入出力特性を示すグラフである。

10

【0062】

本例においては、警戒角度 θ_a 以上のステアリング 5 6 の操縦を禁止するステアリング操縦禁止手段 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、ステアリング操縦禁止手段 5 1 g が、ステアリング 5 6 の危険角度範囲以上の操縦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。

【0063】

ステップ 6 a'：ステアリング 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。

20

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。

【0064】

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。

【0065】

30

ステップ 6 e'：ステアリング 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。

【0066】

ステップ 6 f'：ステアリング 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 5 6 に作用する加重が増加しながらも操縦可能になっている。換言すると、ステアリング 5 6 の操縦角度が大きくなるに従って大きな力が必要となるようにしている。

40

【0067】

ステップ 6 g'：ステアリング 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 5 6 のステアリング角度 θ_0 を半自律型無人車両 B に向けて出力する。

【0068】

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

50

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。

【0069】

・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、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、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

・バーチカルジャイロの補完として、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。

【0070】

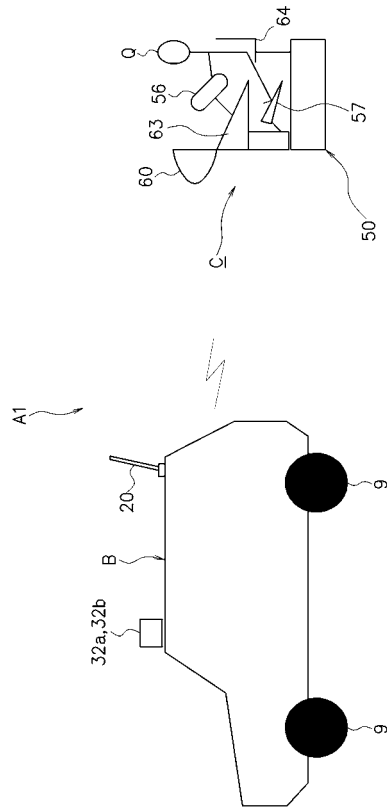
・上述した実施形態においては、車両制御用コンピュータと、走行用コンピュータの2つのコンピュータにより、半自律型無人車両全体を制御するものを例として説明したが、それら2つのコンピュータに分担させることなく、単一のコンピュータで制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

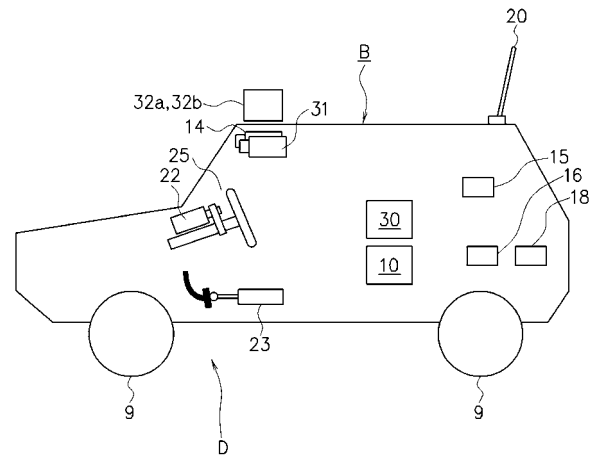
【0071】

10a	エリア抽出手段	20
10b	走行状態取得手段	
33	測距部	
40c, 41c	操縦危険角度範囲	
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	操縦限界情報表示手段	
51e	操縦情報生成手段	
51f	操縦情報送信手段	
51g	ステアリング操縦禁止手段	30
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）	
B	半自律型無人車両	
C	遠隔操縦装置	
D	走行機構	
$\alpha 1, \alpha 2$	操縦限界情報	

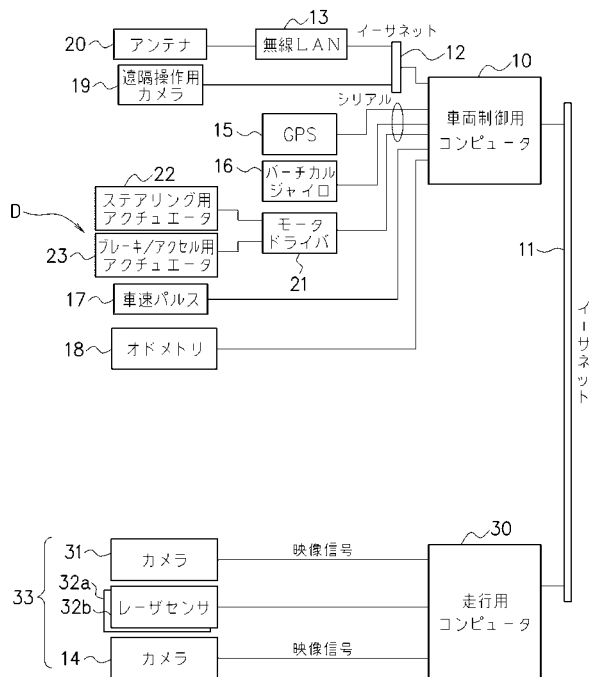
【図 1】



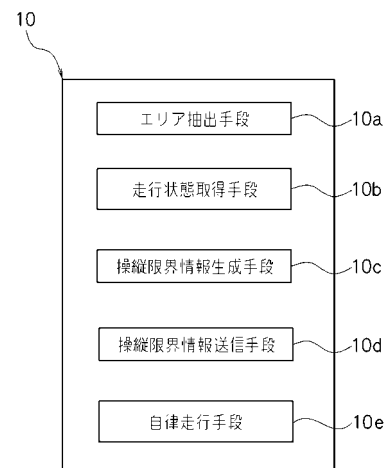
【図 2】



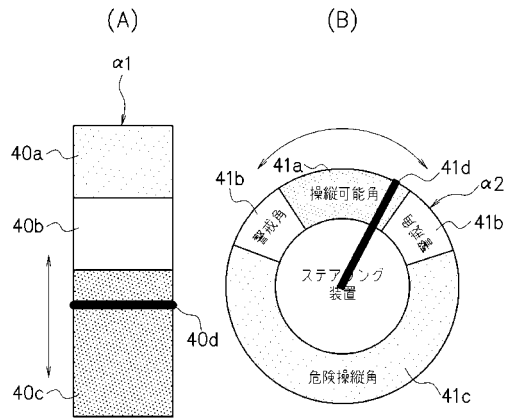
【図 3】



【図 4】

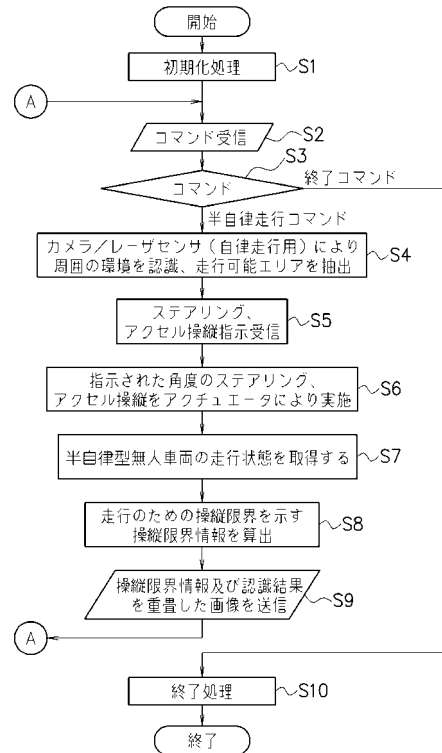


【図 5】

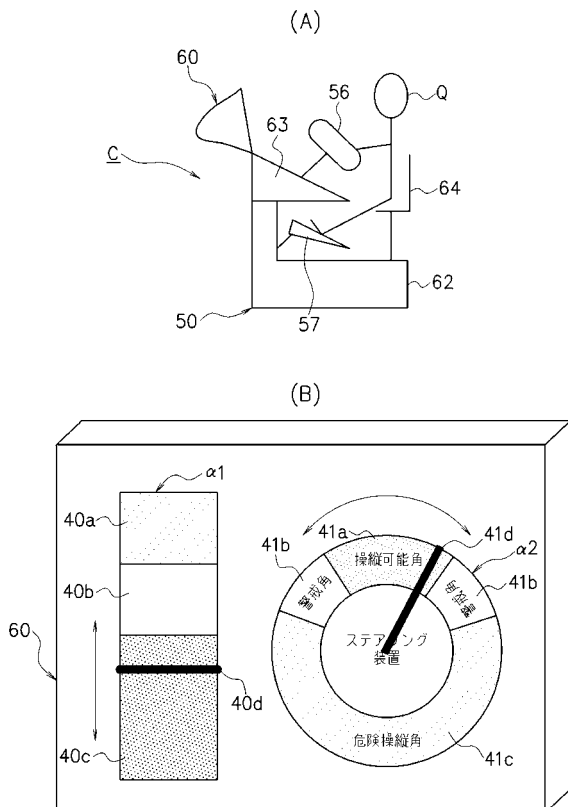


【図 6】

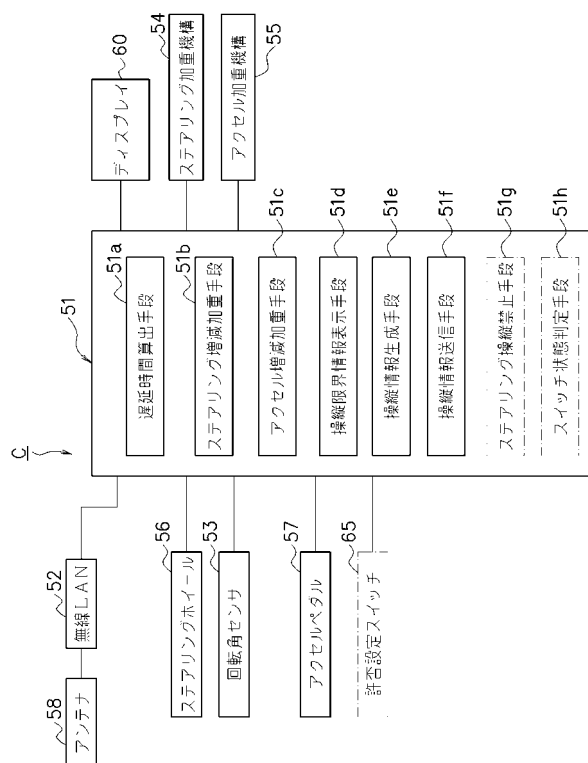
< 半自律型無人車両側の制御フローチャート >



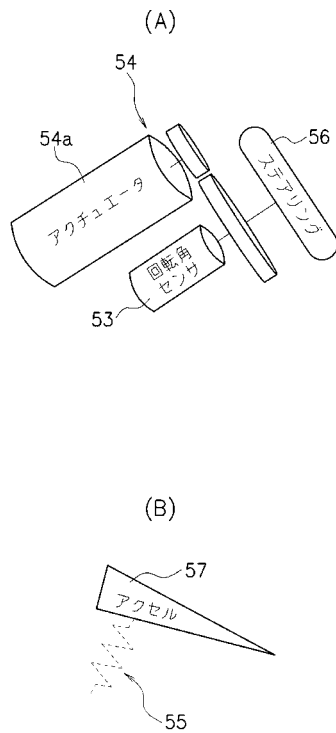
【図 7】



【図 8】

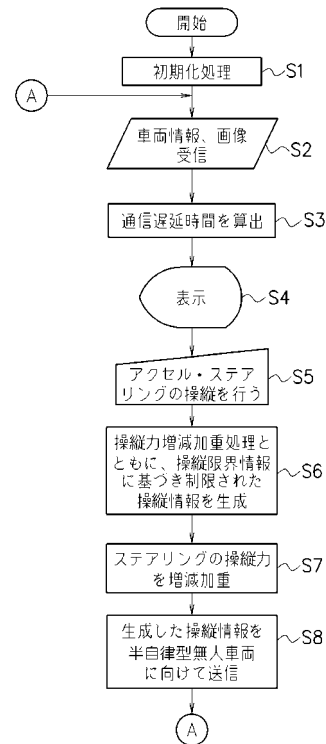


【図 9】

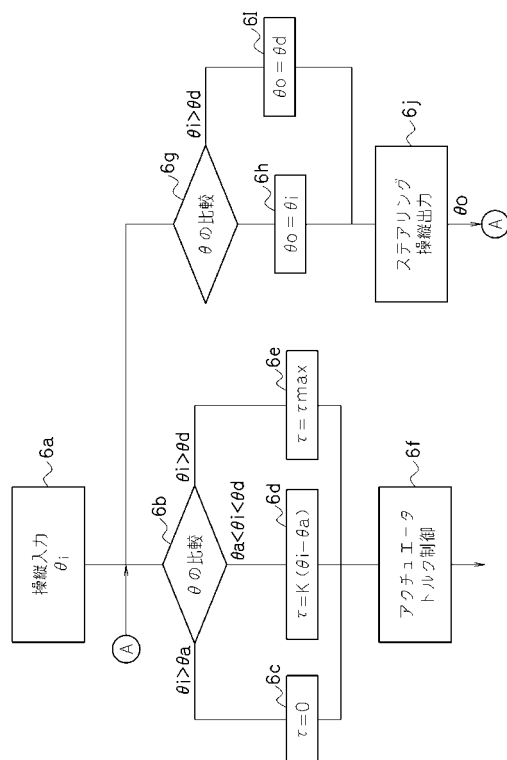


【図 10】

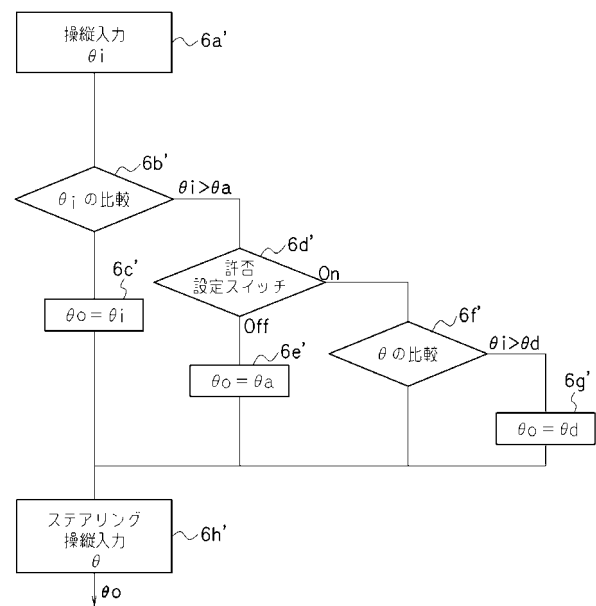
＜遠隔操縦装置側のフローチャート＞



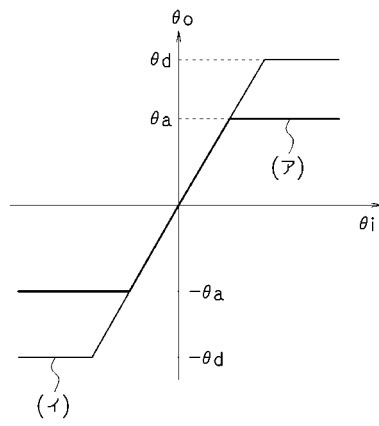
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 6 2 D 111/00	(2006.01)	B 6 2 D 111:00
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D 133/00	(2006.01)	B 6 2 D 133:00

(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I H I 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I H I エアロスペース内

審査官 牧 初

(56)参考文献 特許第3 2 8 1 1 8 8 (J P, B 2)
特開2 0 0 8 - 2 6 5 4 0 7 (J P, A)
特開2 0 0 8 - 6 9 2 1 (J P, A)
特開平8 - 3 6 6 9 1 (J P, A)
特開2 0 0 1 - 1 0 9 5 1 9 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
G 0 5 D 1 / 0 0 - 1 / 1 2