

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7317165号
(P7317165)

(45)発行日 令和5年7月28日(2023.7.28)

(24)登録日 令和5年7月20日(2023.7.20)

(51)国際特許分類 F I
G 0 5 D 1/02 (2020.01) G 0 5 D 1/02 K

請求項の数 4 (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-42632(P2022-42632)	(73)特許権者	000006781 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
(22)出願日	令和4年3月17日(2022.3.17)	(74)代理人	100167302 弁理士 種村 一幸
(62)分割の表示	特願2018-244266(P2018-244266))の分割	(74)代理人	100135817 弁理士 華山 浩伸
原出願日	平成30年12月27日(2018.12.27)	(74)代理人	100167830 弁理士 仲石 晴樹
(65)公開番号	特開2022-69671(P2022-69671A)	(72)発明者	岩瀬 卓也 大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤン マーアグリ株式会社内
(43)公開日	令和4年5月11日(2022.5.11)	(72)発明者	横山 和寿 大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤン マーアグリ株式会社内
審査請求日	令和4年3月18日(2022.3.18)		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業車両用の障害物検知システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業車両の周囲を撮像する複数の撮像装置からの画像に基づいて障害物を判別する障害物判別処理を時分割方式で行う画像処理装置を有し、

前記画像処理装置は、前記作業車両の走行方向と車速との少なくとも一方に応じて、時分割方式における前記複数の撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を変更する作業車両用の障害物検知システム。

【請求項2】

前記作業車両の周囲に存在する測定対象物までの距離を測定する複数のアクティブセンサからの測定情報と前記画像処理装置からの判別情報とに基づいて、前記障害物の位置及び前記障害物までの距離を検知する障害物検知装置を有している請求項1に記載の作業車両用の障害物検知システム。

【請求項3】

前記画像処理装置は、前記複数の撮像装置からの画像に基づいて、画像上での前記障害物の座標及び前記障害物までの距離を求め、

前記アクティブセンサは、前記作業車両の周囲に前記測定対象物として存在する複数の測距点の座標ごとの距離を順次測定して障害物候補の測距点群を抽出するライダーセンサであり、

前記障害物検知装置は、前記画像処理装置からの前記障害物の座標及び前記障害物までの距離と、前記ライダーセンサからの前記測距点群の座標ごとの距離とが整合した場合に

、整合した前記測距点群の距離を前記障害物までの距離として採用し、整合しない場合は前記画像処理装置からの前記障害物までの距離を採用する請求項 2 に記載の作業車両用の障害物検知システム。

【請求項 4】

前記アクティブセンサは、前記画像処理装置にて前記障害物が検知された場合に当該障害物に対する測距を行う請求項 2 又は 3 に記載の作業車両用の障害物検知システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トラクタや乗用草刈機などの乗用作業車両、及び、無人草刈機などの無人作業車両に使用される作業車両用の障害物検知システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

作業車両においては、作業車両の周囲に存在する障害物を検知して当該障害物の相対位置を取得する複数の障害物検知センサと、作業車両の周囲の画像を取得する複数のカメラと、複数のカメラによって取得される複数の画像に基づいて作業車両の周囲の俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得部と、障害物の存在を運転者に対して警告する必要がある警告領域を設定する警告領域設定部と、俯瞰画像上において障害物の相対位置が警告領域内に位置する場合に障害物の存在を運転者に警告する警告部と、を備えて作業車両の周辺を監視するように構成された周辺監視装置が装備されたものがある（例えば特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2012 / 169361 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述した特許文献 1 に記載の周辺監視装置においては、障害物検知センサとして物体判別精度の低いレーダ装置が採用されている。そのため、前述した警告領域にて背の高い草が生えている場合や、警告領域にて埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がった場合などにおいては、その背の高い草や浮遊物などを障害物検知センサが障害物として誤検出することがある。このような誤検出が生じると、作業車両の走行に支障を来たす障害物が存在していないにもかかわらず、警告部が、警告領域内に障害物が存在することを運転者に警告することになる。

30

【0005】

この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、作業車両の周囲に存在する障害物を精度良く検知することができる作業車両用の障害物検知システムを構築する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に係る作業車両用の障害物検知システムは、作業車両の周囲を撮像する撮像装置からの画像に基づいて障害物を判別する障害物判別処理を行う画像処理装置を有する。前記画像処理装置は、前記作業車両の走行方向と車速との少なくとも一方に応じて、前記撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を変更する。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】作業車両用の自動走行システムの概略構成を示す図

【図 2】各カメラの撮像範囲を示すトラクタの平面図

【図 3】各ライダーセンサ及びソナーの測定範囲などを示すトラクタの側面図

【図 4】各ライダーセンサ及びソナーの測定範囲などを示すトラクタの平面図

【図 5】自動走行用の目標経路の一例を示す平面図

50

- 【図 6】作業車両用の自動走行システムの概略構成を示すブロック図
- 【図 7】作業車両用の障害物検知システムの概略構成を示すブロック図
- 【図 8】前ライダーセンサの距離画像における障害物の検知範囲と非検知範囲とを示す図
- 【図 9】後ライダーセンサの距離画像における作業装置下降状態での障害物の検知範囲と非検知範囲とを示す図
- 【図 10】後ライダーセンサの距離画像における作業装置上昇状態での障害物の検知範囲と非検知範囲とを示す図
- 【図 11】画像処理における画像処理装置の処理手順を示すフローチャート
- 【図 12】各カメラの搭載位置と車体座標原点及び距離算出基準点との位置関係などを示す平面図
- 【図 13】液晶モニタや表示デバイスにおけるカメラ画像の配置の一例を示す図
- 【図 14】時分割方式における各カメラに対する単位時間あたりの処理対象周期を示す図
- 【図 15】第 1 特定制御における障害物検知装置の制御作動を示すフローチャート
- 【図 16】第 3 特定制御における障害物検知装置の制御作動を示すフローチャート
- 【図 17】別実施形態での液晶モニタや表示デバイスにおけるカメラ画像の配置の一例を示す図

10

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明を実施するための形態の一例として、本発明に係る作業車両用の障害物検知システムを、作業車両の一例であるトラクタに適用した実施形態を図面に基づいて説明する。

20

なお、本発明に係る作業車両用の障害物検知システムは、トラクタ以外の、例えば乗用草刈機、乗用田植機、コンバイン、運搬車、除雪車、ホイールローダ、などの乗用作業車両、及び、無人草刈機などの無人作業車両に適用することができる。

【0009】

図 1 ~ 4 に示すように、本実施形態に例示されたトラクタ 1 は、その後部に 3 点リンク機構 2 を介して、作業装置の一例であるロータリ耕耘装置 3 が昇降可能かつローリング可能に連結されている。これにより、このトラクタ 1 はロータリ耕耘仕様に構成されている。トラクタ 1 は、作業車両用の自動走行システムを使用することにより、作業地の一例である図 5 に示す圃場 A などにおいて自動走行することができる。

30

なお、トラクタ 1 の後部には、ロータリ耕耘装置 3 に代えて、プラウ、ディスクハロー、カルチベータ、サブソイラ、播種装置、散布装置、草刈装置、などの各種の作業装置を連結することができる。

【0010】

図 6 に示すように、自動走行システムには、トラクタ 1 に搭載された自動走行ユニット 4 と、自動走行ユニット 4 と無線通信可能に通信設定された無線通信機器の一例である携帯通信端末 5 とが含まれている。携帯通信端末 5 には、自動走行に関する各種の情報表示や入力操作などを可能にするマルチタッチ式の表示デバイス（例えば液晶パネル）50 などが備えられている。

なお、携帯通信端末 5 には、タブレット型のパーソナルコンピュータやスマートフォンなどを採用することができる。又、無線通信には、Wi-Fi（登録商標）などの無線 LAN (Local Area Network) や Bluetooth（登録商標）などの近距離無線通信などを採用することができる。

40

【0011】

図 1 ~ 3、図 6 に示すように、トラクタ 1 には、駆動可能で操舵可能な左右の前輪 10、駆動可能な左右の後輪 11、搭乗式の運転部 12 を形成するキャビン 13、コモンレールシステムを有する電子制御式のディーゼルエンジン（以下、エンジンと称する）14、エンジン 14 などを覆うボンネット 15、エンジン 14 からの動力を変速する変速ユニット 16、左右の前輪 10 を操舵する全油圧式のパワーステアリングユニット 17、左右の後輪 11 を制動するブレーキユニット 18、ロータリ耕耘装置 3 への伝動を断続する電子

50

油圧制御式の作業クラッチユニット 19、ロータリ耕耘装置 3 を昇降駆動する電子油圧制御式の昇降駆動ユニット 20、ロータリ耕耘装置 3 をロール方向に駆動する電子油圧制御式のローリングユニット 21、トラクタ 1 における各種の設定状態や各部の動作状態などを検出する各種のセンサやスイッチなどを含む車両状態検出機器 22、及び、各種の制御部を有する車載制御ユニット 23、などが備えられている。

なお、エンジン 14 には、電子ガバナを有する電子制御式のガソリンエンジンなどを採用してもよい。又、パワーステアリングユニット 17 には、操舵用の電動モータを有する電動式を採用してもよい。

【0012】

図 1、図 3 に示すように、運転部 12 には、手動操舵用のステアリングホイール 25 と、搭乗者用の座席 26 と、各種の情報表示や入力操作などを可能にするマルチタッチ式の液晶モニタ 27 とが備えられている。図示は省略するが、運転部 12 には、アクセルレバーや変速レバーなどの操作レバー類、及び、アクセルペダルやクラッチペダルなどの操作ペダル類、などが備えられている。

10

【0013】

図示は省略するが、変速ユニット 16 には、エンジン 14 からの動力を変速する電子制御式の無段変速装置、及び、無段変速装置による変速後の動力を前進用と後進用とに切り換える電子油圧制御式の前後進切換装置、などが含まれている。無段変速装置には、静油圧式無段変速装置 (HST: Hydro Static Transmission) よりも伝動効率が高い油圧機械式無段変速装置の一例である I-HMT (Integrated Hydro-static Mechanical Transmission) が採用されている。前後進切換装置には、前進動力断続用の油圧クラッチと、後進動力断続用の油圧クラッチと、それらに対するオイルの流れを制御する電磁バルブとが含まれている。

20

なお、無段変速装置には、I-HMT の代わりに、油圧機械式無段変速装置の一例である HMT (Hydraulic Mechanical Transmission)、静油圧式無段変速装置、又は、ベルト式無段変速装置、などを採用してもよい。又、変速ユニット 16 には、無段変速装置の代わりに、複数の変速用の油圧クラッチとそれらに対するオイルの流れを制御する複数の電磁バルブとを有する電子油圧制御式の有段変速装置が含まれていてもよい。

【0014】

図示は省略するが、ブレーキユニット 18 には、左右の後輪 11 を個別に制動する左右のブレーキ、運転部 12 に備えられた左右のブレーキペダルの踏み込み操作に連動して左右のブレーキを作動させるフットブレーキ系、運転部 12 に備えられたパーキングレバーの操作に連動して左右のブレーキを作動させるパーキングブレーキ系、及び、左右の前輪 10 の設定角度以上の操舵に連動して旋回内側のブレーキを作動させる旋回ブレーキ系、などが含まれている。

30

【0015】

車両状態検出機器 22 は、トラクタ 1 の各部に備えられた各種のセンサやスイッチなどの総称である。図 7 に示すように、車両状態検出機器 22 には、トラクタ 1 の車速を検出する車速センサ 22A、前後進切り換え用のリバーサレバーの操作位置を検出するリバーサセンサ 22B、及び、前輪 10 の操舵角を検出する舵角センサ 22C、が含まれている。又、図示は省略するが、車両状態検出機器 22 には、エンジン 14 の出力回転数を検出する回転センサ、アクセルレバーの操作位置を検出するアクセルセンサ、及び、変速レバーの操作位置を検出する変速センサ、などが含まれている。

40

【0016】

図 6 ~ 7 に示すように、車載制御ユニット 23 には、エンジン 14 に関する制御を行うエンジン制御部 23A、トラクタ 1 の車速や前後進の切り換えに関する制御を行う車速制御部 23B、ステアリングに関する制御を行うステアリング制御部 23C、ロータリ耕耘装置 3 などの作業装置に関する制御を行う作業装置制御部 23D、液晶モニタ 27 などに対する表示や報知に関する制御を行う表示制御部 23E、自動走行に関する制御を行う自

50

動走行制御部 23F、及び、圃場内に区分けされた走行領域に応じて生成された自動走行用の目標経路 P (図 5 参照)などを記憶する不揮発性の車載記憶部 23G、などが含まれている。各制御部 23A ~ 23F は、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。各制御部 23A ~ 23F は、CAN (Controller Area Network) を介して相互通信可能に接続されている。

なお、各制御部 23A ~ 23F の相互通信には、CAN 以外の通信規格や次世代通信規格である、例えば、車載 Ethernet や CAN - FD (CAN with Flexible Data rate)などを採用してもよい。

【0017】

エンジン制御部 23A は、アクセルセンサからの検出情報と回転センサからの検出情報とに基づいて、エンジン回転数をアクセルレバーの操作位置に応じた回転数に維持するエンジン回転数維持制御、などを実行する。

【0018】

車速制御部 23B は、変速センサからの検出情報と車速センサ 22A からの検出情報などに基づいて、トラクタ 1 の車速が変速レバーの操作位置に応じた速度に変更されるように無段変速装置の作動を制御する車速制御、及び、リバーサセンサ 22B からの検出情報に基づいて前後進切換装置の伝動状態を切り換える前後進切り換え制御、などを実行する。車速制御には、変速レバーが零速位置に操作された場合に、無段変速装置を零速状態まで減速制御してトラクタ 1 の走行を停止させる減速停止処理が含まれている。

【0019】

作業装置制御部 23D には、PTO スイッチの操作などに基づいて作業クラッチユニット 19 の作動を制御する作業クラッチ制御、昇降スイッチの操作や高さ設定ダイヤルの設定値などに基づいて昇降駆動ユニット 20 の作動を制御する昇降制御、及び、ロール角設定ダイヤルの設定値などに基づいてローリングユニット 21 の作動を制御するローリング制御、などを実行する。PTO スイッチ、昇降スイッチ、高さ設定ダイヤル、及び、ロール角設定ダイヤルは、車両状態検出機器 22 に含まれている。

【0020】

図 6 に示すように、トラクタ 1 には、トラクタ 1 の現在位置や現在方位などを測定する測位ユニット 30 が備えられている。測位ユニット 30 は、衛星測位システム (NSS: Navigation Satellite System) の一例である GNSS (Global Navigation Satellite System) を利用してトラクタ 1 の現在位置と現在方位とを測定する衛星航法装置 31、及び、3 軸のジャイロスコープ及び 3 方向の加速度センサなどを有してトラクタ 1 の姿勢や方位などを測定する慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) 32、などを有している。GNSS を利用した測位方法には、DGNSS (Differential GNSS: 相対測位方式) や RTK - GNSS (Real Time Kinematic GNSS: 干渉測位方式) などがある。本実施形態においては、移動体の測位に適した RTK - GNSS が採用されている。そのため、図 1 に示すように、圃場周辺の既知位置には、RTK - GNSS による測位を可能にする基準局 6 が設置されている。

【0021】

図 1、図 6 に示すように、トラクタ 1 と基準局 6 とのそれぞれには、測位衛星 7 (図 1 参照) から送信された電波を受信する GNSS アンテナ 33, 60、及び、トラクタ 1 と基準局 6 との間における測位情報を含む各情報の無線通信を可能にする通信モジュール 34, 61、などが備えられている。これにより、測位ユニット 30 の衛星航法装置 31 は、トラクタ側の GNSS アンテナ 33 が測位衛星 7 からの電波を受信して得た測位情報と、基地局側の GNSS アンテナ 60 が測位衛星 7 からの電波を受信して得た測位情報とに基づいて、トラクタ 1 の現在位置及び現在方位を高い精度で測定することができる。又、測位ユニット 30 は、衛星航法装置 31 と慣性計測装置 32 とを有することにより、トラクタ 1 の現在位置、現在方位、姿勢角 (ヨー角、ロール角、ピッチ角) を高精度に測定す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0022】

このトラクタ1において、測位ユニット30の慣性計測装置32、GNSSアンテナ33、及び、通信モジュール34は、図1に示すアンテナユニット35に含まれている。アンテナユニット35は、キャビン13の前面側における上部の左右中央箇所に配置されている。そして、トラクタ1におけるGNSSアンテナ33の取り付け位置が、GNSSを利用してトラクタ1の現在位置などを測定するときの測位対象位置となっている。

【0023】

図6に示すように、携帯通信端末5には、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどを有する端末制御ユニット51、及び、トラクタ側の通信モジュール34との間における測位情報を含む各情報の無線通信を可能にする通信モジュール52、などが備えられている。端末制御ユニット51には、表示デバイス50などに対する表示や報知に関する制御を行う表示制御部51A、自動走行用の目標経路Pを生成する目標経路生成部51B、及び、目標経路生成部51Bが生成した目標経路Pなどを記憶する不揮発性の端末記憶部51C、などが含まれている。端末記憶部51Cには、目標経路Pの生成に使用する各種の情報として、トラクタ1の旋回半径や作業幅などの車体情報、及び、前述した測位情報から得られる圃場情報、などが記憶されている。圃場情報には、圃場Aの形状や大きさなどを特定する上において、トラクタ1を圃場Aの外周縁に沿って走行させたときにGNSSを利用して取得した圃場Aにおける複数の形状特定地点（形状特定座標）となる4つの角部地点Ap1～Ap4（図5参照）、及び、それらの角部地点Ap1～Ap4を繋いで圃場Aの形状や大きさなどを特定する矩形状の形状特定線AL（図5参照）、などが含まれている。

【0024】

目標経路生成部51Bは、車体情報に含まれたトラクタ1の旋回半径や作業幅、及び、圃場情報に含まれた圃場Aの形状や大きさ、などに基づいて目標経路Pを生成する。

例えば、図5に示すように、矩形状の圃場Aにおいて、自動走行の開始地点p1と終了地点p2とが設定され、トラクタ1の作業走行方向が圃場Aの短辺に沿う方向に設定されている場合は、目標経路生成部51Bは、先ず、圃場Aを、前述した4つの角部地点Ap1～Ap4と矩形状の形状特定線ALとに基づいて、圃場Aの外周縁に隣接するマージン領域A1と、マージン領域A1の内側に位置する走行領域A2とに区分けする。

次に、目標経路生成部51Bは、トラクタ1の旋回半径や作業幅などに基づいて、走行領域A2に、圃場Aの長辺に沿う方向に作業幅に応じた一定間隔をあけて並列に配置される複数の並列経路P1を生成するとともに、走行領域A2における各長辺側の外縁部に配置されて複数の並列経路P1を走行順に接続する複数の旋回経路P2を生成する。

そして、走行領域A2を、走行領域A2における各長辺側の外縁部に設定される一対の非作業領域A2aと、一対の非作業領域A2aの間に設定される作業領域A2bとに区分けするとともに、各並列経路P1を、一対の非作業領域A2aに含まれる非作業経路P1aと、作業領域A2bに含まれる作業経路P1bとに区分けする。

これにより、目標経路生成部51Bは、図5に示す圃場Aにおいてトラクタ1を自動走行させるのに適した目標経路Pを生成することができる。

【0025】

図5に示す圃場Aにおいて、マージン領域A1は、トラクタ1が走行領域A2の外周部を自動走行するとき、ロータリ耕耘装置3などが圃場Aに隣接する畦などの他物に接触することを防止するために、圃場Aの外周縁と走行領域A2との間に確保された領域である。各非作業領域A2aは、トラクタ1が圃場Aの畦際において現在の作業経路P1bから次の作業経路P1bに旋回移動するための畦際旋回領域である。

【0026】

図5に示す目標経路Pにおいて、各非作業経路P1aと各旋回経路P2は、トラクタ1が耕耘作業を行わずに自動走行する経路であり、前述した各作業経路P1bは、トラクタ1が耕耘作業を行いながら自動走行する経路である。各作業経路P1bの始端地点p3は

10

20

30

40

50

、トラクタ 1 が耕耘作業を開始する作業開始地点であり、各作業経路 P 1 b の終端地点 p 4 は、トラクタ 1 が耕耘作業を停止する作業停止地点である。各非作業経路 P 1 a は、トラクタ 1 が旋回経路 P 2 にて旋回走行する前の作業停止地点 p 4 と、トラクタ 1 が旋回経路 P 2 にて旋回走行した後の作業開始地点 p 3 とを、トラクタ 1 の作業走行方向で揃えるための位置合せ経路である。各並列経路 P 1 と各旋回経路 P 2 との各接続地点 p 5 , p 6 のうち、各並列経路 P 1 における終端側の接続地点 p 5 はトラクタ 1 の旋回開始地点であり、各並列経路 P 1 における始端側の接続地点 p 6 はトラクタ 1 の旋回終了地点である。

【 0 0 2 7 】

なお、図 5 に示す目標経路 P はあくまでも一例であり、目標経路生成部 5 1 B は、トラクタ 1 の機種や作業の種類などに応じて異なる車体情報、及び、圃場 A に応じて異なる圃場 A の形状や大きさなどの圃場情報、などに基づいて、それらに適した種々の目標経路 P を生成することができる。

10

【 0 0 2 8 】

目標経路 P は、車体情報や圃場情報などに関連付けされた状態で端末記憶部 5 1 C に記憶されており、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 にて表示することができる。目標経路 P には、各並列経路 P 1 におけるトラクタ 1 の目標車速、各旋回経路 P 2 b におけるトラクタ 1 の目標車速、各並列経路 P 1 における前輪操舵角、及び、各旋回経路 P 2 b における前輪操舵角、などが含まれている。

【 0 0 2 9 】

端末制御ユニット 5 1 は、車載制御ユニット 2 3 からの送信要求指令に応じて、端末記憶部 5 1 C に記憶されている圃場情報や目標経路 P などを車載制御ユニット 2 3 に送信する。車載制御ユニット 2 3 は、受信した圃場情報や目標経路 P などを車載記憶部 2 3 G に記憶する。目標経路 P の送信に関しては、例えば、端末制御ユニット 5 1 が、トラクタ 1 が自動走行を開始する前の段階において、目標経路 P の全てを端末記憶部 5 1 C から車載制御ユニット 2 3 に一挙に送信するようにしてもよい。又、端末制御ユニット 5 1 が、目標経路 P を所定距離ごとの複数の分割経路情報に分割して、トラクタ 1 が自動走行を開始する前の段階からトラクタ 1 の走行距離が所定距離に達するごとに、トラクタ 1 の走行順位に応じた所定数の分割経路情報を端末記憶部 5 1 C から車載制御ユニット 2 3 に逐次送信するようにしてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

車載制御ユニット 2 3 において、自動走行制御部 2 3 F には、車両状態検出機器 2 2 に含まれた各種のセンサやスイッチなどからの検出情報が、車速制御部 2 3 B やステアリング制御部 2 3 C などを介して入力されている。これにより、自動走行制御部 2 3 F は、トラクタ 1 における各種の設定状態や各部の動作状態などを監視することができる。

30

【 0 0 3 1 】

自動走行制御部 2 3 F は、搭乗者や管理者などのユーザにより、各種の自動走行開始条件を満たすための手動操作が行われてトラクタ 1 の走行モードが自動走行モードに切り換えられた状態において、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 が操作されて自動走行の開始が指令された場合に、測位ユニット 3 0 にてトラクタ 1 の現在位置や現在方位などを取得しながら目標経路 P に従ってトラクタ 1 を自動走行させる自動走行制御を開始する。

40

【 0 0 3 2 】

自動走行制御部 2 3 F は、自動走行制御の実行中に、例えば、ユーザにより携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 が操作されて自動走行の終了が指令された場合や、運転部 1 2 に搭乗しているユーザによってステアリングホイール 2 5 やアクセルペダルなどの手動操作具が操作された場合は、自動走行制御を終了するとともに走行モードを自動走行モードから手動走行モードに切り換える。このように自動走行制御が終了された後に自動走行制御を再開させる場合は、先ず、ユーザが運転部 1 2 に乗り込んで、トラクタ 1 の走行モードを自動走行モードから手動走行モードに切り換える。次に、各種の自動走行開始条件を満たすための手動操作を行ってから、トラクタ 1 の走行モードを手動走行モードから自動走行モードに切り換える。そして、この状態において、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0

50

を操作して自動走行の開始を指令することで、自動走行制御を再開させることができる。

【 0 0 3 3 】

自動走行制御部 2 3 F による自動走行制御には、エンジン 1 4 に関する自動走行用の制御指令をエンジン制御部 2 3 A に送信するエンジン用自動制御処理、トラクタ 1 の車速や前後進の切り換えに関する自動走行用の制御指令を車速制御部 2 3 B に送信する車速用自動制御処理、ステアリングに関する自動走行用の制御指令をステアリング制御部 2 3 C に送信するステアリング用自動制御処理、及び、ロータリ耕耘装置 3 などの作業装置に関する自動走行用の制御指令を作業装置制御部 2 3 D に送信する作業用自動制御処理、などが含まれている。

【 0 0 3 4 】

自動走行制御部 2 3 F は、エンジン用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた設定回転数などに基づいてエンジン回転数の変更を指示するエンジン回転数変更指令、などをエンジン制御部 2 3 A に送信する。エンジン制御部 2 3 A は、自動走行制御部 2 3 F から送信されたエンジン 1 4 に関する各種の制御指令に応じてエンジン回転数を自動で変更するエンジン回転数変更制御、などを実行する。

【 0 0 3 5 】

自動走行制御部 2 3 F は、車速用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた目標車速に基づいて無段変速装置の変速操作を指示する変速操作指令、及び、目標経路 P に含まれたトラクタ 1 の進行方向などに基づいて前後進切換装置の前後進切り換え操作を指示する前後進切り換え指令、などを車速制御部 2 3 B に送信する。車速制御部 2 3 B は、自動走行制御部 2 3 F から送信された無段変速装置や前後進切換装置などに関する各種の制御指令に応じて、無段変速装置の作動を自動で制御する自動車速制御、及び、前後進切換装置の作動を自動で制御する自動前後進切り換え制御、などを実行する。自動車速制御には、例えば、目標経路 P に含まれた目標車速が零速である場合に、無段変速装置を零速状態まで減速制御してトラクタ 1 の走行を停止させる自動減速停止処理などが含まれている。

【 0 0 3 6 】

自動走行制御部 2 3 F は、ステアリング用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた前輪操舵角などに基づいて左右の前輪 1 0 の操舵を指示する操舵指令、などをステアリング制御部 2 3 C に送信する。ステアリング制御部 2 3 C は、自動走行制御部 2 3 F から送信された操舵指令に応じて、パワーステアリングユニット 1 7 の作動を制御して左右の前輪 1 0 を操舵する自動操舵制御、及び、左右の前輪 1 0 が設定角度以上に操舵された場合に、ブレーキユニット 1 8 を作動させて旋回内側のブレーキを作動させる自動ブレーキ旋回制御、などを実行する。

【 0 0 3 7 】

自動走行制御部 2 3 F は、作業用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた作業開始地点 p 3 に基づいてロータリ耕耘装置 3 の作業状態への切り換えを指示する作業開始指令、及び、目標経路 P に含まれた作業停止地点 p 4 に基づいてロータリ耕耘装置 3 の非作業状態への切り換えを指示する作業停止指令、などを作業装置制御部 2 3 D に送信する。作業装置制御部 2 3 D は、自動走行制御部 2 3 F から送信されたロータリ耕耘装置 3 に関する各種の制御指令に応じて、作業クラッチユニット 1 9 と昇降駆動ユニット 2 0 の作動を制御して、ロータリ耕耘装置 3 を作業高さまで下降させて作動させる自動作業開始制御、及び、ロータリ耕耘装置 3 を停止させて非作業高さまで上昇させる自動作業停止制御、などを実行する。

【 0 0 3 8 】

つまり、前述した自動走行ユニット 4 には、パワーステアリングユニット 1 7、ブレーキユニット 1 8、作業クラッチユニット 1 9、昇降駆動ユニット 2 0、ローリングユニット 2 1、車両状態検出機器 2 2、車載制御ユニット 2 3、測位ユニット 3 0、及び、通信モジュール 3 4、などが含まれている。そして、これらが適正に作動することにより、トラクタ 1 を目標経路 P に従って精度よく自動走行させることができるとともに、ロータリ耕耘装置 3 による耕耘を適正に行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

図 6 ~ 7 に示すように、トラクタ 1 には、トラクタ 1 の周囲を監視して、その周囲に存在する障害物を検知する障害物検知システム 8 0 が備えられている。障害物検知システム 8 0 が検知する障害物には、圃場 A にて作業する作業車などの人物や他の作業車両、及び、圃場 A に既存の電柱や樹木などが含まれている。

【 0 0 4 0 】

図 1 ~ 4、図 6 ~ 7 に示すように、障害物検知システム 8 0 は、トラクタ 1 の周囲を撮像する 4 台のカメラ（撮像装置の一例）8 1 ~ 8 4、トラクタ 1 の周囲に存在する測定対象物までの距離を測定するアクティブセンサユニット 8 5、各カメラ 8 1 ~ 8 4 からの画像を処理する画像処理装置 8 6、及び、画像処理装置 8 6 からの情報とアクティブセンサユニット 8 5 からの測定情報とを統合処理して障害物を検知する障害物検知装置 8 7、を有している。画像処理装置 8 6 及び障害物検知装置 8 7 は、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。アクティブセンサユニット 8 5、画像処理装置 8 6、及び、障害物検知装置 8 7 は、車載制御ユニット 2 3 に C A N を介して相互通信可能に接続されている。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 ~ 3、図 7 に示すように、障害物検知システム 8 0 は、4 台のカメラ 8 1 ~ 8 4 として、キャビン 1 3 から前方の第 1 撮像範囲 R i 1 が撮像範囲に設定された前カメラ 8 1、キャビン 1 3 から後方の第 2 撮像範囲 R i 2 が撮像範囲に設定された後カメラ 8 2、キャビン 1 3 から右方の第 3 撮像範囲 R i 3 が撮像範囲に設定された右カメラ 8 3、及び、キャビン 1 3 から左方の第 4 撮像範囲 R i 4 が撮像範囲に設定された左カメラ 8 4、を有している。

20

【 0 0 4 2 】

前カメラ 8 1 及び後カメラ 8 2 は、トラクタ 1 の左右中心線上に配置されている。前カメラ 8 1 は、キャビン 1 3 の前端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。これにより、前カメラ 8 1 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体前方側の所定範囲が第 1 撮像範囲 R i 1 に設定されている。後カメラ 8 2 は、キャビン 1 3 の後端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。これにより、後カメラ 8 2 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体後方側の所定範囲が第 2 撮像範囲 R i 2 に設定されている。右カメラ 8 3 は、キャビン 1 3 の右端側における上部の前後中央箇所に、トラクタ 1 の右方側を斜め上方側から見下ろす右下がり姿勢で配置されている。これにより、右カメラ 8 3 は、車体右方側の所定範囲が第 3 撮像範囲 R i 3 に設定されている。左カメラ 8 4 は、キャビン 1 3 の左端側における上部の前後中央箇所に、トラクタ 1 の左方側を斜め上方側から見下ろす左下がり姿勢で配置されている。これにより、左カメラ 8 4 は、車体左方側の所定範囲が第 4 撮像範囲 R i 4 に設定されている。

30

【 0 0 4 3 】

図 1、図 3 ~ 4、図 7 に示すように、アクティブセンサユニット 8 5 は、キャビン 1 3 から前方の第 1 測定範囲 R m 1 が測定範囲に設定された前ライダーセンサ（アクティブセンサの一例）8 5 A、キャビン 1 3 から後方の第 2 測定範囲 R m 2 が測定範囲に設定された後ライダーセンサ（アクティブセンサの一例）8 5 B、及び、キャビン 1 3 から右方の第 3 測定範囲 R m 3 とキャビン 1 3 から左方の第 4 測定範囲 R m 4 とが測定範囲に設定されたソナー（アクティブセンサの一例）8 5 C、を有している。各ライダーセンサ 8 5 A、8 5 B は、測定光の一例であるレーザ光（例えばパルス状の近赤外レーザ光）を使用して第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 での測定を行う測定部 8 5 A a、8 5 B a と、測定部 8 5 A a、8 5 B a からの測定情報に基づいて距離画像の生成などを行うライダー制御部 8 5 A b、8 5 B b とを有している。ソナー 8 5 C は、右超音波センサ 8 5 C a と左超音波センサ 8 5 C b と単一のソナー制御部 8 5 C c とを有している。各ライダー制御部 8 5 A b、8 5 B b 及びソナー制御部 8 5 C c は、マイクロコントローラなどが集

40

50

積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。各ライダー制御部 85A b, 85B b 及びソナー制御部 85C c は、障害物検知装置 87 に C A N を介して相互通信可能に接続されている。

【0044】

各ライダーセンサ 85A, 85B において、各測定部 85A a, 85B a は、照射したレーザー光が測距点に到達して戻るまでの往復時間に基づいて測距点までの距離を測定する T O F (T i m e O f F l i g h t) 方式により、各測定部 85A a, 85B a から第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の各測距点 (測定対象物の一例) までの距離を測定する。各測定部 85A a, 85B a は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の全体にわたって、レーザー光を高速で縦横に走査して、走査角 (座標) ごと

10

の測距点までの距離を順次測定することで、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 において 3 次元の測定を行う。各測定部 85A a, 85B a は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の全体にわたってレーザー光を高速で縦横に走査したときに得られる各測距点からの反射光の強度 (以下、反射強度と称する) を順次測定する。各測定部 85A a, 85B a は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の各測距点までの距離や各反射強度などをリアルタイムで繰り返し測定する。各ライダー制御部 85A b, 85B b は、各測定部 85A a, 85B a が測定した各測距点までの距離や各測距点に対する走査角 (座標) などの測定情報から、距離画像を生成するとともに障害物と推定される測距点群を抽出し、抽出した測距点群に関する測定情報を、障害物候補に関する測定情報として障害物検知装置 87 に送信する。

20

【0045】

各ライダー制御部 85A b, 85B b は、各測定部 85A a, 85B a が測定した各測距点の距離値が無効条件に適合するか否かを判定し、無効条件に適合する距離値を無効値として障害物検知装置 87 に送信する。

具体的には、各ライダー制御部 85A b, 85B b は、各ライダーセンサ 85A, 85B からの至近距離に存在するという各ライダーセンサ 85A, 85B におけるセンサ表面の汚れの特徴を利用して、その特徴を有する測距点の距離値を無効値とする。これにより、センサ表面の汚れに関する測距点の距離値が、障害物検知装置 87 において障害物に関する情報として使用されることを防止している。

各ライダー制御部 85A b, 85B b は、各ライダーセンサ 85A, 85B の近距離に存在しながら反射強度が非常に弱いという埃や霧などの浮遊物の特徴を利用して、その特徴を有する測距点の距離値を無効値とする。これにより、浮遊物に関する測距点の距離値が、障害物検知装置 87 において障害物に関する情報として使用されることを防止している。

30

【0046】

図 1、図 3 ~ 4 に示すように、前ライダーセンサ 85A 及び後ライダーセンサ 85B は、前カメラ 81 及び後カメラ 82 と同様にトラクタ 1 の左右中心線上に配置されている。前ライダーセンサ 85A は、キャビン 13 の前端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。これにより、前ライダーセンサ 85A は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体前方側の所定範囲が測定部 85A a による第 1 測定範囲 R m 1 に設定されている。後ライダーセンサ 85B は、キャビン 13 の後端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。これにより、後ライダーセンサ 85B は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体後方側の所定範囲が測定部 85B a による第 2 測定範囲 R m 2 に設定されている。

40

【0047】

前ライダーセンサ 85A 及び後ライダーセンサ 85B は、変速ユニット 16 の前後進切換装置が前進伝動状態に切り換えられたトラクタ 1 の前進走行時には、その切り換えに連動して、前ライダーセンサ 85A が作動状態になり、後ライダーセンサ 85B が作動停止状態になる。又、変速ユニット 16 の前後進切換装置が後進伝動状態に切り換えられたト

50

ラクタ 1 の後進走行時には、その切り換えに連動して、前ライダーセンサ 8 5 A が作動停止状態になり、後ライダーセンサ 8 5 B が作動状態になる。

【 0 0 4 8 】

図 1、図 3 ~ 4、図 7 に示すように、ソナー 8 5 C において、ソナー制御部 8 5 C c は、左右の超音波センサ 8 5 C a , 8 5 C b による超音波の送受信に基づいて、第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 における測定対象物の存否を判定する。ソナー制御部 8 5 C c は、発信した超音波が測距点に到達して戻るまでの往復時間に基づいて測距点までの距離を測定する T O F (T i m e O f F l i g h t) 方式により、各超音波センサ 8 5 C a , 8 5 C b から測定対象物までの距離を測定し、測定した測定対象物までの距離と測定対象物の方向とを、障害物候補に関する測定情報として障害物検知装置 8 7 に送信する。

10

【 0 0 4 9 】

図 1 ~ 3 に示すように、右超音波センサ 8 5 C a は、右側の前輪 1 0 と右側の後輪 1 1 との間に配置された右側の乗降ステップ 2 4 に車体右外向き姿勢で取り付けられている。これにより、右超音波センサ 8 5 C a は、車体右外側の所定範囲が第 3 測定範囲 R m 3 に設定されている。左超音波センサ 8 5 C b は、左側の前輪 1 0 と左側の後輪 1 1 との間に配置された左側の乗降ステップ 2 4 に車体左外向き姿勢で取り付けられている。これにより、左超音波センサ 8 5 C b は、車体左外側の所定範囲が第 4 測定範囲 R m 4 に設定されている。

【 0 0 5 0 】

図 4、図 8 ~ 1 0 に示すように、各ライダー制御部 8 5 A b , 8 5 B b は、各測定部 8 5 A a , 8 5 B a の測定範囲 R m 1 , R m 2 に対して車体情報などに基づくカット処理とマスキング処理とを施すことにより、前述した障害物候補を検知対象とする第 1 検知範囲 R d 1 と第 2 検知範囲 R d 2 とを設定している。各ライダー制御部 8 5 A b , 8 5 B b は、カット処理においては、車載制御ユニット 2 3 との通信によってロータリ耕耘装置 3 を含む車体の最大左右幅（本実施形態ではロータリ耕耘装置 3 の左右幅）を取得し、この車体の最大左右幅に所定の安全帯域を加えることで障害物候補の検知対象幅 W d を設定する。そして、第 1 測定範囲 R m 1 及び第 2 測定範囲 R m 2 において、検知対象幅 W d から外れる左右の範囲をカット処理による第 1 非検知範囲 R n d 1 に設定して各検知範囲 R d 1 , R d 2 から除外する。各ライダー制御部 8 5 A b , 8 5 B b は、マスキング処理においては、第 1 測定範囲 R m 1 に対してトラクタ 1 の前端側が入り込む範囲、及び、第 2 測定範囲 R m 2 に対してロータリ耕耘装置 3 の後端側が入り込む範囲に所定の安全帯域を加えた範囲をマスキング処理による第 2 非検知範囲 R n d 2 に設定して各検知範囲 R d 1 , R d 2 から除外する。これにより、各ライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B による障害物候補の検知対象範囲が第 1 検知範囲 R d 1 と第 2 検知範囲 R d 2 とに制限されている。そして、この制限により、各ライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B が、検知対象幅 W d から外れていてトラクタ 1 と衝突する虞のない障害物候補を検知することによる検知負荷の増大や、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 に入り込んでいるトラクタ 1 の前端側やロータリ耕耘装置 3 などのトラクタ 1 の後端側を障害物候補として誤検知する虞を回避している。

20

30

なお、図 8 に示す第 2 非検知範囲 R n d 2 は、左右の前輪 1 0 やボンネット 1 5 が存在する車体の前部側に適した非検知範囲の一例である。図 9 に示す第 2 非検知範囲 R n d 2 は、車体の後部側においてロータリ耕耘装置 3 を作業高さまで下降させた作業状態に適した非検知範囲の一例である。図 1 0 に示す第 2 非検知範囲 R n d 2 は、車体の後部側においてロータリ耕耘装置 3 を退避高さまで上昇させた非作業状態に適した非検知範囲の一例である。車体後部側の第 2 非検知範囲 R n d 2 は、ロータリ耕耘装置 3 の昇降に連動して適正に切り換わる。

40

【 0 0 5 1 】

第 1 検知範囲 R d 1、第 2 検知範囲 R d 2、第 1 非検知範囲 R n d 1、及び、第 2 非検知範囲 R n d 2 に関する情報は、前述した距離画像に含まれており、前述した距離画像とともに障害物検知装置 8 7 に送信されている。

50

【 0 0 5 2 】

図 4 に示すように、各ライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B の検知範囲 $R d 1$, $R d 2$ は、衝突予測時間が設定時間（例えば 3 秒）になる衝突判定処理に基づいて、ライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B から衝突判定処理の判定基準位置までの範囲に設定される停止制御範囲 $R s c$ と、判定基準位置から減速開始位置までの範囲に設定される減速制御範囲 $R d c$ と、減速開始位置からライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B の測定限界位置までの範囲に設定される報知制御範囲 $R n c$ とに区画される。第 1 検知範囲 $R d 1$ の判定基準位置は、ロータリ耕耘装置 3 を含む車体の前端又は後端から車体前後方向に一定距離 L （例えば 2 0 0 0 m m）離れた位置に設定されている。

【 0 0 5 3 】

画像処理装置 8 6 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 から順次送信される画像に対して画像処理を行う。

なお、画像処理装置 8 6 には、圃場 A にて作業する作業者などの人物や他の作業車両、及び、圃場 A に既存の電柱や樹木などを障害物として認識するための学習処理が施されている。

【 0 0 5 4 】

以下、図 1 1 に示すフローチャートに基づいて、画像処理における画像処理装置 8 6 の処理手順について説明する。

画像処理装置 8 6 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 から順次送信される画像に対して、先ず、全カメラ 8 1 ~ 8 4 からの画像を合成してトラクタ 1 の全周囲画像（例えばサウンドビュー）を生成する全周囲画像生成処理を行い（ステップ # 1）、生成した全周囲画像や各カメラ 8 1 ~ 8 4 からの画像を、トラクタ側の表示制御部 2 3 E や携帯通信端末側の表示制御部 5 1 A に送信する画像送信処理を行う（ステップ # 2）。

これにより、全周囲画像生成部 8 6 A が生成した全周囲画像やトラクタ 1 の走行方向の画像などを、トラクタ 1 の液晶モニタ 2 7 や携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 などにおいて表示することができる。そして、この表示により、トラクタ 1 の周囲の状況や走行方向の状況をユーザに視認させることができる。

次に、画像処理装置 8 6 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 から順次送信される画像に基づいて、各カメラ 8 1 ~ 8 4 のいずれかの撮像範囲 $R i 1$ ~ $R i 4$ においてトラクタ 1 の走行に支障を来す障害物が存在するか否かを判別する障害物判別処理を行う（ステップ # 3）。障害物が存在する場合は、障害物が存在する画像上での障害物の座標を求める座標算出処理を行い（ステップ # 4）、求めた障害物の座標を、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の取り付け位置や取り付け角度などに基づいて、車体座標原点を基準にした座標に変換する座標変換処理を行う（ステップ # 5）。そして、その変換後の座標と予め設定した距離算出基準点とにわたる直線距離を、距離算出基準点から障害物までの距離として求める距離算出処理を行い（ステップ # 6）、変換後の座標と求めた障害物までの距離とを障害物に関する検知情報として障害物検知装置 8 7 に送信する検知情報送信処理を行う（ステップ # 7）。その後、ステップ # 1 に戻る。一方、障害物が存在しない場合は、障害物が未検知であることを障害物検知装置 8 7 に送信する未検知送信処理を行い（ステップ # 8）、その後、ステップ # 1 に戻る。

このように、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の撮像範囲 $R i 1$ ~ $R i 4$ のいずれかに障害物が存在する場合は、画像処理装置 8 6 が、障害物の検知情報を障害物検知装置 8 7 に送信することから、障害物検知装置 8 7 は、その障害物の検知情報を受け取ることにより、各カメラ 8 1 ~ 8 4 のいずれかの撮像範囲 $R i 1$ ~ $R i 4$ に障害物が存在することを検知することができるとともに、その障害物の位置及び障害物までの距離を検知することができる。又、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の撮像範囲 $R i 1$ ~ $R i 4$ のいずれにも障害物が存在しない場合は、画像処理装置 8 6 が、障害物の未検知を障害物検知装置 8 7 に送信することから、障害物検知装置 8 7 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の撮像範囲 $R i 1$ ~ $R i 4$ のいずれにも障害物が存在しないことを検知することができる。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

上記の座標変換処理における車体座標原点、及び、距離算出処理における距離算出基準点は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の搭載位置に応じて設定されている。具体的には、図 1 2 に示すように、前カメラ 8 1 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_1 と距離算出基準点 $R_p 1$ とが設定されている。後カメラ 8 2 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_2 と距離算出基準点 $R_p 2$ とが設定されている。右カメラ 8 3 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_3 と距離算出基準点 $R_p 3$ とが設定されている。左カメラ 8 4 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_4 と距離算出基準点 $R_p 4$ とが設定されている。

これにより、画像処理装置 8 6 は、例えば、前カメラ 8 1 の第 1 撮像範囲 $R_i 1$ において障害物が存在する場合は、障害物が存在する前カメラ 8 1 の画像上での障害物の座標を求め（座標算出処理）、求めた障害物の座標を、前カメラ 8 1 の取り付け位置や取り付け角度などに基づいて、図 1 2 に示す車体座標原点 O_1 を基準にした座標（ x 、 y ）に変換し（座標変換処理）、変換後の座標（ x 、 y ）と距離算出基準点 $R_p 1$ とにわたる直線距離を、距離算出基準点 $R_p 1$ から障害物 O までの距離 L_a として求める（距離算出処理）。

なお、前述した車体座標原点 O_1 ~ O_4 と距離算出基準点 $R_p 1$ ~ $R_p 4$ と各カメラ 8 1 ~ 8 4 の搭載位置との関係は種々の設定変更が可能である。

【 0 0 5 6 】

ちなみに、前述した全周囲画像生成処理においては、例えば、画像処理装置 8 6 が、図 1 3 に示す液晶モニタ 2 7 や表示デバイス 5 0 などの全周囲画像表示領域 9 0 のうちの前方画像表示領域 9 0 A に、前カメラ 8 1 の画像から所定領域を切り出した処理画像を配置し、後方画像表示領域 9 0 B に、後カメラ 8 2 の画像から所定領域を切り出した処理画像を配置し、右方画像表示領域 9 0 C に、右カメラ 8 3 の画像から所定領域を切り出した処理画像を配置し、左方画像表示領域 9 0 D に、左カメラ 8 4 の画像から所定領域を切り出した処理画像を配置することで、全周囲画像を生成することなどが考えられる。

【 0 0 5 7 】

画像処理装置 8 6 は、前述した障害物判別処理においては、各カメラ 8 1 ~ 8 4 から順次送信される画像に対して、毎秒数十コマ（例えば 3 0 コマ）の超高速で障害物の存否を判別する。画像処理装置 8 6 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する障害物判別処理を時分割方式で行う。画像処理装置 8 6 は、時分割方式における各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を、トラクタ 1 の走行方向と車速に応じて変更する。

具体的には、画像処理装置 8 6 は、トラクタ 1 の走行方向が前方直進方向で車速が標準速度（例えば 1 0 k m / h ）であれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図 1 4 の（ a ）に示すように、前カメラ 8 1 からの前方画像を処理対象とする画像処理を 4 コマ分連続して行った後に、右カメラ 8 3 からの右方画像又は左カメラ 8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理を 1 コマ分行うように設定された標準前方直進用の処理対象周期に変更する。

画像処理装置 8 6 は、トラクタ 1 の走行方向が後方直進方向で車速が標準速度であれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図 1 4 の（ b ）に示すように、後カメラ 8 2 からの後方画像を処理対象とする画像処理を 4 コマ分連続して行った後に、右カメラ 8 3 からの右方画像又は左カメラ 8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理を 1 コマ分行うように設定された標準後方直進用の処理対象周期に変更する。

画像処理装置 8 6 は、トラクタ 1 の走行方向が前進右旋回方向で車速が標準速度であれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図 1 4 の（ c ）に示すように、前カメラ 8 1 からの前方画像を処理対象とする画像処理を 3 コマ分連続して行った後に、右カメラ 8 3 からの右方画像を処理対象とする画像処理を 2 コマ分連続して行う、又は、右カメラ 8 3 からの右方画像を処理対象とする画像処理と左カメラ 8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理とを 1 コマ分ずつ行うように設定された標準前進右旋回用の処理対象周期に変更する。

画像処理装置 8 6 は、トラクタ 1 の走行方向が前進左旋回方向で車速が標準速度であれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図 1 4 の（ d ）に示すように、前カメラ

10

20

30

40

50

8 1 からの前方画像を処理対象とする画像処理を3コマ分連続して行った後に、左カメラ8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理を2コマ分連続して行う、又は、右カメラ8 3 からの右方画像を処理対象とする画像処理と左カメラ8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理とを1コマ分ずつ行うように設定された標準前進左旋回用の処理対象周期に変更する。

画像処理装置8 6 は、トラクタ1の走行方向が前方直進方向で車速が標準速度から減速されていれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図14の(e)に示すように、前カメラ8 1 からの前方画像を処理対象とする画像処理を3コマ分連続して行った後に、右カメラ8 3 からの右方画像又は左カメラ8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理を1コマ分行うように設定された低速前方直進用の処理対象周期に変更する。

10

画像処理装置8 6 は、トラクタ1の走行方向が前方直進方向で車速が標準速度から増速されていれば、単位時間あたりの処理対象周期を、例えば、図14の(f)に示すように、前カメラ8 1 からの前方画像を処理対象とする画像処理を5コマ分連続して行った後に、右カメラ8 3 からの右方画像又は左カメラ8 4 からの左方画像を処理対象とする画像処理を1コマ分行うように設定された高速前方直進用の処理対象周期に変更する。

【0058】

上記のように、画像処理装置8 6 が障害物判別処理を時分割方式で行うことにより、処理負荷の大きい各カメラ8 1 ~ 8 4 からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置8 6 によって順次滞りなく速やかに行える。

又、画像処理装置8 6 が、トラクタ1の前後進の切り換えに応じて前方画像と後方画像とのいずれか一方を処理対象とする状態と処理対象としない状態とに切り換えることにより、不要な画像処理を行うことによる処理速度の低下を回避している。

20

そして、画像処理装置8 6 が、トラクタ1の走行方向に応じて、トラクタ1の走行方向を撮像範囲とする各カメラ8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、トラクタ1の走行方向を撮像範囲としない各カメラ8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすることにより、各カメラ8 1 ~ 8 4 からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置8 6 によって順次滞りなく速やかに行いながら、トラクタ1の走行方向における障害物の存否判別を重点的に行うことができ、障害物に対する衝突回避が行い易くなる。

更に、画像処理装置8 6 が、トラクタ1の車速が速くなるほど、トラクタ1の走行方向を撮像範囲とする各カメラ8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、かつ、トラクタ1の走行方向を撮像範囲としない各カメラ8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすることにより、各カメラ8 1 ~ 8 4 からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置8 6 によって順次滞りなく速やかに行いながら、トラクタ1の車速が速くなるほど、トラクタ1の走行方向における障害物の存否判別を重点的に行うことができ、障害物に対する衝突回避が行い易くなる。

30

【0059】

なお、前述した各カメラ8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期は、あくまでも一例であり、作業の種類や圃場の状況などに応じて種々の変更が可能である。

又、図7に示すように、画像処理装置8 6 は、車速制御部2 3 Bを介して、車速センサ2 2 Aが検出するトラクタ1の車速を取得する。画像処理装置8 6 は、車速制御部2 3 Bを経由して得られるリバーサレバーの操作位置と、ステアリング制御部2 3 Cを経由して得られる前輪1 0の操舵角とに基づいて、トラクタ1の走行方向を判別する。

40

【0060】

障害物検知装置8 7 は、トラクタ1の前進走行時に、画像処理装置8 6 からの障害物に関する検知情報に基づいて、前カメラ8 1の第1撮像範囲R i 1において障害物の存在が検知されていることを検知した場合に、第1撮像範囲R i 1における障害物の位置及び障害物までの距離を特定する第1特定制御を実行する。

【0061】

以下、図15に示すフローチャートに基づいて、第1特定制御における障害物検知装置

50

８７の制御作動について説明する。

障害物検知装置８７は、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に含まれた障害物の座標と障害物までの距離とに基づいて、障害物が前ライダーセンサ８５Ａの第１検知範囲Ｒｄ１に位置しているか否かを判定する第１位置判定処理を行う（ステップ＃１１）。障害物が第１検知範囲Ｒｄ１に位置している場合は、障害物が第１検知範囲Ｒｄ１の報知制御範囲Ｒｎｃに位置しているか否かを判定する第２位置判定処理を行う（ステップ＃１２）。障害物が報知制御範囲Ｒｎｃに位置している場合は、画像処理装置８６から得た障害物までの距離を車載制御ユニット２３に送信する第１距離送信処理を行い（ステップ＃１３）、その後、ステップ＃１１に戻る。障害物が報知制御範囲Ｒｎｃに位置していない場合は、障害物が第１検知範囲Ｒｄ１の減速制御範囲Ｒｄｃ又は停止制御範囲Ｒｓｃに位置していることから、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に含まれた図１２に示す障害物Ｏの座標（ x, y ）と障害物Ｏまでの距離 L_a 、及び、前ライダーセンサ８５Ａからの障害物候補（測距点群）に関する測定情報に含まれた図１２に示す障害物候補Ｏｃの座標（走査角）と障害物候補Ｏｃまでの距離 L_b 、などに基づいて、障害物Ｏの位置と障害物候補Ｏｃの位置とが整合するか否かを判定する整合判定処理を行う（ステップ＃１４）。整合している場合は、測距精度の高い前ライダーセンサ８５Ａから得た障害物候補までの距離を、障害物までの距離として車載制御ユニット２３に送信する第２距離送信処理を行い（ステップ＃１５）、その後、ステップ＃１１に戻る。整合していない場合は、前ライダーセンサ８５Ａからの障害物候補に関する測定情報が障害物に関する測定情報ではないと判断して、画像処理装置８６から得た障害物までの距離を車載制御ユニット２３に送信する第３距離送信処理を行い（ステップ＃１６）、その後、ステップ＃１１に戻る。ステップ＃１１の第１位置判定処理において障害物が第１検知範囲Ｒｄ１に位置していない場合は、前カメラ８１の第１撮像範囲Ｒｉ１において障害物の存在が検知されているか否かを判定する障害物検知判定処理を行う（ステップ＃１７）。障害物の存在が検知されている場合は、ステップ＃１１に戻って第１特定制御を継続する。障害物の存在が検知されていない場合は、第１特定制御を終了する。

【００６２】

障害物検知装置８７は、トラクタ１の後進走行時に、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に基づいて、後カメラ８２の第２撮像範囲Ｒｉ２において障害物の存在が検知されていることを検知した場合に、第２撮像範囲Ｒｉ２における障害物の位置及び障害物までの距離を特定する第２特定制御を実行する。

なお、第２特定制御においては、上記の第１特定制御における前ライダーセンサ８５Ａの第１検知範囲Ｒｄ１が後ライダーセンサ８５Ｂの第２検知範囲Ｒｄ２に変わるだけで、制御内容は同じであることから、第２特定制御に関する説明は省略する。

【００６３】

障害物検知装置８７は、トラクタ１の前後進走行時にかかわらず、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に基づいて、右カメラ８３の第３撮像範囲Ｒｉ３において障害物の存在が検知されていることを検知した場合に、第３撮像範囲Ｒｉ３における障害物の位置及び障害物までの距離を特定する第３特定制御を実行する。

【００６４】

以下、図１６に示すフローチャートに基づいて、第３特定制御における障害物検知装置８７の制御作動について説明する。

障害物検知装置８７は、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に含まれた障害物の座標と障害物までの距離とに基づいて、障害物がソナー８５Ｃの第３測定範囲Ｒｍ３に位置しているか否かを判定する第３位置判定処理を行う（ステップ＃２１）。障害物が第３測定範囲Ｒｍ３に位置している場合は、画像処理装置８６からの障害物に関する検知情報に含まれた障害物の座標と障害物までの距離、及び、ソナー８５Ｃからの障害物候補に関する測定情報に含まれた障害物候補までの距離と障害物候補の方向、などに基づいて、障害物の位置と障害物候補の位置とが整合するか否かを判定する整合判定処理を行う（ステップ＃２２）。整合している場合は、測距精度の高いソナー８５Ｃから得た障害物

10

20

30

40

50

候補までの距離を、障害物までの距離として車載制御ユニット 23 に送信する第 4 距離送信処理を行い（ステップ # 23）、その後、ステップ # 21 に戻る。整合していない場合は、前ライダーセンサ 85A からの障害物候補に関する測定情報が障害物に関する測定情報ではないと判断して、画像処理装置 86 から得た障害物までの距離を車載制御ユニット 23 に送信する第 5 距離送信処理を行い（ステップ # 24）、その後、ステップ # 21 に戻る。ステップ # 21 の第 3 位置判定処理にて障害物が第 3 測定範囲 Rm3 に位置していない場合は、右カメラ 83 の第 3 撮像範囲 Ri3 において障害物の存在が検知されているか否か判定する障害物検知判定処理を行う（ステップ # 25）。障害物の存在が検知されている場合は、ステップ # 21 に戻って第 3 特定制御を継続する。障害物の存在が検知されていない場合は、第 3 特定制御を終了する。

10

【 0 0 6 5 】

障害物検知装置 87 は、トラクタ 1 の前後進走行時にかかわらず、画像処理装置 86 からの障害物に関する検知情報に基づいて、左カメラ 84 の第 4 撮像範囲 Ri4 において障害物の存在が検知されていることを検知した場合に、第 4 撮像範囲 Ri4 における障害物の位置及び障害物までの距離を特定する第 4 特定制御を実行する。

なお、第 4 特定制御においては、上記の第 3 特定制御におけるソナー 85C の第 3 測定範囲 Rm3 が第 4 測定範囲 Rm4 に変わるだけで、制御内容は同じであることから、第 4 特定制御に関する説明は省略する。

【 0 0 6 6 】

障害物検知装置 87 は、画像処理装置 86 からの障害物に関する検知情報に基づいて、各カメラ 81 ~ 84 の撮像範囲 Ri1 ~ Ri4 において障害物の存在が検知されていないことを検知した場合は、アクティブセンサユニット 85 からの測定情報を無効にする測定情報無効処理を行う。

20

【 0 0 6 7 】

以上のように、障害物検知装置 87 は、物体の判別精度が高い画像処理装置 86 が判別した障害物の位置と、アクティブセンサユニット 85 が判別した障害物候補の位置とが整合した場合にのみ、測距精度の高いアクティブセンサユニット 85 から得た障害物候補までの距離を障害物までの距離として採用することから、アクティブセンサユニット 85 が障害物候補として誤判別したときの障害物候補までの距離が障害物までの距離として採用される虞を回避することができる。その結果、障害物検知装置 87 は、物体の判別精度及び測距精度の高い障害物に関する検知情報を取得することができる。

30

又、障害物検知装置 87 は、精度が高いカメラ画像に基づく障害物判別処理を行う画像処理装置 86 からの障害物に関する検知情報を取得することから、アクティブセンサユニット 85 の各測定範囲 Rm1 ~ Rm4 において、例えば、背の高い草などが存在している場合に、その背の高い草などをトラクタ 1 の走行に支障を来たず障害物として誤検知する虞を回避することができる。又、各ライダーセンサ 85A、85B の検知範囲 Rd1、Rd2 において、埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がることなどで、アクティブセンサユニット 85 が測定した各検知範囲 Rd1、Rd2 の全測距点までの距離値が無効値になった場合や、アクティブセンサユニット 85 においてセンサ表面の汚れなどの異常が生じた場合には、画像処理装置 86 からの障害物に関する検知情報に基づいて、障害物の存在や障害物までの距離を検知することができる。

40

【 0 0 6 8 】

図 6 ~ 7 に示すように、車載制御ユニット 23 には、障害物検知装置 87 からの検知情報に基づいて、障害物との衝突を回避する衝突回避制御を実行する衝突回避制御部 23H が含まれている。衝突回避制御部 23H は、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。衝突回避制御部 23H は、車載制御ユニット 23 の他の制御部 23A ~ 23F、アクティブセンサユニット 85、画像処理装置 86、及び、障害物検知装置 87 に、CAN (Controller Area Network) を介して相互通信可能に接続されている。

【 0 0 6 9 】

50

以下、衝突回避制御部 2 3 H による衝突回避制御について説明する。

衝突回避制御部 2 3 H は、障害物検知装置 8 7 からの第 1 距離送信処理によって障害物までの距離を取得した場合は、図 4 に示す第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の報知制御範囲 R n c に障害物が位置していることから、報知制御範囲 R n c での障害物の存在を報知する第 1 報知制御の実行を車載制御ユニット 2 3 の表示制御部 2 3 E と端末制御ユニット 5 1 の表示制御部 5 1 A とに指令する。これにより、各表示制御部 2 3 E , 5 1 A において第 1 報知制御が実行されて、トラクタ 1 に対する第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の報知制御範囲 R n c に障害物が存在することを、運転部 1 2 の搭乗者や車外の管理者などのユーザに知らせることができる。

衝突回避制御部 2 3 H は、障害物検知装置 8 7 からの第 2 距離送信処理又は第 3 距離送信処理によって障害物までの距離を取得した場合は、図 4 に示す第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の減速制御範囲 R d c 又は停止制御範囲 R s c に障害物が位置していることから、取得した障害物までの距離に基づいて、障害物の位置が減速制御範囲 R d c か停止制御範囲 R s c かを判定する。

衝突回避制御部 2 3 H は、減速制御範囲 R d c に障害物が位置していると判定した場合は、減速制御範囲 R d c での障害物の存在を報知する第 2 報知制御の実行を各表示制御部 2 3 E , 5 1 A に指令するとともに、自動減速制御の実行を車速制御部 2 3 B に指令する。これにより、各表示制御部 2 3 E , 5 1 A において第 2 報知制御を実行されて、トラクタ 1 に対する第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の減速制御範囲 R d c に障害物が存在することをユーザに知らせることができる。又、車速制御部 2 3 B において自動減速制御が実行されて、障害物との相対距離が短くなるに連れてトラクタ 1 の車速が低下す。

衝突回避制御部 8 1 b は、第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の停止制御範囲 R s c に障害物が位置していると判定した場合は、停止制御範囲 R s c での障害物の存在を報知する第 3 報知制御の実行を各表示制御部 2 3 E , 5 1 A に指令する第 3 報知開始指令処理を行うとともに、自動停止制御の実行を車速制御部 2 3 B に指令する。これにより、各表示制御部 2 3 E , 5 1 A において第 3 報知制御が実行されて、トラクタ 1 に対する第 1 検知範囲 R d 1 又は第 2 検知範囲 R d 2 の停止制御範囲 R s c に障害物が存在することをユーザに知らせることができる。又、車速制御部 2 3 B において自動停止制御が実行されて、停止制御範囲 R s c に障害物が存在する段階においてトラクタ 1 が停止する。その結果、障害物に対するトラクタ 1 の衝突を回避することができる。

衝突回避制御部 2 3 H は、障害物検知装置 8 7 からの第 4 距離送信処理又は第 5 距離送信処理によって障害物までの距離を取得した場合は、図 4 に示す第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 に障害物が位置していることから、第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 での障害物の存在を報知する第 4 報知制御の実行を各表示制御部 2 3 E , 5 1 A に指令するとともに、自動停止制御の実行を車速制御部 2 3 B に指令する。これにより、各表示制御部 2 3 E , 5 1 A において第 4 報知制御が実行されて、トラクタ 1 に対する第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 に障害物が存在することをユーザに知らせることができる。又、車速制御部 2 3 B においては自動停止制御が実行されて、第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 に障害物が存在する段階においてトラクタ 1 が停止する。その結果、障害物に対するトラクタ 1 の衝突を回避することができる。

【 0 0 7 0 】

以上のように、障害物が各ライダーセンサ 8 5 A , 8 5 B の検知範囲 R d 1 , R d 2 のうちの減速制御範囲 R d c 又は停止制御範囲 R s c 、あるいは、ソナー 8 5 C の第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 に位置する場合は、衝突回避制御部 2 3 H の衝突回避制御に基づく車速制御部 2 3 B の自動減速制御や自動停止制御による障害物との衝突回避が行われる。そのため、障害物検知装置 8 7 は、画像処理装置 8 6 からの障害物に関する検知情報に基づいて、障害物が前述した減速制御範囲 R d c 、停止制御範囲 R s c 、第 3 測定範囲 R m 3 、又は、第 4 測定範囲 R m 4 に位置することを検知した場合は、前述した整合判定処理を行って、画像処理装置 8 6 が判別した障害物の位置と、アクティブセンサユニット 8 5 が判別した障害物候補の位置とが整合した場合に、測距精度の高いアクティ

10

20

30

40

50

ブセンサユニット 85 が測定した障害物候補までの距離を障害物までの距離とし、この距離を衝突回避制御部 23H に送信している。これにより、測距精度の高いアクティブセンサユニット 85 が測定した障害物までの距離に基づいて、衝突回避制御部 23H の衝突回避制御に基づく車速制御部 23B の自動減速制御や自動停止制御による障害物との衝突回避が行われることになる。その結果、障害物との衝突回避を精度良く行うことができる。

又、障害物が各ライダーセンサ 85A, 85B の検知範囲 R d 1, R d 2 のうちの報知制御範囲 R n c に位置する場合は、衝突回避制御部 23H の衝突回避制御に基づく車速制御部 23B の自動減速制御や自動停止制御による障害物との衝突回避が行われないことから、障害物検知装置 87 は、前述した整合判定処理を行わずに、画像処理装置 86 からの障害物に関する検知情報に含まれている障害物までの距離を衝突回避制御部 23H に送信している。これにより、整合判定処理を行うことによる処理負荷の増大を回避している。

10

【0071】

〔別実施形態〕

本発明の別実施形態について説明する。

なお、以下に説明する各別実施形態の構成は、それぞれ単独で適用することに限らず、他の別実施形態の構成と組み合わせて適用することも可能である。

【0072】

(1) 作業車両の構成は種々の変更が可能である。

例えば、作業車両は、左右の後輪 11 に代えて左右のクローラを備えるセミクローラ仕様に構成されていてもよい。

20

例えば、作業車両は、左右の前輪 10 及び左右の後輪 11 に代えて左右のクローラを備えるフルクローラ仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、左右の後輪 11 が操舵輪として機能する後輪ステアリング仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、エンジン 14 の代わりに電動モータを備える電動仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、エンジン 14 と走行用の電動モータとを備えるハイブリッド仕様に構成されていてもよい。

【0073】

(2) アクティブセンサ 85A ~ 85C として、ライダーセンサ 85A, 85B やソナー 85C に代えて、レーダーセンサを採用してもよい。又、全てのアクティブセンサ 85A ~ 85C にライダーセンサを採用してもよい。

30

【0074】

(3) アクティブセンサ 85A ~ 85C は、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 において画像処理装置 86 にて障害物が検知された場合に、障害物までの距離を測定するように構成されていてもよい。

この構成によると、アクティブセンサ 85A ~ 85C は、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 での測定を常時行う必要がなく、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 において画像処理装置 86 にて障害物が検知された場合にのみ、障害物までの距離を測定することから、測距に要する負荷の軽減を図りながら、障害物に対する測距の精度を高くすることができる。

40

【0075】

(4) アクティブセンサ 85A ~ 85C は、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 での測定を常時行うとともに、その測定値を障害物検知装置 87 に常時送信するように構成されていてもよい。

この構成によると、障害物検知装置 87 は、アクティブセンサ 85A ~ 85C からの測定値を常に受け取ることができ、これにより、いずれかの撮像装置 81 ~ 84 にて障害物が検知された場合には、アクティブセンサ 85A ~ 85C からの測定値に基づく障害物の位置及び障害物までの距離の特定を、障害物の検知からタイムラグの少ない段階で行うことができる。

【0076】

50

(5) 撮像装置 81 ~ 84 には、ステレオカメラなどを採用してもよい。

又、撮像装置 81 ~ 84 として、前述した前カメラ 81、後カメラ 82、右カメラ 83、左カメラ 84 に加えて、前カメラ 81 と画角の異なる前カメラを備えるようにしてもよい。

この場合、例えば、図 17 に示すように、液晶モニタ 27 や表示デバイス 50 などの全周囲画像表示領域 90 に、前カメラ 81 の画像が配置される前方画像表示領域 90A、後カメラ 82 の画像が配置される後方画像表示領域 90B、右カメラ 83 の画像が配置される右方画像表示領域 90C、及び、左カメラ 84 の画像が配置される左方画像表示領域 90D に加えて、画角の異なる前カメラの画像が配置される第 2 前方画像表示領域 90E を備えるようにしてもよい。

【0077】

< 発明の付記 >

本発明の第 1 特徴構成は、作業車両用の障害物検知システムにおいて、

作業車両の周囲を撮像する複数の撮像装置と、複数の前記撮像装置からの画像に基づいて障害物を判別する障害物判別処理を時分割方式で行う画像処理装置とを有し、

前記画像処理装置は、前記作業車両の走行方向と車速に応じて、時分割方式における複数の前記撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を変更する点にある。

【0078】

本構成によれば、画像処理装置が、物体の判別精度が高い撮像画像に基づく障害物判別処理を行うことにより、例えば、作業車両の走行方向に背の高い草などが存在している場合に、その背の高い草などを作業車両の走行に支障を来たす障害物として誤検知する虞を回避することができる。又、作業車両の周囲において、埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がった場合においても、その浮遊物を作業車両の走行に支障を来たす障害物として誤検知する虞を回避することができる。

そして、画像処理装置が障害物判別処理を時分割方式で行うことにより、処理負荷の大きい各撮像装置からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置によって順次滞りなく速やかに行える。

又、例えば、画像処理装置が、作業車両の走行方向に応じて、作業車両の走行方向を撮像範囲とする各撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、作業車両の走行方向を撮像範囲としない各撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすれば、各撮像装置からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置によって順次滞りなく速やかに行いながら、作業車両の走行方向に存在する物体が障害物か否かの判別を重点的に行うことができる。

更に、例えば、画像処理装置が、作業車両の車速が速くなるほど、作業車両の走行方向を撮像範囲とする各撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、かつ、作業車両の走行方向を撮像範囲としない各撮像装置に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすれば、各撮像装置からの画像に対する障害物判別処理を、単一の画像処理装置によって順次滞りなく速やかに行いながら、作業車両の車速が速くなるほど、作業車両の走行方向に存在する物体が障害物か否かの判別を迅速かつ重点的に行うことができる。

その結果、構成の簡素化を図りながら、作業車両の周囲に存在する障害物を精度良く検知することができる作業車両用の障害物検知システムを構築することができた。

【0079】

本発明の第 2 特徴構成は、

前記作業車両の周囲に存在する測定対象物までの距離を測定する複数のアクティブセンサと、

前記画像処理装置からの判別情報と前記アクティブセンサからの測定情報とに基づいて、前記障害物の位置及び前記障害物までの距離を検知する障害物検知装置とを有している点にある。

【0080】

本構成によれば、物体の判別精度が高いカメラ画像に基づく障害物判別処理を行う画像

10

20

30

40

50

処理装置からの判別情報と、測距精度の高いアクティブセンサユニットからの測定情報とに基づいて、障害物検知装置が障害物の位置及び障害物までの距離を検知することから、作業車両の走行方向に存在する背の高い草や、作業車両の周囲において舞い上がった埃や粉塵などの浮遊物、などを障害物として誤検知する虞を回避しながら、障害物の位置及び作業車両から障害物までの距離を精度良く検知することができる。

【0081】

本発明の第3特徴構成は、

前記画像処理装置は、前記撮像装置からの画像に基づいて、画像上での前記障害物の座標及び前記障害物までの距離を求め、

前記アクティブセンサは、前記作業車両の周囲に前記測定対象物として存在する複数の測距点の座標ごとの距離を順次測定して障害物候補の測距点群を抽出するライダーセンサであり、

前記障害物検知装置は、前記画像処理装置からの前記障害物の座標及び前記障害物までの距離と、前記ライダーセンサからの前記測距点群の座標ごとの距離とが整合した場合に、整合した前記測距点群の距離を前記障害物までの距離として採用し、整合しない場合は前記画像処理装置からの前記障害物までの距離を採用する点にある。

【0082】

本構成によれば、障害物検知装置は、物体の判別精度が高い画像処理装置が判別した障害物の座標及び障害物までの距離と、ライダーセンサが抽出した障害物候補となる測距点群の座標ごとの距離とが整合した場合にのみ、測距精度の高いライダーセンサから得た障害物候補までの距離を障害物までの距離として採用することから、ライダーセンサが障害物候補として誤判別したときの障害物候補までの距離が障害物までの距離として採用される虞を回避することができる。

その結果、障害物検知装置は、物体の判別精度及び測距精度の高い障害物に関する検知情報を取得することができる。

又、障害物検知装置は、ライダーセンサの周囲において、埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がることなどで、ライダーセンサの測定精度が低下した場合や、ライダーセンサにおいてセンサ表面の汚れなどの異常が生じた場合には、画像処理装置から障害物までの距離を取得することができる。

【0083】

本発明の第4特徴構成は、

前記アクティブセンサは、前記画像処理装置にて前記障害物が検知された場合に当該障害物に対する測距を行う点にある。

【0084】

本構成によれば、画像処理装置にて障害物が検知された場合に、その障害物に対する測距をアクティブセンサが行うことから、測距に要する負荷の軽減を図りながら、障害物に対する測距の精度を高くすることができる。

【符号の説明】

【0085】

- 1 作業車両
- 8 1 撮像装置（前カメラ）
- 8 2 撮像装置（前カメラ）
- 8 3 撮像装置（右カメラ）
- 8 4 撮像装置（左カメラ）
- 8 6 画像処理装置
- 8 5 A アクティブセンサ（前ライダーセンサ）
- 8 5 B アクティブセンサ（後ライダーセンサ）
- 8 5 C アクティブセンサ（ソナー）
- 8 7 障害物検知装置

10

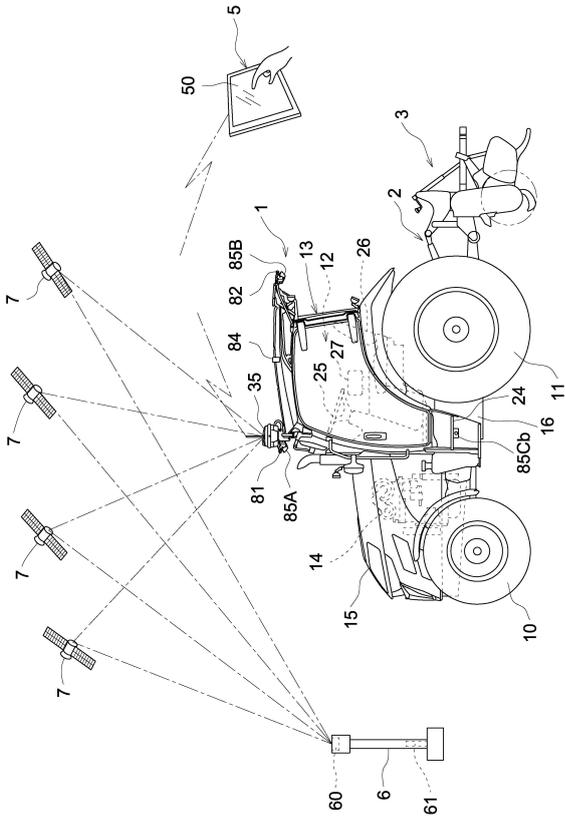
20

30

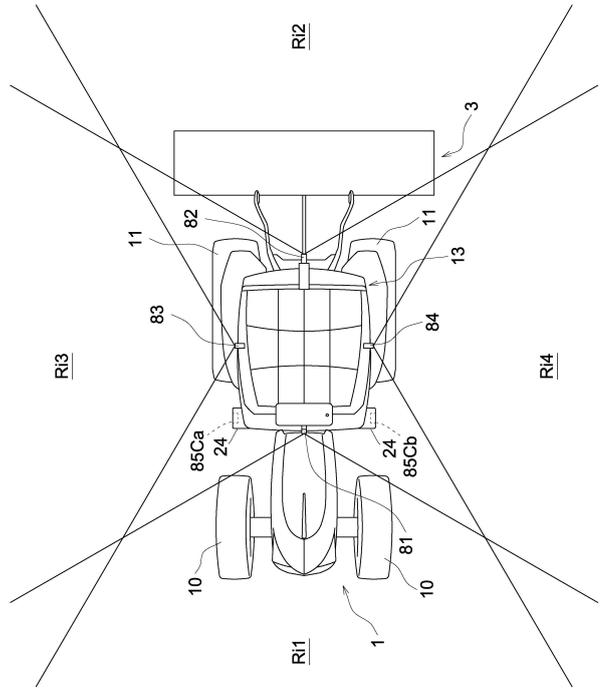
40

50

【図面】
【図 1】



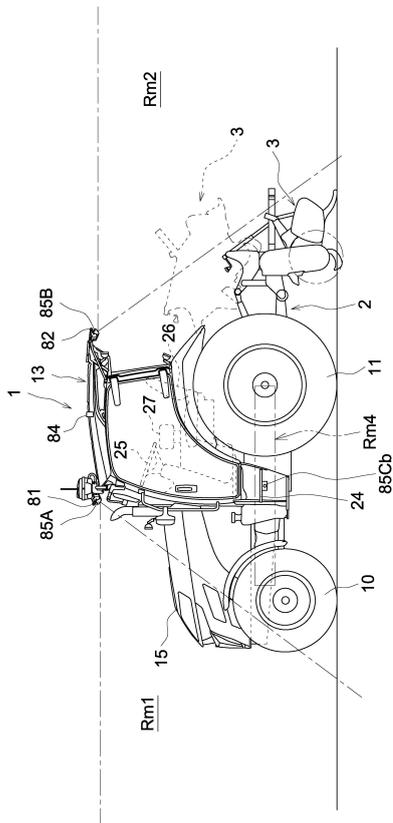
【図 2】



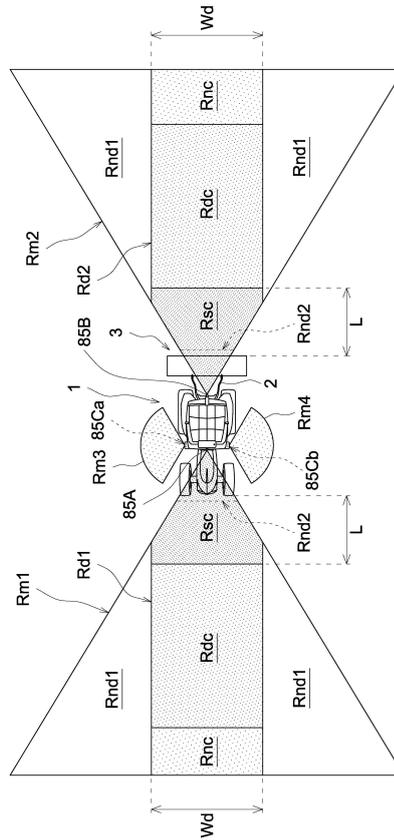
10

20

【図 3】



【図 4】

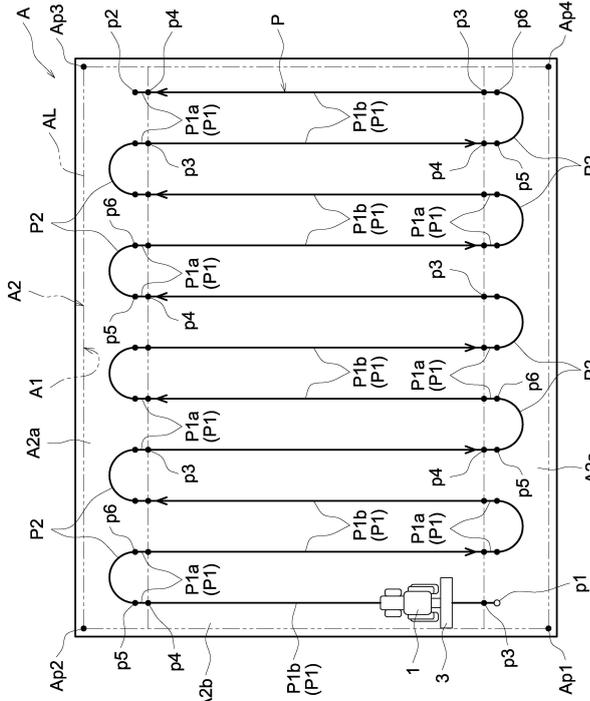


30

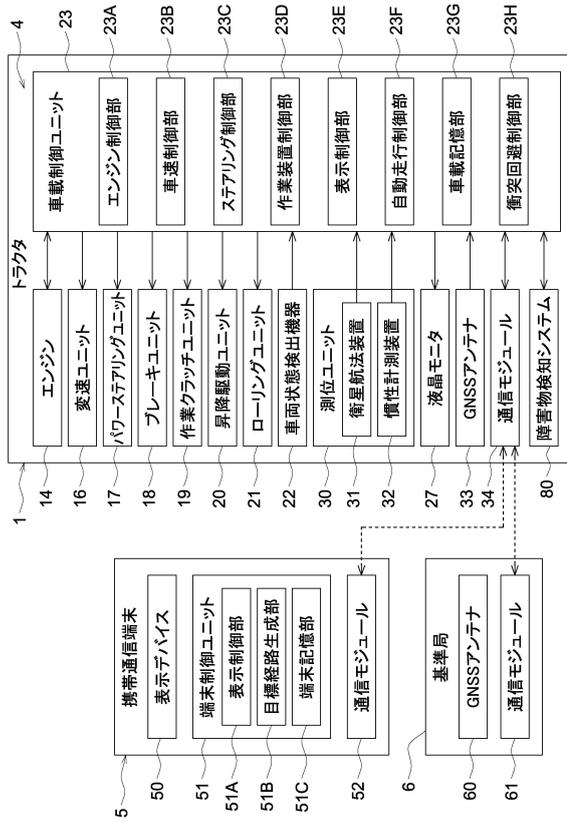
40

50

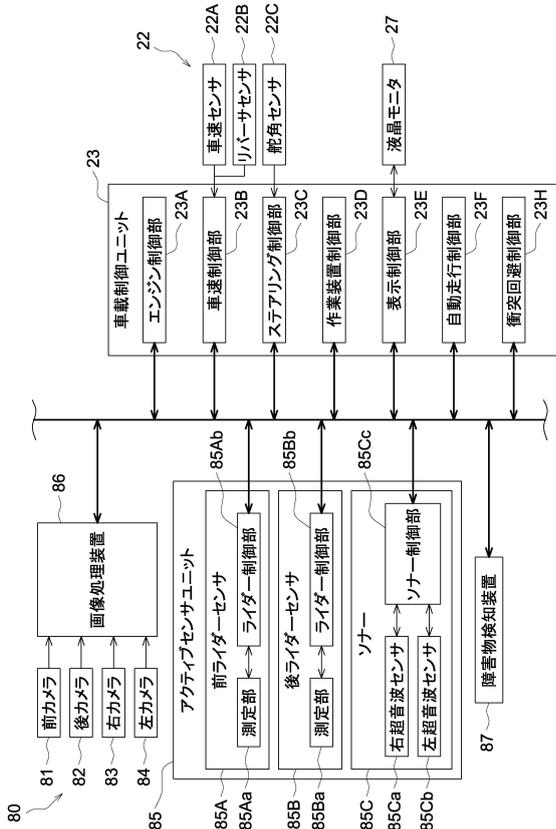
【図 5】



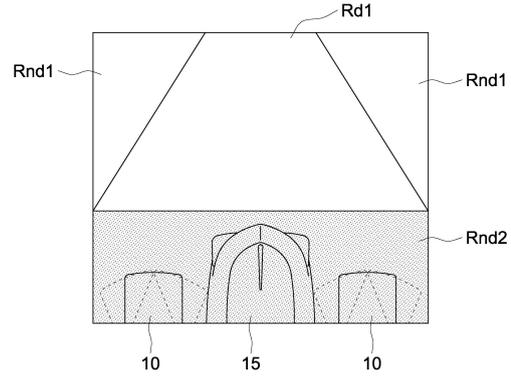
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

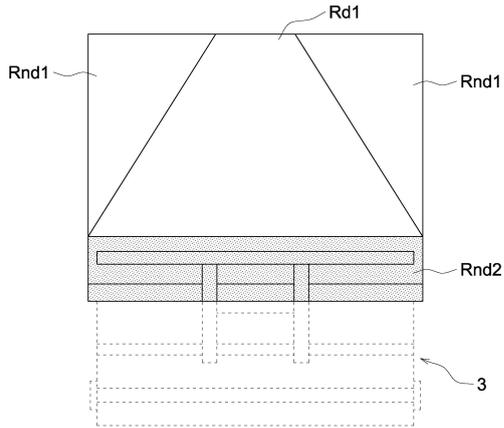
20

30

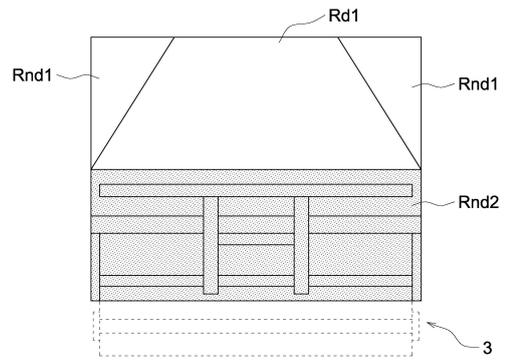
40

50

【 図 9 】

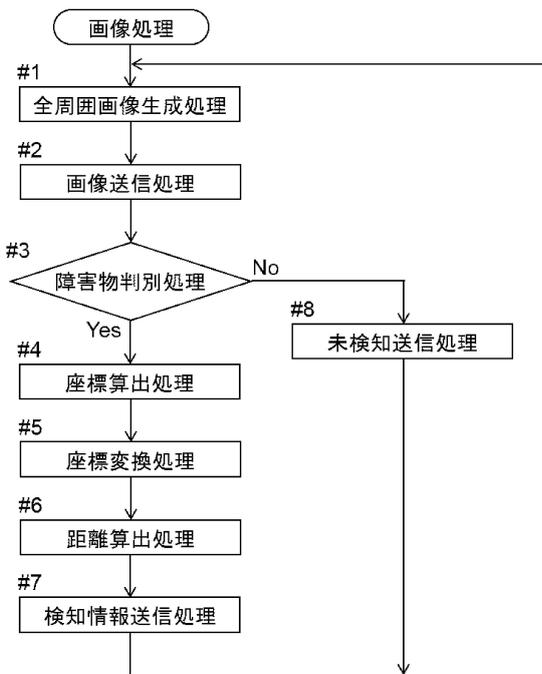


【 図 10 】

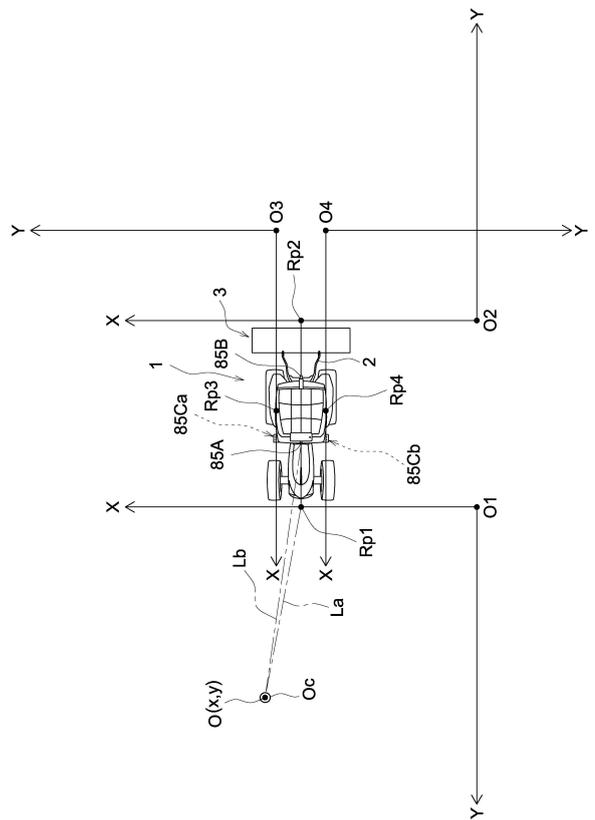


10

【 図 11 】



【 図 12 】



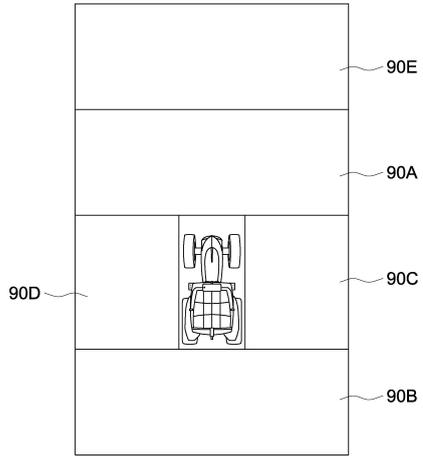
20

30

40

50

【 図 17 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 杉 田 士郎
大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤンマーアグリ株式会社内
審査官 牧 初
- (56)参考文献 特開2015-115760(JP,A)
特開2017-216557(JP,A)
特開2009-282929(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05D 1/00 - 1/12