

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7410150号
(P7410150)

(45)発行日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(24)登録日 令和5年12月25日(2023.12.25)

(51)国際特許分類 F I
G 0 5 D 1/43 (2024.01) G 0 5 D 1/02 H

請求項の数 25 (全29頁)

(21)出願番号	特願2021-534463(P2021-534463)	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和1年7月23日(2019.7.23)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/028902	(72)発明者	宇田川 貴正 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社 本田技術研究所内
(87)国際公開番号	WO2021/014586	(72)発明者	山村 誠 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社 本田技術研究所内
(87)国際公開日	令和3年1月28日(2021.1.28)	(72)発明者	高 橋 寛人 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社 本田技術研究所内
審査請求日	令和4年1月21日(2022.1.21)	(72)発明者	本地 正弥

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自律作業機、自律作業機の制御方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業エリア内で作業する自律作業機であって、
前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された前記複数のマーカの中から2つのマーカを隣接マーカとして特定する隣接マーカ特定手段と、
前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段と、
前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて、前記複数のマーカのうち、
前記隣接マーカ特定手段により前記隣接マーカとして特定された前記2つのマーカ間を結ぶ仮想ラインを設定する設定手段と、
前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段と、
を備え、
各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、
前記隣接マーカ特定手段は、第1のマーカの前記指標が指示する方向に存在する第2のマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする自律作業機。

【請求項2】

前記制御手段は、前記自律作業機が前記仮想ラインに到達するまでに要する時間を算出し、前記算出された前記時間に基づいて前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項1に記載の自律作業機。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記自律作業機の速度と、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離とに基づいて前記時間を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の自律作業機。

【請求項 4】

前記自律作業機の移動距離を計測する計測手段をさらに備え、
前記制御手段は、

前記マーカ情報に基づいて前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離を算出し、
当該算出された距離と、当該距離が算出された前記自律作業機の位置からの前記移動距離とに基づいて、前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の自律作業機。

10

【請求項 5】

前記マーカ情報は、前記自律作業機からマーカまでの距離を示す距離情報を含み、
前記設定手段は、前記距離情報に基づいて前記仮想ラインを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 6】

前記マーカ情報は、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を含み、
前記設定手段は、前記マーカ位置情報に基づいて前記仮想ラインを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 7】

マーカの特徴情報を格納する格納手段をさらに備え、
前記特定手段は、前記格納手段に格納されたマーカの前記特徴情報と、前記検出手段により検出されたマーカの特徴とに基づいて、前記マーカ情報を特定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

20

【請求項 8】

前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が第 1 の閾値以下となった場合、前記自律作業機を停止、後退、又は旋回させることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が前記第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値以下となった場合、前記仮想ラインへ向かう前記自律作業機を減速させることを特徴とする請求項 8 に記載の自律作業機。

30

【請求項 10】

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、マーカ間の距離が所定距離範囲内である 2 つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 11】

前記隣接マーカ特定手段は、前記 2 つのマーカを結ぶラインよりも奥の領域に、前記検出手段により検出された他のマーカが存在する場合、前記 2 つのマーカは前記隣接マーカではないと特定することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 12】

配置された各マーカに沿って前記自律作業機を走行させることにより前記自律作業機の軌跡情報を取得する取得手段をさらに備え、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記軌跡情報と整合する 2 つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

40

【請求項 13】

前記作業エリアを含む地図上で指定された前記作業エリアの境界情報を取得する取得手段をさらに備え、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記境界情報と整合する 2 つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか 1 項

50

に記載の自律作業機。

【請求項 1 4】

前記境界情報は、前記作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報、又は、前記作業エリアの境界を示す境界線の情報であることを特徴とする請求項 1 3 に記載の自律作業機。

【請求項 1 5】

前記複数のマーカは、前記作業エリアの外縁を規定する複数の第 1 の種類のマーカと、前記外縁の内部に含まれ且つ前記作業エリアから除外される内部領域を規定する複数の第 2 の種類のマーカとを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記第 1 の種類のマーカと、前記第 2 の種類のマーカとを前記隣接マーカではないとして特定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

10

【請求項 1 6】

前記複数のマーカは、第 1 の距離間隔で配置される複数の第 1 の種類のマーカと、前記第 1 の距離間隔よりも短い第 2 の距離間隔で配置される複数の第 2 の種類のマーカとを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数の第 1 の種類のマーカのうちの、2 つの第 1 の種類のマーカの間前記第 2 の種類のマーカが存在する場合には、前記 2 つの第 1 の種類のマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

20

【請求項 1 7】

前記自律作業機の走行経路を設定する経路設定手段をさらに備え、

前記経路設定手段は、前記走行経路上に前記仮想ラインが存在しないように前記走行経路を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 1 6 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 1 8】

前記走行経路は、ステーションまで帰還するための走行経路であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の自律作業機。

【請求項 1 9】

前記自律作業機の現在位置を特定する位置特定手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記仮想ラインの情報と、前記位置特定手段により特定された前記自律作業機の現在位置とに基づいて、前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

30

【請求項 2 0】

前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方を、前記作業エリアの地図情報へ反映させることを特徴とする請求項 6 に記載の自律作業機。

【請求項 2 1】

前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザへ提示することを特徴とする請求項 2 0 に記載の自律作業機。

【請求項 2 2】

前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザの通信端末へ送信することを特徴とする請求項 2 0 に記載の自律作業機。

40

【請求項 2 3】

前記指標が指示する向きは、回転機構を用いてユーザが自在に変更可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 2 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

【請求項 2 4】

作業エリア内で作業する自律作業機の制御方法であって、

前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出工程と、前記検出工程で検出された前記複数のマーカの中から 2 つのマーカを隣接マーカとして特

50

定する隣接マーカ特定工程と、

前記検出工程での検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定工程と、

前記特定工程で特定された前記マーカ情報に基づいて、前記複数のマーカのうち、前記隣接マーカ特定工程で前記隣接マーカとして特定された前記2つのマーカ間を結ぶ仮想ラインを設定する設定工程と、

前記設定工程で設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御工程と、

を有し、

各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、

前記隣接マーカ特定工程では、第1のマーカの前記指標が指示する方向に存在する第2のマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする自律作業機の制御方法。

【請求項25】

コンピュータを、請求項1乃至23の何れか1項に記載の自律作業機として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律作業機、自律作業機の制御方法及びプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、マーカを認識したら、ロボット車両に格納されたマーカの位置情報を読み出して、ロボット車両の現在位置を把握することを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許第9497901号明細書

【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、特許文献1に記載の技術では、複数のマーカのそれぞれが区別可能な異なるマーカを用意する必要があり、マーカの調達コストが増大するという課題がある。

【0005】

本発明は、上記課題の認識を契機として為されたものであり、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御するための技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る自律作業機は、

作業エリア内で作業する自律作業機であって、

前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出手段と、前記検出手段により検出された前記複数のマーカの中から2つのマーカを隣接マーカとして特定する隣接マーカ特定手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて、前記複数のマーカのうちの、前記隣接マーカ特定手段により前記隣接マーカとして特定された前記2つのマーカ間を結ぶ仮想ラインを設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段と、

を備え、

各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、

前記隣接マーカ特定手段は、第1のマーカの前記指標が指示する方向に存在する第2のマ

10

20

30

40

50

一カを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

【0008】

本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

【図1】本発明の一実施形態に係る自律走行可能な作業機の外観図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る作業機を側方から観察した図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る制御システムの構成例を示す図である。

【図4A】本発明の一実施形態に係る仮想ラインの設定方法及び隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図4B】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図4C】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

20

【図4D】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図4E】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図4F】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図4G】本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

【図5A】実施形態1に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

【図5B】実施形態1に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態に係る仮想ラインまでの距離の求め方の説明図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る撮影画像の一例を示す図である。

【図8A】実施形態2に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

【図8B】実施形態2に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

30

【図9】実施形態3に係るマーカ位置をプロットした地図情報の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、各図面を通じて同一の構成要素に対しては同一の参照符号を付している。

【0011】

(実施形態1)

図1は、本発明の一実施形態に係る自律走行可能な自律作業機の外観図である。以下では側面視における自律作業機の進行方向(車長方向)と、進行方向に直交する横方向(車幅方向)と、進行方向と横方向に直交する鉛直方向とを、それぞれ前後方向、左右方向、上下方向と定義し、それによって各部の構成を説明する。

40

【0012】

<自律作業機の構成>

図1において、符号10は自律作業機(以下「作業車」という)を示す。作業車10は、具体的には自律走行する芝刈機として機能する。但し、芝刈機は一例であり、他の種類の作業機械にも本発明を適用することができる。作業車10は、複数のカメラ(第1のカメラ11a、第2のカメラ11b)を含むカメラユニット11を備えており、視差ある第1のカメラ11a、第2のカメラ11bにより撮影された画像を用いて、前方に存在する物体と、作業車10との距離情報を算出して取得する。そして、撮影された画像と、予め保持されている物体認識モデルとに基づいて、作業車10の動作を制御する。

50

【 0 0 1 3 】

図 2 は、該作業車 1 0 を横方向（車幅方向）から観察した図である。図 2 に示されるように、作業車 1 0 は、カメラユニット 1 1、車体 1 2、ステア 1 3、前輪 1 4、後輪 1 6、ブレード 2 0、作業モータ 2 2、モータ保持部材 2 3、ブレード高さ調節モータ 1 0 0、及び並進機構 1 0 1 を備えている。また、作業車 1 0 は、走行モータ 2 6、各種のセンサ群 S、電子制御ユニット（E C U : E l e c t r o n i c C o n t r o l U n i t）4 4、充電ユニット 3 0、電池（バッテリー）3 2、充電端子 3 4、通信部 3 5 を備えている。

【 0 0 1 4 】

作業車 1 0 の車体 1 2 は、シャーシ 1 2 a と、該シャーシ 1 2 a に取り付けられるフレーム 1 2 b とを有する。前輪 1 4 は、前後方向においてシャーシ 1 2 a の前側にステア 1 3 を介して固定される小径の左右 2 個の車輪である。後輪 1 6 は、シャーシ 1 2 a の後側に取り付けられる大径の左右 2 個の車輪である。

10

【 0 0 1 5 】

ブレード 2 0 は、シャーシ 1 2 a の中央位置付近に取り付けられる芝刈り作業用のロータリブレードである。作業モータ 2 2 は、ブレード 2 0 の上方に配置された電動モータである。ブレード 2 0 は、作業モータ 2 2 と接続されており、作業モータ 2 2 によって回転駆動される。モータ保持部材 2 3 は、作業モータ 2 2 を保持する。モータ保持部材 2 3 は、シャーシ 1 2 a に対して回転が規制されると共に、例えば、ガイドレールと、ガイドレールに案内されて上下に移動可能なスライダとの組み合わせにより、上下方向の移動が許容

20

【 0 0 1 6 】

ブレード高さ調節モータ 1 0 0 は、接地面 G R に対するブレード 2 0 の上下方向の高さを調節するためのモータである。並進機構 1 0 1 は、ブレード高さ調節モータ 1 0 0 と接続されており、ブレード高さ調節モータ 1 0 0 の回転を上下方向の並進移動に変換するための機構である。当該並進機構 1 0 1 は、作業モータ 2 2 を保持するモータ保持部材 2 3 とともに接続されている。

【 0 0 1 7 】

ブレード高さ調節モータ 1 0 0 の回転が並進機構 1 0 1 により並進移動（上下方向の移動）に変換され、並進移動はモータ保持部材 2 3 に伝達される。モータ保持部材 2 3 の並進移動（上下方向の移動）により、モータ保持部材 2 3 に保持されている作業モータ 2 2 も並進移動（上下方向の移動）する。作業モータ 2 2 の上下方向の移動により、接地面 G R に対するブレード 2 0 の高さを調節することができる。

30

【 0 0 1 8 】

走行モータ 2 6 は、作業車 1 0 のシャーシ 1 2 a に取り付けられている 2 個の電動モータ（原動機）である。2 個の電動モータは、左右の後輪 1 6 とそれぞれ接続されている。前輪 1 4 を従動輪、後輪 1 6 を駆動輪として左右の車輪を独立に正転（前進方向への回転）あるいは逆転（後進方向への回転）させることで、作業車 1 0 を種々の方向に移動させることができる。

【 0 0 1 9 】

充電端子 3 4 は、フレーム 1 2 b の前後方向の前端位置に設けられた充電端子であり、充電ステーション（例えば、図 3 を参照して後述する充電ステーション 3 0 0）の対応する端子と接続することで、充電ステーションからの給電を受けることができる。充電端子 3 4 は、配線を介して充電ユニット 3 0 と接続されており、当該充電ユニット 3 0 は電池（バッテリー）3 2 と接続されている。また、作業モータ 2 2、走行モータ 2 6、ブレード高さ調節モータ 1 0 0 も電池 3 2 と接続されており、電池 3 2 から給電されるように構成されている。

40

【 0 0 2 0 】

E C U 4 4 は、回路基板上に構成されたマイクロコンピュータを含む電子制御ユニットであり、作業車 1 0 の動作を制御する。E C U 4 4 の詳細は後述する。通信部 3 5 は、作

50

業車 10 と有線又は無線で接続された外部機器（例えば、後述する充電ステーションや、ユーザが所持する通信端末、作業車 10 を操作するためのリモートコントローラなど）に対して情報を送受信することができる。

【0021】

図 3 は、本発明の一実施形態に係る制御システムの構成例を示す図である。制御システム 1 は、作業車 10 と、充電ステーション 300 とを含んで構成されている。なお、後述するユーザが所持する通信端末や作業車 10 を操作するためのリモートコントローラをさらに含んでもよい。

【0022】

図 3 に示されるように、作業車 10 が備える ECU 44 は、CPU 44a と、I/O 44b と、メモリ 44c とを備えている。I/O 44b は、各種情報の入出力を行う。メモリ 44c は、ROM (Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等である。メモリ 44c には、撮影画像、作業車 10 の作業日程、作業エリアに関する地図情報や、作業車 10 の動作を制御するための各種プログラムなどが記憶されている。ECU 44 は、メモリ 44c に格納されているプログラムを読み出して実行することにより、本発明を実現するための各処理部として動作することができる。

10

【0023】

ECU 44 は各種のセンサ群 S と接続されている。センサ群 S は、方位センサ 46、GPS センサ 48、車輪速センサ 50、角速度センサ 52、加速度センサ 54、電流センサ 62、及びブレード高さセンサ 64 を含んで構成されている。

20

【0024】

方位センサ 46 及び GPS センサ 48 は、作業車 10 の向きや位置の情報を取得するためのセンサである。方位センサ 46 は、地磁気に応じた方位を検出する。GPS センサ 48 は、GPS 衛星からの電波を受信して作業車 10 の現在位置（緯度、経度）を示す情報を検出する。なお、GPS センサ 48 及び方位センサ 46 に加えて、或いは、これらに代えて、オドメトリ、慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) を備えていてもよい。

【0025】

車輪速センサ 50、角速度センサ 52、及び加速度センサ 54 は、作業車 10 の移動状態に関する情報を取得するためのセンサである。車輪速センサ 50 は、左右の後輪 16 の車輪速を検出する。角速度センサ 52 は、作業車 10 の重心位置の上下方向の軸（鉛直方向の z 軸）回りの角速度を検出する。加速度センサ 54 は、作業車 10 に作用する x, y, z 軸の直交 3 軸方向の加速度を検出する。

30

【0026】

電流センサ 62 は、電池 32 の消費電流（消費電力量）を検出する。消費電流（消費電力量）の検出結果は ECU 44 のメモリ 44c に保存される。予め定められた電力量が消費され、電池 32 に蓄積されている電力量が閾値以下になった場合、ECU 44 は、充電のために作業車 10 を充電ステーション 300 へ帰還させる帰還制御を行う。なお、メモリ 44c に日毎の作業スケジュールを保存しておき、その日に行うべき作業が完了したことに応じて帰還制御を行ってもよい。

40

【0027】

ブレード高さセンサ 64 は、接地面 GR に対するブレード 20 の高さを検出する。ブレード高さセンサ 64 の検出結果は ECU 44 へ出力される。ECU 44 の制御に基づいて、ブレード高さ調節モータ 100 が駆動され、ブレード 20 が上下方向に上下して接地面 GR からの高さが調節される。

【0028】

各種センサ群 S の出力は、I/O 44b を介して ECU 44 へ入力される。ECU 44 は、各種センサ群 S の出力に基づいて、走行モータ 26、作業モータ 22、高さ調節モー

50

タ 1 0 0 に対して電池 3 2 から電力を供給する。E C U 4 4 は、I / O 4 4 b を介して制御値を出力して走行モータ 2 6 を制御することで、作業車 1 0 の走行を制御する。また、I / O 4 4 b を介して制御値を出力して高さ調節モータ 1 0 0 を制御することで、ブレード 2 0 の高さを調節する。さらに、I / O 4 4 b を介して制御値を出力して作業モータ 2 2 を制御することで、ブレード 2 0 の回転を制御する。ここで、I / O 4 4 b は、通信インタフェースとして機能することができ、ネットワーク 1 5 0 を介して有線又は無線で他の装置と接続することが可能である。

【 0 0 2 9 】

充電ステーション 3 0 0 は、作業車 1 0 のバッテリー（電池 3 2 ）を充電するための充電装置として機能する。作業エリアに設置されており、作業車 1 0 は、充電ステーション 3 0 0 へ帰還して、充電端子 3 4 を充電ステーション 3 0 0 と接続することにより充電を行うことができる。

10

【 0 0 3 0 】

< 仮想ラインの設定方法 >

図 4 A を参照して、本実施形態に係る仮想ラインの設定方法を説明する。仮想ラインとは、作業エリアを規定するために配置されたマーカ間を結ぶ仮想的な線である。図 4 A において、4 0 0 は、作業車 1 0 が作業を行う作業エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。4 0 1 a ~ 4 0 1 n は本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ 4 0 1 a ~ 4 0 1 n により囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車 1 0 は、仮想ラインよりも奥の領域に逸脱しないように制御を行うことで、この作業エリアから逸脱しないように作業を行う。なお、地面に埋め込むタイプの既存のエリアワイヤを用いて敷地全体を区画し、敷地の一部にマーカを配置して非侵入のエリアを設けることにより、作業エリアを規定してもよい。すなわち、既存のエリアワイヤとマーカとを組み合わせて作業エリアを規定する場合にも本発明を適用することができる。

20

【 0 0 3 1 】

4 0 2 は作業車 1 0 の進行方向を示し、4 0 3 は作業車 1 0 がカメラユニット 1 1 により認識可能な範囲（例えば画角範囲）を示す。図示の例では、認識可能な範囲にマーカ 4 0 1 a ~ 4 0 1 d の 4 つのマーカが含まれている。作業車 1 0 は、マーカを認識したら、隣接する 2 つのマーカ間に仮想ライン（バーチャルワイヤ）を設定する。図示の例では、マーカ 4 0 1 a とマーカ 4 0 1 b との間に仮想ライン 4 1 1 を、マーカ 4 0 1 b とマーカ 4 0 1 c との間に仮想ライン 4 1 2 を、マーカ 4 0 1 c とマーカ 4 0 1 d との間に仮想ライン 4 1 3 を設定する。なお、例えばマーカ 4 0 1 b とマーカ 4 0 1 d とは隣接するマーカではないので仮想ラインを設定しない。

30

【 0 0 3 2 】

ここで、仮想ラインは直線に限定されるものではない。例えば、マーカ 4 0 1 i とマーカ 4 0 1 j との間に設定された仮想ライン 4 3 1 のように滑らかな曲線であってもよい。

【 0 0 3 3 】

< 隣接マーカの判定方法 1 : マーカ間の距離 >

2 つのマーカが隣接するマーカであるかどうかは、マーカを所定距離間隔で配置することを前提とした場合、マーカ間の距離に基づいて判定することができる。マーカ間の距離が所定距離範囲（例えば 2 . 5 m ~ 3 . 5 m ）内であれば、隣接するマーカであると判定し、所定距離範囲外である場合には隣接するマーカではないと判定してもよい。図 4 A において、ライン 4 1 4 の長さ（例えば 4 m ）は所定距離範囲外であるので、仮想ラインとして設定されることはない。これにより、マーカ 4 0 1 b 、マーカ 4 0 1 c 、マーカ 4 0 1 d を結ぶ三角形の領域で作業が行われないことを防止することができる。

40

【 0 0 3 4 】

このように、判定方法 1 によれば、複数のマーカのうち、マーカ間の距離が所定距離範囲内である 2 つのマーカを隣接マーカとして特定する。また、所定距離範囲は、例えば 2 . 5 m 以上、3 m 以上、3 m 以下、3 . 5 m 以下など、上限値や下限値を設けなくてもよい。

50

【 0 0 3 5 】

< 隣接マーカの判定方法 2 : 指標の利用 >

なお、2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定する方法はマーカ間の距離を用いる方法に限定されるものではない。例えば、図 4 A のマーカ 4 0 1 m のように、隣接するマーカが存在する方向を指示するための指標（例えば 4 3 1、4 3 2）を備えたマーカを用いることで、各指標を検出し、指標 4 3 1、4 3 2 が指し示す方向に存在する近傍のマーカを隣接するマーカであると判定してもよい。図示の例では、指標 4 3 1 により指示される方向に存在するマーカ 4 0 1 l とマーカ 4 0 1 m との間に仮想ライン 4 2 1 を設定し、マーカ 4 0 1 n とマーカ 4 0 1 n との間に仮想ライン 4 2 2 を設定する。この場合、各マーカが 4 0 1 m と同様に少なくとも 2 つの方向を示す指標を備えて構成されてもよい。

10

【 0 0 3 6 】

このように、判定方法 2 によれば、各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、第 1 のマーカの指標が指示する方向に存在する第 2 のマーカを隣接マーカとして特定することができる。なお、第 1 のマーカの指標が指示する方向に複数のマーカが存在する場合には、最も近傍に存在するマーカを隣接マーカとして特定してもよい。また、判定方法 1 と組み合わせて、指標が指示する方向かつ所定距離範囲（例えば 2 . 5 m ~ 3 . 5 m）内にあるマーカを隣接マーカとして特定してもよい。また、指標が指示する向きはユーザが自在に変更できてもよい。例えば回転機構などを用いて指標の向きを調整可能に構成してもよい。

20

【 0 0 3 7 】

< 隣接マーカの判定方法 3 : 奥にマーカを検出 >

判定方法 1 の場合、3つのマーカが所定距離（例えば 3 m）間隔で正三角形に配置されていたり、或いは、4つのマーカが所定距離（例えば 3 m）間隔で正方形に配置されているような場合には、正三角形、正方形の内部の領域に進入することができず、それらの領域内で作業を行うことができなくなってしまう可能性がある。

【 0 0 3 8 】

ここで、図 4 B は、正三角形や正方形の領域が形成される作業エリアにおける隣接マーカの判定方法の説明図である。4 5 0 は、作業車 1 0 が作業を行う作業エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。4 5 1 a ~ 4 5 1 p は本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ 4 5 1 a ~ 4 5 1 p により囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車 1 0 はこの作業エリアから逸脱しないように作業を行う。

30

【 0 0 3 9 】

各マーカ 4 5 1 a ~ 4 5 1 p は所定距離（例えば 3 m）間隔で配置されている。この作業エリアには、マーカ 4 5 1 b、マーカ 4 5 1 c、マーカ 4 5 1 d の 3 つのマーカにより正三角形の領域が形成されている。同様に、マーカ 4 5 1 l、マーカ 4 5 1 m、マーカ 4 5 1 n、マーカ 4 5 1 o の 4 つのマーカにより正方形の領域が形成されている。このような領域があると、判定方法 1 を用いると、作業車 1 0 は、マーカ 4 5 1 b とマーカ 4 5 1 c とを結ぶ仮想ライン、マーカ 4 5 1 l とマーカ 4 5 1 o とを結ぶ仮想ラインを超えて奥の領域へ移動することができなくなるため、これらの領域内で作業を行うことができなくなる。

40

【 0 0 4 0 】

そこで、2つのマーカよりも奥に、他のマーカが検出された場合には、2つのマーカを隣接するマーカではないと判定してもよい。図示の例では、マーカ 4 5 1 b と、マーカ 4 5 1 d との 2 つのマーカが検出されて、その 2 つのマーカよりも奥にさらに他のマーカ 4 5 1 c が検出されるので、マーカ 4 5 1 b と、マーカ 4 5 1 d との 2 つのマーカを隣接するマーカではないと判定する。同様に、マーカ 4 5 1 l と、マーカ 4 5 1 o との 2 つのマーカが検出されて、その 2 つのマーカよりも奥にさらに他のマーカ 4 5 1 m、4 5 1 n が検出されるので、マーカ 4 5 1 l と、マーカ 4 5 1 o との 2 つのマーカを隣接するマーカではないと判定する。

50

【 0 0 4 1 】

これにより、マーカ 4 5 1 b とマーカ 4 5 1 c との間、マーカ 4 5 1 l とマーカ 4 5 1 o との間に仮想ラインが設定されず、そのため、作業車 1 0 は正三角形の領域や正方形の領域に進入して作業を行うことが可能となる。

【 0 0 4 2 】

このように、判定方法 3 によれば、2 つのマーカを結ぶラインよりも奥の領域に、他のマーカが存在する場合、2 つのマーカは隣接するマーカではないと特定する。ただし、判定方法 3 を適用する場合、2 つのマーカから遠く離れた位置にある他のマーカを検出してしまった場合、誤って奥の領域に進んでしまう可能性がある。そこで、他のマーカまでの距離を算出して当該算出した距離が所定距離（例えば 4 m）以下である場合、または、他のマーカが手前の 2 つのマーカのいずれかと隣接するマーカであると判定した場合にのみ、奥の領域へ移動可能に構成してもよい。これにより、本来進入すべきではない領域へ進入してしまうことを抑制することができる。

10

【 0 0 4 3 】

< 隣接マーカの判定方法 4 : マーカを予めトレース >

図 4 C は、隣接マーカの判定方法の一例の説明図である。4 6 0 は、作業車 1 0 が作業を行う作業エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。4 6 1 a ~ 4 6 1 m は本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ 4 6 1 a ~ 4 6 1 m により囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車 1 0 はこの作業エリアから逸脱しないように作業を行う。

20

【 0 0 4 4 】

作業車 1 0 による作業を開始する前に、ユーザ 4 6 2 がリモートコントローラ 4 6 3 を操作して直接作業車 1 0 を制御し、各マーカに沿って作業車 1 0 を 1 周移動させる。リモートコントローラ 4 6 3 からの操作信号は、作業車 1 0 の通信部 3 5 を介して受信される。

【 0 0 4 5 】

また、作業車 1 0 は GPS センサ 4 8 を有しており、リモートコントローラ 4 6 3 の操作信号に従って各マーカを順にトレースしていった軌跡を作業エリアの軌跡情報として記憶する。これにより、作業開始前に、作業エリアの軌跡情報を把握することができるので、作業開始後に、軌跡に沿っていないマーカ同士は隣接しないマーカであると判定するように構成することで、2 つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。

30

【 0 0 4 6 】

このように、判定方法 4 によれば、配置された各マーカに沿って作業車 1 0 を走行させることにより作業車 1 0 の軌跡情報を取得する。これにより、複数のマーカのうち、軌跡情報と整合する 2 つのマーカを隣接マーカとして特定することができる。

【 0 0 4 7 】

< 隣接マーカの判定方法 5 : 通信端末で地図上に作業エリア境界を書き込む >

図 4 D は、ユーザが所持する通信端末上に表示された作業エリアに関する地図への書き込み例を示す図である。4 7 0 は、ユーザの通信端末であり、例えばタブレットやスマートフォンなどである。4 7 1 は、ユーザの手である。4 7 2 は、通信端末 4 7 0 の表示画面上に表示された作業エリアに関する地図情報である。図示の例では、ユーザの自宅及び庭を含む敷地上空から俯瞰して見た地図が表示されている。4 7 3 はユーザの自宅の屋根であり、4 7 4 は、ユーザの自宅の敷地内にある樹木スペースである。ここで、図 4 E は、図 4 D の地図情報に対応するユーザの自宅を含む敷地の一部の外観図である。

40

【 0 0 4 8 】

図 4 D において、4 7 5 は、ユーザが手 4 7 1 の指を用いて、地図上でトレースしている境界を示す。同様に、4 7 6 は、ユーザが手 4 7 1 の指を用いて、樹木スペースの周囲をトレースした境界を示す。樹木スペース 4 7 4 は作業エリアから除外されるアイランドである。なお、指を用いてトレースするのではなく、指でポイント指した位置をつなげることにより境界を指定してもよい。

50

【 0 0 4 9 】

このように、通信端末 4 7 0 に表示した地図上で作業エリアの境界を指定し、指定した境界情報（境界線の位置を示す情報）を作業車 1 0 へ送信する。これにより、作業車 1 0 は、ユーザ操作により指定された境界情報を取得できるので、作業車 1 0 は、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 を使用して自己位置及び方位を認識し、自己位置及び方位と境界情報とを用いて、検出された 2 つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。図 4 E の例では、作業車 1 0 は、取得した境界情報からマーカ 4 8 1 とマーカ 4 8 2 とは隣接するマーカではないと判定することができる。なお、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 に代えて、オドメトリ、慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）を用いて自己位置及び方位を認識してもよい。

10

【 0 0 5 0 】

なお、境界をトレースする方法は、ユーザが手 4 7 1 の指を用いてなぞる方法に限定されない。図 4 D の黒丸 4 7 7 に示されるように、ユーザが手 4 7 1 の指を用いて、境界に沿って各マーカの位置を複数地図上で順次ポイント指定することで、マーカの配置情報を境界情報として取得してもよい。そして、その境界情報を通信端末 4 7 1 から作業車 1 0 へ送信する構成であってもよい。

【 0 0 5 1 】

各マーカの位置をポイント指定する場合も、自己位置及び方位と境界情報（マーカの配置情報）とを用いて、検出された 2 つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。例えば、図 4 E の例では、作業車 1 0 は、境界情報（マーカの配置情報）から、マーカ 4 8 1 とマーカ 4 8 2 とは隣接するマーカではないと判定することができる。

20

【 0 0 5 2 】

このように、判定方法 5 によれば、作業エリアを含む地図上で指定された当該作業エリアの境界情報（例えば、作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報（ポイント指定された位置情報）、又は、作業エリアの境界を示す境界線（指でなぞった線）の情報）を取得する。これにより、複数のマーカのうち、境界情報と整合する 2 つのマーカを隣接マーカとして特定することができる。

【 0 0 5 3 】

< 隣接マーカの判定方法 6：アイランドを別の種類のマーカで囲む >

30

図 4 F に、2 種類のマーカを使用する方法の例を示す。作業エリアの境界上に配置される各マーカと、作業エリアから除外されるアイランドとなる樹木スペース 4 7 4 の周囲に配置される各マーカとで、異なる種類（例えば異なる色、異なる形状など）のマーカを使用する。これにより、作業車 1 0 は、撮影画像から抽出されるマーカの特徴から異なる種類のマーカを判別することが可能となり、作業車 1 0 は、撮影画像から、マーカ 4 8 3 とマーカ 4 8 4 とは隣接するマーカではないと判定することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、2 種類のマーカに限定されるものではなく、複数のアイランドが存在する場合には、アイランドごとに異なる種類のマーカを使用してもよい。従って、3 種類以上のマーカを使用する場合にも適用可能である。

40

【 0 0 5 5 】

このように、作業エリアの外縁を規定する複数の第 1 の種類のマーカと、外縁の内部に含まれ且つ作業エリアから除外される内部領域（アイランド）を規定する複数の第 2 の種類のマーカとを使用する。これにより、第 1 の種類のマーカと、第 2 の種類のマーカとは隣接するマーカではないとして特定することができる。

【 0 0 5 6 】

< 隣接マーカの判定方法 7：距離ごとに異なる種類のマーカを使用 >

図 4 G は、入り組んだ形状の領域に、短い間隔でマーカを配置する例を示す図である。4 9 1 a ~ 4 9 1 e は、それぞれ第 1 の距離（例えば 3 m）間隔用のマーカである。4 9 2 a ~ 4 9 2 f は、それぞれ第 2 の距離（例えば 1 m）間隔用のマーカである。第 1 の距

50

離間隔用の第1の種類のマーカーと、第2の距離間隔用の第2の種類のマーカーとは、例えば色、形状、大きさなどが異なっている異なる種類のマーカーである。

【0057】

図示の例では、マーカー491b、マーカー491c、マーカー491dが正三角形状になっており、また、マーカー491c、マーカー491d、マーカー491eも正三角形状になっている。このような入り組んだ形状でマーカー491a～491eだけが配置されていた場合を考える。判定方法3のように2つのマーカーよりも奥に他のマーカーが検出された場合には2つのマーカーを隣接するマーカーではないと判定すると、例えば作業車がマーカー491c及びマーカー491dとの間に向かって走行していた場合、奥にマーカー491eが検出されるため、マーカー491c及びマーカー491dとを結ぶ作業エリアの境界を超えて奥に、マーカー491eへ近づく方向へ走行してしまうことがある。

10

【0058】

そこで、入り組んだ形状となる場所に、マーカー492a～492fをさらに配置する。これにより、作業車10は、マーカー491cとマーカー491dとを結ぶライン上にマーカー492cとマーカー492dとをさらに検出することになるため、2つのマーカー(マーカー491c及びマーカー491d)は隣接するマーカーであると判定することができる。よって、作業車10がマーカー491c及びマーカー491dを結ぶ作業エリアの境界を超えて奥の領域に逸脱してしまうことを防止することができる。なお、図示の例ではマーカー492cとマーカー492dとの2つのマーカーが検出される場合を示したが、マーカー491cとマーカー491dとを結ぶライン上にマーカー492cまたはマーカー492dの何れか一方が検出された場合に2つのマーカー(マーカー491c及びマーカー491d)は隣接するマーカーであると判定してもよい。

20

【0059】

このように、判定方法7によれば、第1の距離間隔で配置される複数の第1の種類のマーカーと、第1の距離間隔よりも短い第2の距離間隔で配置される複数の第2の種類のマーカーとを使用する。これにより、複数の第1の種類のマーカーのうち、2つの第1の種類のマーカーの間に第2の種類のマーカーが1つ以上存在する場合には、2つの第1の種類のマーカーを隣接マーカーとして特定することができる。

【0060】

<処理>

続いて、図5A及び図5Bのフローチャートを参照しながら、本実施形態に係る作業車10が実施する処理の手順を説明する。本実施形態に係る作業車10は、マーカー間に仮想ラインを設定し、その仮想ラインよりも奥の領域へ作業車10が逸脱しないように制御を行う。

30

【0061】

ステップS501において、CPU44aは、カメラユニット11により撮影されたステレオ画像を取得する。

【0062】

ステップS502において、CPU44aは、ステレオ画像に基づいて距離画像を取得する。

40

【0063】

ステップS503において、CPU44aは、カメラユニット11を構成する第1のカメラ11a又は第2のカメラ11bの一方の画像をトリミングする。本実施形態では第2のカメラ11bの画像を使用する。

【0064】

ステップS504において、CPU44aは、トリミングされた画像を用いて物体認識処理を実行する。機械学習により人物、マーカーを含む物体の特徴を予め学習させておき、その学習結果と照らし合わせることにより物体を認識する。

【0065】

ステップS505において、CPU44aは、ステップS504での物体認識処理の結

50

果、マーカが認識されたか否かを判定する。マーカが認識されたと判定された場合、ステップ S 5 0 6 へ進む。一方、マーカが認識されていないと判定された場合、ステップ S 5 1 7 へ進む。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 5 0 6 において、CPU 4 4 a は、画像中のマーカの重心位置を取得する。重心位置は、例えば予め保持しておいたマーカの重心位置の情報に基づいて、マーカの特定の位置を重心位置として特定する。なお、重心位置はあくまでも一例であり、重心位置に限定されない。マーカの頂部の位置であってもよいし、マーカと地面とが接する接地位置であってもよい。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 5 0 7 において、CPU 4 4 a は、ステップ S 5 0 2 で取得された距離画像を用いて、マーカ情報として、作業車 1 0 からマーカの重心位置までの距離情報を取得する。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 5 0 8 において、CPU 4 4 a は、ステップ S 5 0 5 で認識されたマーカが複数存在するか否かを判定する。複数のマーカが認識されている場合、ステップ S 5 0 9 へ進む。一方、単一のマーカが認識されている場合、ステップ S 5 1 5 へ進む。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 5 0 9 において、CPU 4 4 a は、複数のマーカに含まれる 2 つのマーカが隣接するマーカであるか否かを判定する。本実施形態では、2 つのマーカ間の距離が所定距離範囲内であるか否かを判定し、距離が所定距離範囲内である場合に隣接するマーカであると判定する。本実施形態では、マーカが 3 m 間隔で設置されることを想定するが、必ずしも 3 m ずつ等間隔にマーカが配置されているとは限らず、多少ずれが生じている可能性もあるため、所定距離範囲、例えば 2 . 5 m ~ 3 . 5 m の範囲であれば隣接するマーカであると判定するようにする。隣接するマーカであると判定された場合、ステップ S 5 1 0 へ進む。一方、隣接するマーカではないと判定された場合、ステップ S 5 1 1 へ進む。なお、隣接するマーカであるか否かの判定方法は、図 4 A ~ 図 4 G を参照して説明した他の判定方法を用いてもよい。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 5 1 0 において、CPU 4 4 a は、隣接するマーカであると判定された 2 つのマーカ間に仮想ラインを設定する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 5 1 1 において、CPU 4 4 a は、複数のマーカのうち、2 つのマーカの全部の組み合わせに対して判定を完了したか否かを判定する。全部の組み合わせに対して判定が完了した場合、ステップ S 5 1 2 へ進む。一方、まだ判定を行っていない組み合わせが残っている場合、ステップ S 5 0 9 に戻って、新たな 2 つのマーカの組み合わせに対して判定を行う。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 5 1 2 において、CPU 4 4 a は、作業車 1 0 の進行方向と、進行方向の先に位置する仮想ラインとに基づいて、作業車 1 0 から当該作業車 1 0 の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離を算出する。図 4 A の例では、進行方向 4 0 2 の先に位置する仮想ライン 4 1 1 との交点までの距離を算出する。

【 0 0 7 3 】

ここで、図 6 を参照しながら、進行方向 4 0 2 の先に位置する仮想ライン 4 1 1 との交点までの距離の算出方法の一例を説明する。図 6 において、地点 O は作業車 1 0 の現在位置である。地点 A は図 4 A のマーカ 4 0 1 a に対応し、地点 B は図 4 A のマーカ 4 0 1 b に対応する。求める距離を X とすると X は線 O C の長さである。ここで、線 O A の長さ、線 O B の長さは距離画像より求めることができる。また、角度、角度についても、カメラユニット 1 1 の撮影方向（通常は進行方向 4 0 2 と同一方向）及び視野角と、地点 A 及び地点 B の方向とから求めることができる。そして地点 A から線 O C に垂線を下ろし

10

20

30

40

50

てその交点をDとし、同様に地点Bから線OCの延長線上に垂線を下ろしてその交点をEとする。このとき、三角形ACDと三角形BCEは相似なので、 $AD : BE = CD : CE$ となる。そしてADとBEとの比は、撮影画像の一例を表す図7に示されるように、カメラユニット11により撮影された一方のカメラの画像の中心線701からの距離の比(すなわちAGとBHとの長さの比)により求めることができる。

【0074】

図6において、 $AD = OA \sin$ 、 $BE = OB \sin$ 、 $CD = OC - OA \cos$ 、 $CE = OB \cos - OC$ であるから、

$$AD : BE = CD : CE$$

$$\frac{OA \sin}{OC} : \frac{OB \sin}{OB \cos - OC} = \frac{OC - OA \cos}{OB \cos - OC} : \frac{OB \cos - OC}{OB \cos - OC}$$

$$= \frac{OA OB \sin (\sin \cos + \cos \sin)}{(OB \sin + OA \sin)}$$

として地点Cまでの距離Xを求めることができる。

【0075】

ステップS513において、CPU44aは、作業車10から、当該作業車10の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離が閾値(例えば0.1m)以下であるか否かを判定する。距離が閾値以下であると判定された場合、S514へ進む。一方、距離が閾値よりも大きい場合、ステップS517へ進む。

【0076】

ステップS514において、CPU44aは、仮想ラインに基づいて回避動作を実行する。具体的には、作業車10が仮想ラインから閾値(例えば0.1m)まで近づいたら停止、後退、又は旋回する。これにより、作業車10が仮想ラインよりも奥の領域に逸脱してしまふことを防止できる。例えば、作業車10は、図4Aに示した進行方向415に存在する仮想ライン411と、進行方向415へ延ばしたライン415との交点位置を超えて奥の領域に逸脱しないように、作業車10から仮想ライン415までの距離が閾値以下となった場合、作業車10を停止、後退、又は旋回する。これにより、作業車10は作業エリアから逸脱しないように作業を行うことが可能となる。ここで、旋回とは作業車10の進行方向を変更することであり、敷地上方から見た場合に放物線状の軌跡に沿って移動すること、ある地点で停止した後その場で回転して進行方向を変えてから進むこと、仮想ラインにより区画された領域に進入しないように回り込むことも含む。

【0077】

なお、仮想ラインまでの距離が別の閾値(例えば1.5m)以下となった場合に、仮想ライン415へ向かう作業車10の走行速度を減速させる制御をさらに行ってもよい。停止、後退、又は旋回といった回避動作を行う手前で、予め減速しておくことで、急停止、急停止からの急後退、或いは、急旋回といった急な動作を抑制することが可能となる。

【0078】

ステップS515において、CPU44aは、作業車10からマーカまでの距離が閾値以下であるか否かを判定する。ここでの閾値は例えば0.5mとするが、この値に限定されない。距離が閾値以下であると判定された場合、S516へ進む。一方、距離が閾値よりも大きい場合、ステップS517へ進む。

【0079】

ステップS516において、CPU44aは、回避動作を実行する。具体的には、作業車10がマーカから閾値距離(例えば0.5m)まで近づいた際に停止、後退、又は旋回する。当該回避動作は、マーカが1つしか検出されていないため、仮想ラインとは無関係に行う回避動作である。その後、ステップS517へ進む。

【0080】

ステップS517において、CPU44aは、一連の処理を終了するかどうかを判定する。例えば、バッテリー残量が閾値以下となり、充電ステーション300へ帰還する必要が

10

20

30

40

50

生じた場合や、作業開始から所定の時間が経過した場合、さらには、作業エリア内での作業が完了した（例えば作業エリア内の芝を刈り終わった）場合などである。また、ユーザが作業車 10 の電源をオフに操作した場合も該当する。一連の処理を終了しないと判定された場合、ステップ S 5 0 1 に戻る。一方、一連の処理を終了すると判定された場合、図 5 A 及び図 5 B の処理を終了する。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、本実施形態では、2つのマーカを検出し、それらのマーカ間に仮想ラインを設定する。そして、仮想ラインを超えて奥の領域へ作業車が逸脱しないように回避動作を実行する。これにより、同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となり、複数のマーカのそれぞれが区別可能なように個々に特徴が異なるマーカを用意する必要がなくなる。従って、マーカの導入費用を低減することも可能となる。また、仮想ライン（バーチャルワイヤ）を設定するため、作業エリアを規定するためのエリアワイヤ（例えば地中に埋め込まれるワイヤ）を設ける必要が無くなるので、コストを削減することが可能となる。なお、前述したように既存のエリアワイヤとマーカとを組み合わせることで作業エリアを規定してもよく、その場合には一部の領域についてエリアワイヤを設けずに済むことから、コストを削減することが可能となる。そして、マーカを自由に配置することができるため、作業エリアの形状を柔軟に変更することが可能となる。例えば、庭の一部でユーザ自身が何か作業する場合には、当該領域に作業車が進入して欲しくない場合がある。その場合に、当該領域をマーカで囲むように規定することで、一時的に作業車が進入しないエリアを容易に作り出すことができる。

【 0 0 8 2 】

[変形例]

なお、充電ステーション 3 0 0 へ帰還する必要があるが生じた場合や、どこか所定の位置へ移動する必要がある生じた場合には、CPU 4 4 a は、作業車 10 の走行経路を設定し、設定した走行経路に従って走行する。その際、走行経路上に仮想ラインが存在しないように走行経路を設定する。これにより、仮想ラインよりも奥に逸脱して走行することを防止することができる。

【 0 0 8 3 】

また、ステップ S 5 1 1 では、検出された全部のマーカについての2つのマーカの組み合わせを考えて処理を行う例を説明したが、作業車 10 の進行方向に基づいて、進行方向に沿ったラインの左右にあるマーカ同士を処理する対象としてもよい。例えば、図 4 A の例では、マーカ 4 0 1 a ~ 4 0 1 d の4個のマーカの組み合わせ（6通り）の全てを処理するのではなく、進行方向 4 1 5 に沿ったライン 4 1 5 の左右にあるマーカ同士のみを処理対象としてもよい。この場合、マーカ 4 0 1 a とマーカ 4 0 1 b、マーカ 4 0 1 a と、マーカ 4 0 1 c、マーカ 4 0 1 a とマーカ 4 0 1 d の3個を処理対象とし、マーカ 4 0 1 b とマーカ 4 0 1 c、マーカ 4 0 1 b とマーカ 4 0 1 d、マーカ 4 0 1 c とマーカ 4 0 1 d の3個を処理対象から除外してもよい。これにより、処理を高速化することが可能となる。

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態では、ステップ S 5 1 3 で作業車 10 から仮想ラインまでの距離が閾値よりも大きい場合に、ステップ S 5 1 7 を経てステップ S 5 0 1 に戻り、再びステレオ画像を取得する例を説明した。しかし、常に撮影をし直す場合、作業車 10 が進行して仮想ラインに近づくにつれて、複数のマーカが検出されなくなることがある。そのため、必ずしもステップ S 5 0 1 に戻って再び撮影をし直すのではなく、作業車 10 の走行速度に基づいて、作業車 10 から仮想ラインまでの距離が閾値以下になるタイミングを推定し、そのタイミングが到来したら回避動作を実行するように制御してもよい。或いは、ある地点から仮想ラインまでの距離を算出し、その後、当該地点から進んだ移動距離をオドメトリ、慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）等で常時計測する。そして、算出した距離と、計測中の移動距離とに基づいて作業車 10 の動作を制御してもよい。例えば、計測中の移動距離が「当該地点から仮想ラインまでの距離

10

20

30

40

50

」に達したことに応じて回避動作を実行してもよい。

【 0 0 8 5 】

また、ステップ S 5 1 2 及び S 5 1 3 では、作業車 1 0 と仮想ラインとの距離に基づいて回避動作を制御する例を説明したが、距離に限定されない。例えば、作業車 1 0 が仮想ライン 4 1 1 に到達するまでに要する時間を算出し、その時間に基づいて仮想ラインに到達したかを判定してもよい。例えば、作業車 1 0 の走行速度と、作業車 1 0 から仮想ライン 4 1 1 までの距離とに基づいて当該時間を算出してもよい。そして、当該時間と経過時間との差異が閾値以下となった場合に、回避動作を実行するように制御してもよい。同様に、ステップ S 5 1 5 では、作業車 1 0 とマーカとの距離に基づいて回避動作を制御する例を説明したが、距離に限定されない。例えば、作業車 1 0 がマーカに到達するまでに要する時間を算出し、その時間に基づいてマーカに到達したかを判定してもよい。

10

【 0 0 8 6 】

また、ステップ S 5 0 1 に戻って処理を繰り返すことと並行して、作業車 1 0 から仮想ラインまでの距離が閾値以下になるタイミングが到来したら回避動作を別途実行するように制御してもよい。

【 0 0 8 7 】

(実施形態 2)

実施形態 1 では、マーカ情報として、検出されたマーカまでの距離情報を取得し、当該距離情報を使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う例を説明した。これに対して、実施形態 2 では、マーカ情報として、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を取得し、当該マーカ位置情報と、作業車の自己位置情報及び方位情報とを使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う例を説明する。

20

【 0 0 8 8 】

システム構成及び自律作業機の構成については実施形態 1 で説明した構成と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 8 9 】

< 処理 >

続いて、図 8 A 及び図 8 B のフローチャートを参照しながら、本実施形態に係る作業車 1 0 が実施する処理の手順を説明する。本実施形態に係る作業車 1 0 は、マーカ間に仮想ラインを設定し、その仮想ラインよりも奥の領域へ作業車 1 0 が逸脱しないように制御を行う。図 5 A 及び図 5 B のフローチャートと同じ処理を行うステップについては同一の参照符号を付してある。以下、図 5 A 及び図 5 B との差異を中心に説明を行う。

30

【 0 0 9 0 】

ステップ S 8 0 1 において、CPU 4 4 a は、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 を使用して自己位置及び方位の情報を取得する。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 8 0 2 において、CPU 4 4 a は、マーカ情報として、検出されたマーカのマーカ位置情報（位置座標）を取得する。マーカ位置情報は、例えば、実施形態 1 で図 4 D を参照して説明したように、予め地図情報としてメモリ 4 4 c に記憶しておく、参照できるようにしておく。作業車 1 0 は、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 を使用して自己位置及び方位を認識し、カメラユニット 1 1 により撮影された画像から検出されたマーカが、地図情報に含まれるどのマーカであるかを特定し、検出されたマーカのマーカ位置情報を取得する。

40

【 0 0 9 2 】

或いは、カメラユニット 1 1 により撮影された画像の風景情報から、マーカ位置情報を特定することも可能である。例えば、予め、画像に含まれる風景情報及びマーカと、その風景のときに距離計測されたマーカまでの距離情報とを対応付けて記憶しておく。そして、作業車 1 0 を作業エリア内で走行させながら、様々な場所で対応付けを行い学習情報として記憶する。そして、この学習情報を参照することで、GPS センサ 4 8 及び方位セン

50

サ 4 6 を使用して認識された自己位置及び方位を用いて、カメラユニット 1 1 により撮影された画像から検出されたマーカの位置座標を、マーカ位置情報として取得することができる。

【 0 0 9 3 】

或いは、作業車 1 0 は、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 を使用して自己位置及び方位を認識するとともに、カメラユニット 1 1 により撮影された画像から検出されたマーカまでの距離情報（距離画像）を、視差のある画像に基づいて取得する（S 5 0 1 及び S 5 0 2）。さらに、撮影された画像の画像中心に対するマーカの位置から、カメラユニット 1 1 の撮影方向に対するマーカが存在する角度（例えば図 6 の角度 θ や角度 ϕ ）を求め、そして、作業車 1 0 の方位と、求めた角度とから、マーカが存在する方向を特定し、その方向に沿った、取得された距離情報が示す距離だけ先の位置座標をマーカ位置情報として取得してもよい。

10

【 0 0 9 4 】

ステップ S 8 0 3 において、CPU 4 4 a は、複数のマーカに含まれる 2 つのマーカが隣接するマーカであるか否かを判定する。本実施形態でも、判定方法は実施形態 1 と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 8 0 4 において、CPU 4 4 a は、作業車 1 0 の進行方向と、進行方向の先に位置する仮想ラインとに基づいて、作業車 1 0 から当該作業車 1 0 の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離を算出する。図 4 A の例では、進行方向 4 0 2 の先に位置する仮想ライン 4 1 1 との交点までの距離を算出する。

20

【 0 0 9 6 】

ここで、再び図 6 を参照しながら、図 4 A の進行方向 4 0 2 の先に位置する仮想ライン 4 1 1 との交点までの距離算出方法の一例を説明する。図 6 において、地点 O は作業車 1 0 の現在位置である。地点 A は図 4 A のマーカ 4 0 1 a に対応し、地点 B は図 4 A のマーカ 4 0 1 b に対応する。求める距離を X とすると X は線 O C の長さである。ここで、線 O A の長さと、線 O B の長さは、地点 A の位置座標及び地点 B の位置座標、地点 O の位置座標（自己位置）が既知なので、これらから求めることができる。以降は実施形態 1 で説明した手順と同様の手順により、作業車 1 0 から当該作業車 1 0 の進行方向の先に位置する仮想ライン 4 1 1 までの距離を算出する。

30

【 0 0 9 7 】

その他のステップは図 5 A 及び図 5 B で説明した処理と同様である。

【 0 0 9 8 】

以上説明したように、本実施形態では、マーカ情報として、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を取得し、当該マーカ位置情報と、作業車の自己位置情報及び方位情報とを使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う。

【 0 0 9 9 】

これにより、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報及び作業車の自己位置、方位を用いて作業車の動作を制御することができる。

40

【 0 1 0 0 】

（実施形態 3）

実施形態 3 では、作業エリアを規定するために配置されたマーカの位置情報を含む地図情報を作成し、ユーザへ提示する例を説明する。

【 0 1 0 1 】

システム構成及び自律作業機の構成については実施形態 1 で説明した構成と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 0 2 】

作業車 1 0 は、GPS センサ 4 8 及び方位センサ 4 6 を使用して自己位置及び方位の情報を取得しながら、カメラユニット 1 1 により撮影された画像から検出されたマーカまで

50

の距離情報を取得する。マーカまでの距離は実施形態1で説明した通り、視差のある画像に基づいて取得することができる。さらに、図7に示したような撮影画像の画像中心に対するマーカの位置から、カメラユニット11の撮影方向に対するマーカが存在する角度(例えば図6の角度 θ_1 や角度 θ_2)を求める。そして、作業車10の方位と、求めた角度とから、マーカが存在する方向を特定し、その方向に沿って、取得された距離情報が示す距離だけ先の位置座標をマーカ位置情報として取得する。作業車10は、作業を行いながら、マーカを検出するたびに、自己位置及び方位の情報と、マーカまでの距離情報及びマーカが存在する方向とを用いて、マーカの位置情報(位置座標)を算出する。そして、算出されたマーカの位置情報を地図上にプロットしていく。これにより、作業エリアを規定するために配置されたマーカの位置情報を含む地図情報を作成することができる。

10

【0103】

図9は、マーカの位置情報がプロットされた地図の一例である。901は地図であり、格子状に区切られた格子エリアとして規定されている。901a~901wは、それぞれプロットされたマーカの位置情報である。作業車10は、作業を行いながら、或いは、作業開始前に走行しながら、このような地図情報を作成して地図データベースとして記憶する。また、作成した地図情報をユーザへ提示してもよい。ユーザへの提示方法としては、作業車10に表示部が設けられている場合には、当該表示部に表示させることで提示してもよい。或いは、作業車10が、ユーザが所持する通信端末(例えばタブレットやスマートフォンなど)へ地図情報を送信し、通信端末の表示画面上で提示するようにしてもよい。

【0104】

20

以上説明したように、本実施形態では、作業エリアを規定するために配置されたマーカ位置を含む地図情報を作成し、ユーザへ提示する。これにより、ユーザは手作業で配置されたマーカに関する地図情報を取得することができる。従って、マーカの配置位置を後から手作業で調整して、より適切な作業エリアを規定し直すことも可能となる。

【0105】

なお、本実施形態の処理は、実施形態1や実施形態2と並行して行ってもよいし、これらとは独立して単独で実施してもよい。並行して行う場合、実施形態1や実施形態2の処理により取得された仮想ラインの情報と、実施形態3の処理により取得されたマーカの位置情報との少なくとも一方を地図情報に反映させ、それをユーザへ提示するようにしてもよい。

30

【0106】

上述の各実施形態では、自律作業機の一例として、芝刈機を例に説明を行ったが、芝刈機に限定されるものではない。例えば、自律型の除雪機、ゴルフボールの回収機、船外機など、他の種類の自律作業機に対しても本発明を適用することができる。

【0107】

<実施形態のまとめ>

1. 上記実施形態の自律作業機(例えば10)は、作業エリア内で作業する自律作業機であって、前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカ(例えば401a~401n)を検出する検出手段(例えば11、44a)と、前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段(例えば44a)と、前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ライン(例えば411、412、413)を設定する設定手段(例えば44a)と、前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段(例えば44a)と、を備える。

40

【0108】

この実施形態によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。例えば同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

50

【 0 1 0 9 】

2. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機が前記仮想ラインに到達するまでに要する時間を算出し、前記算出された前記時間に基づいて前記自律作業機を制御する。

【 0 1 1 0 】

この実施形態によれば、仮想ラインに到達するまでに要する時間が到来する前に、回避動作を行うことが可能となる。また、自己位置を認識するためのIMUやGPSセンサを使用せずに、逸脱を防止することができる。

【 0 1 1 1 】

3. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機の速度と、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離とに基づいて前記時間を算出する。

10

【 0 1 1 2 】

この実施形態によれば、仮想ラインに到達するまでに要する時間が到来する前に、回避動作を行うことが可能となる。また、自己位置を認識するためのIMUやGPSセンサを使用せずに、逸脱を防止することができる。

【 0 1 1 3 】

4. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記自律作業機の移動距離を計測する計測手段（例えばIMU、オドメトリ）をさらに備え、

20

前記制御手段は、

前記マーカ情報に基づいて前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離を算出し、当該算出された距離と、当該距離が算出された前記自律作業機の位置からの前記移動距離とに基づいて、前記自律作業機を制御する。

【 0 1 1 4 】

この実施形態によれば、途中でマーカが検出されなくなった場合であっても、自律作業機を制御することが可能となる。

【 0 1 1 5 】

5. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、

前記マーカ情報は、前記自律作業機からマーカまでの距離を示す距離情報を含み、

前記設定手段は、前記距離情報に基づいて前記仮想ラインを設定する。

30

【 0 1 1 6 】

この実施形態によれば、マーカまでの距離を示す距離情報を用いて仮想ラインを設定するので、マーカの位置情報が分からなくても仮想ラインを設定することが可能となる。

【 0 1 1 7 】

6. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、

前記マーカ情報は、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を含み、

前記設定手段は、前記マーカ位置情報に基づいて前記仮想ラインを設定する。

【 0 1 1 8 】

この実施形態によれば、マーカ位置情報を用いて仮想ラインを設定するので、マーカまでの距離情報を別途取得しなくても、仮想ラインを設定することが可能となる。

40

【 0 1 1 9 】

7. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、

マーカの特徴情報を格納する格納手段（例えば44c）をさらに備え、

前記特定手段は、前記格納手段に格納されたマーカの前記特徴情報と、前記検出手段により検出されたマーカの特徴とに基づいて、前記マーカ情報を特定する。

【 0 1 2 0 】

この実施形態によれば、マーカを認識し、そのマーカについてマーカ情報を取得することができる。

【 0 1 2 1 】

50

8. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が第1の閾値以下となった場合、前記自律作業機を停止、後退、又は旋回させる。

【0122】

この実施形態によれば、自律作業機が仮想ラインを超えて奥の領域へ逸脱することを防止できる。

【0123】

9. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値以下となった場合、前記仮想ラインへ向かう前記自律作業機を減速させる。

10

【0124】

この実施形態によれば、停止、後退、又は旋回の動作を行うよりも前の段階で、予め減速しておくことで、急停止、急停止からの急後退、或いは、急旋回といった急な動作を抑制することが可能となる。

【0125】

10. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記検出手段により検出された前記複数のマーカの中から2つのマーカを隣接マーカとして特定する隣接マーカ特定手段（例えば44a）をさらに備え、前記制御手段は、前記隣接マーカ特定手段により前記隣接マーカとして特定された前記2つのマーカ間に仮想ラインを設定する。

20

【0126】

この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されないの、作業が行われない領域の発生を防止することができる。

【0127】

11. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、マーカ間の距離が所定距離範囲内である2つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

【0128】

この実施形態によれば、マーカ間の距離が遠いマーカ同士を隣接するマーカと判定してしまうことを防止できる。

30

【0129】

12. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記隣接マーカ特定手段は、前記2つのマーカ（例えば、451b、451d）を結ぶラインよりも奥の領域に、前記検出手段により検出された他のマーカ（例えば451c）が存在する場合、前記2つのマーカは前記隣接マーカではないと特定する。

【0130】

この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されないの、作業が行われない領域の発生を防止することができる。

【0131】

13. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標（例えば431、432）を備えており、前記隣接マーカ特定手段は、第1のマーカ（例えば401m）の前記指標が指示する方向に存在する第2のマーカ（例えば431又は432）を前記隣接マーカとして特定する。

40

【0132】

この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

【0133】

14. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、

50

配置された各マーカに沿って前記自律作業機を走行させることにより前記自律作業機の軌跡情報（例えば図４Ｃの矢印に沿った軌跡）を取得する取得手段をさらに備え、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記軌跡情報と整合する２つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

【０１３４】

この実施形態によれば、軌跡情報と整合しない本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

【０１３５】

１５．上記実施形態の自律作業機（例えば１０）では、

前記作業エリアを含む地図上で指定された前記作業エリアの境界情報（例えば４７５、４７６）を取得する取得手段をさらに備え、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記境界情報と整合する２つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

【０１３６】

この実施形態によれば、境界情報と整合しない本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

【０１３７】

１６．上記実施形態の自律作業機（例えば１０）では、

前記境界情報は、前記作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報（例えば４７６）、又は、前記作業エリアの境界を示す境界線の情報（例えば４７５）である。

【０１３８】

この実施形態によれば、地図上で指定されたマーカの配置情報や境界線の情報を取得することができる。

【０１３９】

１７．上記実施形態の自律作業機（例えば１０）では、

前記複数のマーカは、前記作業エリアの外縁を規定する複数の第１の種類（例えば４８３）と、前記外縁の内部に含まれ且つ前記作業エリアから除外される内部領域を規定する複数の第２の種類（例えば４８４）とを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記第１の種類（例えば４８３）のマーカと、前記第２の種類（例えば４８４）のマーカとを前記隣接マーカではないとして特定する。

【０１４０】

この実施形態によれば、外縁を規定するマーカと、内部領域（アイランド）を規定するマーカとの間に仮想ラインが設定されることを防止できる。

【０１４１】

１８．上記実施形態の自律作業機（例えば１０）では、

前記複数のマーカは、第１の距離間隔で配置される複数の第１の種類（例えば４９１ａ～４９１ｅ）と、前記第１の距離間隔よりも短い第２の距離間隔で配置される複数の第２の種類（例えば４９２ａ～４９２ｆ）とを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数の第１の種類（例えば４９１）のマーカのうち、２つの第１の種類（例えば４９１）のマーカの間には前記第２の種類（例えば４９２）のマーカが存在する場合には、前記２つの第１の種類（例えば４９１）のマーカを前記隣接マーカとして特定する。

【０１４２】

この実施形態によれば、入り組んだ形状の領域においても、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。

【０１４３】

１９．上記実施形態の自律作業機（例えば１０）では、

前記自律作業機の走行経路を設定する経路設定手段をさらに備え、

前記経路設定手段は、前記走行経路上に前記仮想ラインが存在しないように前記走行経路を設定する。

【０１４４】

10

20

30

40

50

この実施形態によれば、どこか所定の位置へ向かう必要がある場合に、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。

【0145】

20．上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記走行経路は、ステーションまで帰還するための走行経路である。

【0146】

この実施形態によれば、自律作業機がステーションに帰還する際に、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。

【0147】

21．上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記自律作業機の現在位置を特定する位置特定手段（例えば48）をさらに備え、
前記制御手段は、前記仮想ラインの情報と、前記位置特定手段により特定された前記自律作業機の前記現在位置とに基づいて、前記自律作業機を制御する。

10

【0148】

この実施形態によれば、自律作業機が仮想ラインを超えて奥の領域に逸脱してしまうことを防止することができる。

【0149】

22．上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記マーカ位置情報（例えば901a～901w）と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方を、前記作業エリアの地図情報（例えば900）へ反映させる。

20

【0150】

この実施形態によれば、マーカ位置情報や仮想ラインの情報を反映した地図情報を作成することができる。

【0151】

23．上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザへ提示する。

【0152】

この実施形態によれば、作成した地図情報をユーザが認識することができる。

【0153】

24．上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザの通信端末（例えば470）へ送信する。

30

【0154】

この実施形態によれば、ユーザが所持する通信端末を介して、作成された地図情報を用意を確認することが可能となる。

【0155】

25．上記実施形態の自律作業機（例えば10）の制御方法は、
作業エリア内で作業する自律作業機の制御方法であって、
前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出工程と、
前記検出工程での検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定工程と、
前記特定工程で特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ラインを設定する設定工程と、
前記設定工程で設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御工程と、
を有する。

40

【0156】

この実施形態によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。例えば同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

50

【 0 1 5 7 】

26. 上記実施形態のプログラムは、
コンピュータを、上記実施形態の自律作業機として機能させるためのプログラムである。

【 0 1 5 8 】

この実施形態によれば、本発明に係る自律作業機をコンピュータにより実現することができる。

【 0 1 5 9 】

本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

10

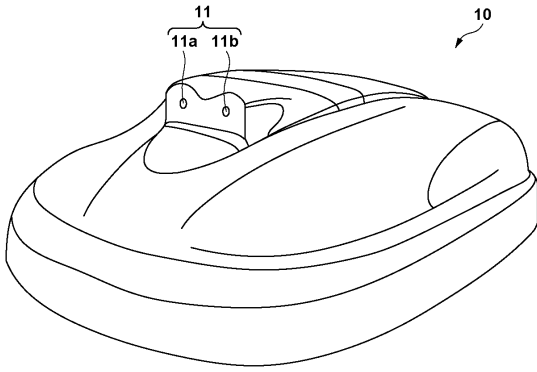
20

30

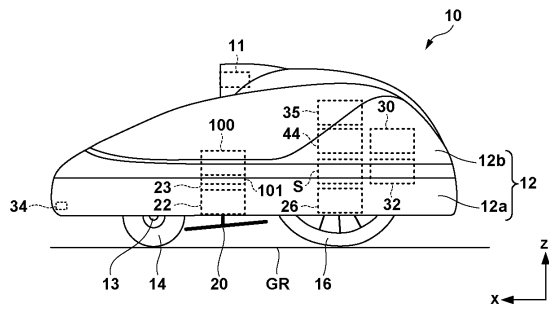
40

50

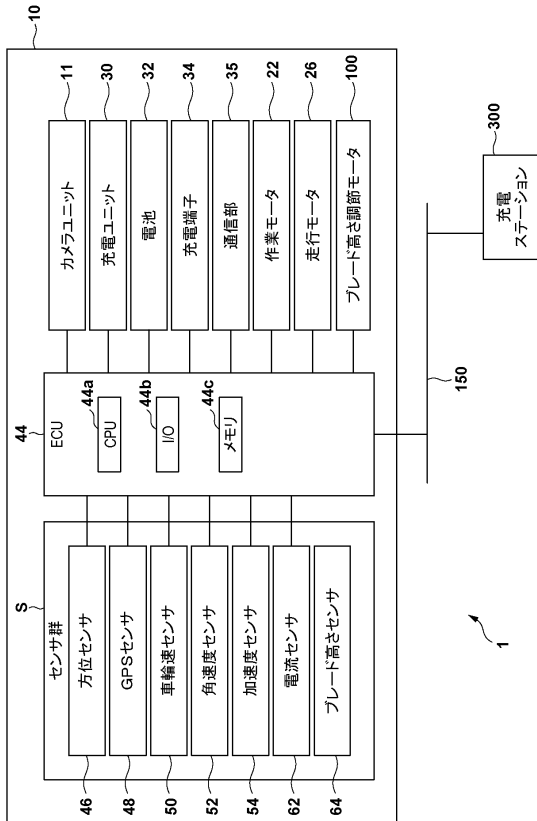
【図面】
【図 1】



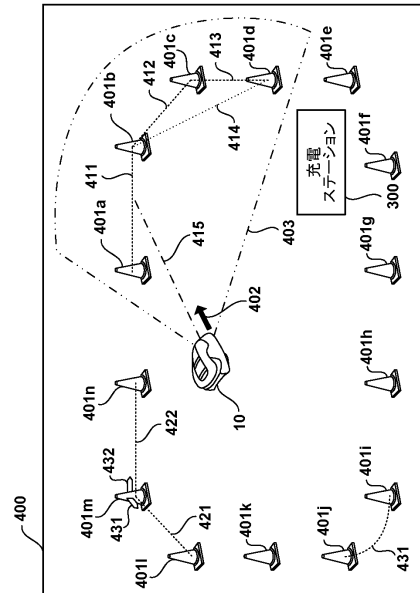
【図 2】



【図 3】



【図 4 A】



10

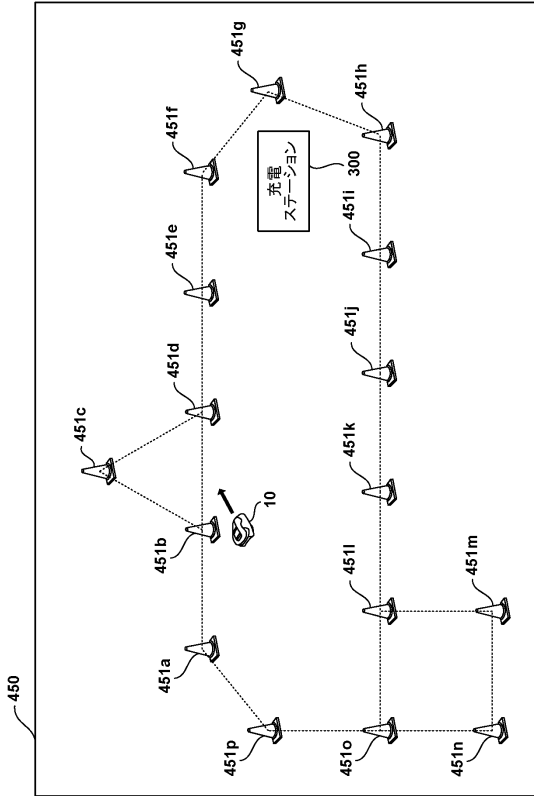
20

30

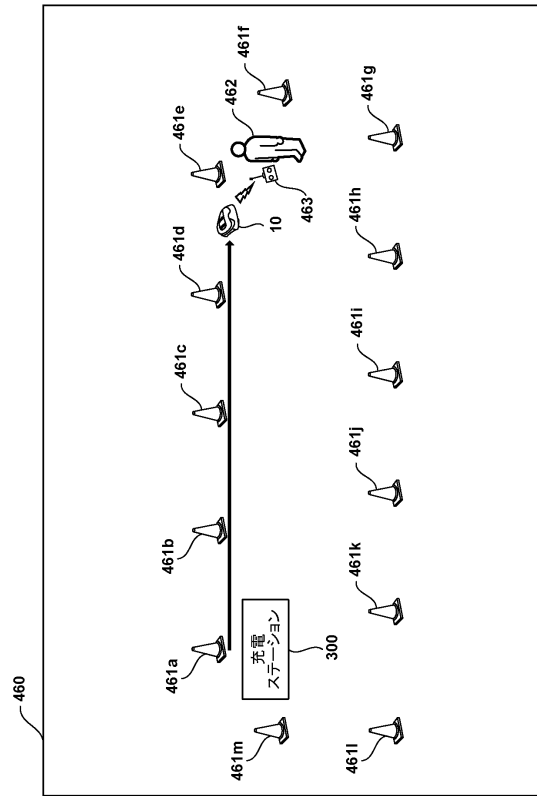
40

50

【図 4 B】



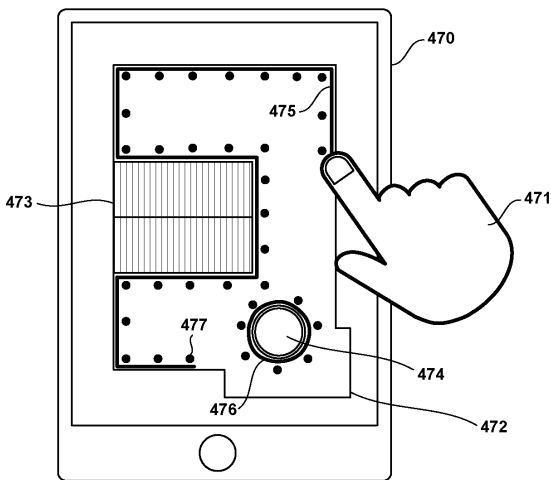
【図 4 C】



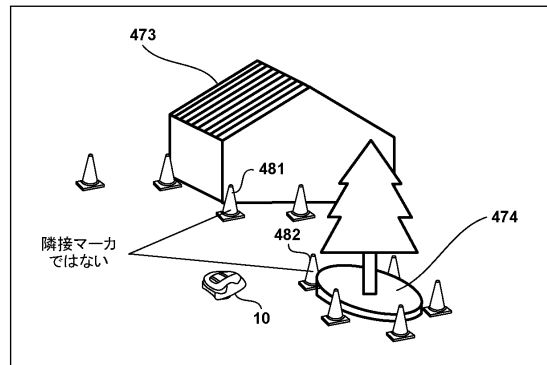
10

20

【図 4 D】



【図 4 E】

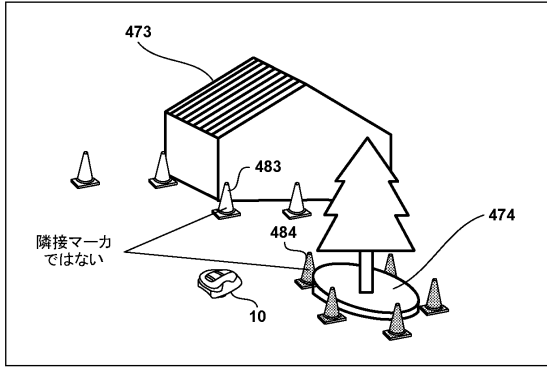


30

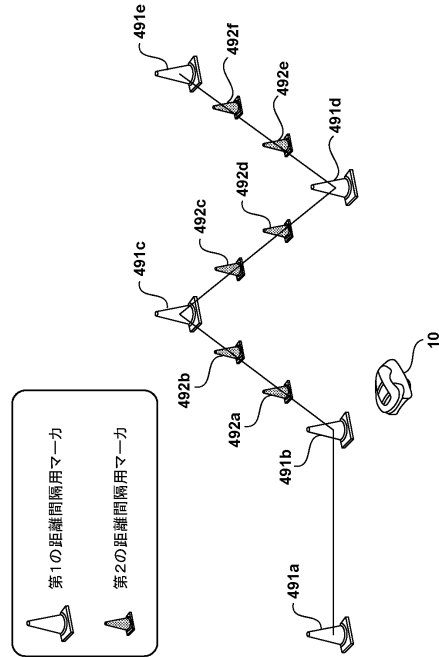
40

50

【 図 4 F 】



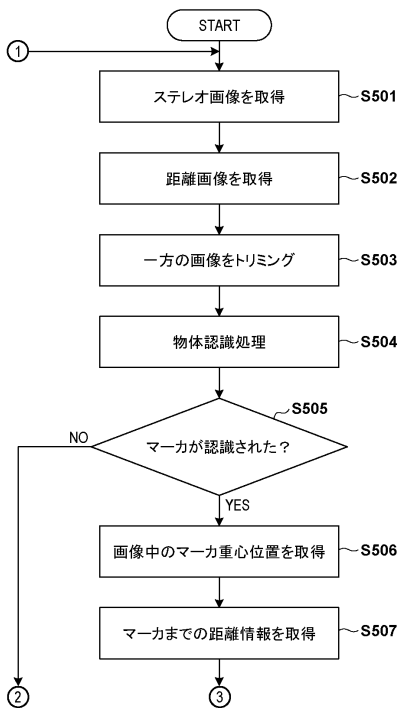
【 図 4 G 】



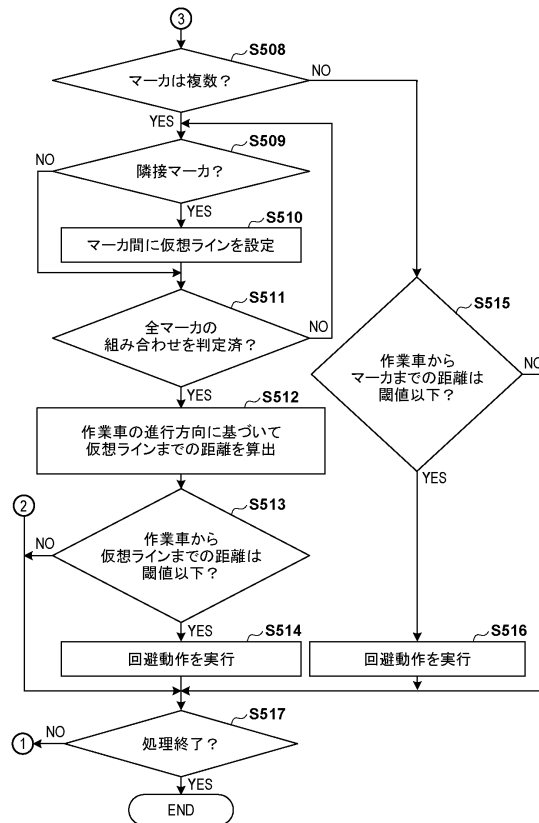
10

20

【 図 5 A 】



【 図 5 B 】

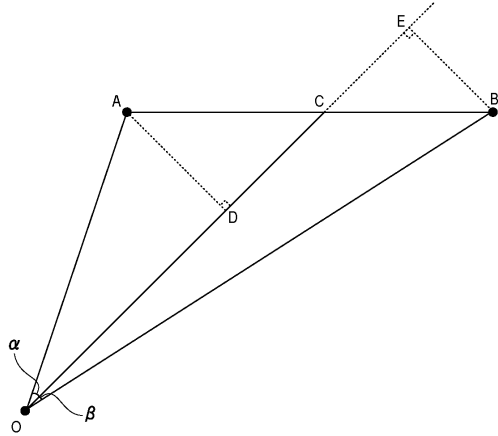


30

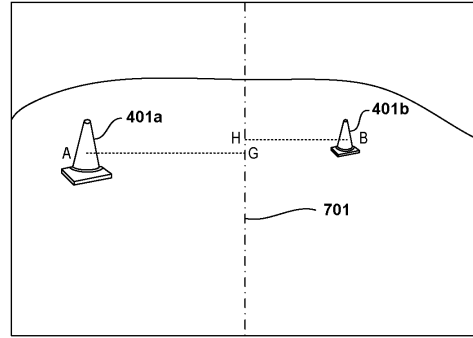
40

50

【図 6】

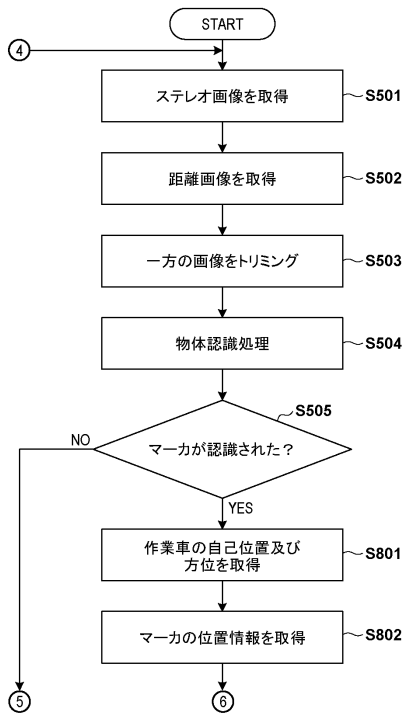


【図 7】

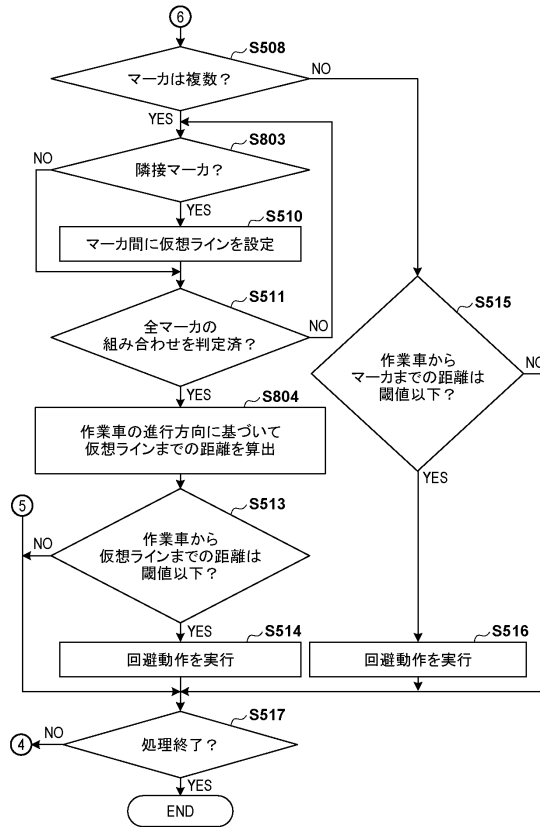


10

【図 8 A】



【図 8 B】



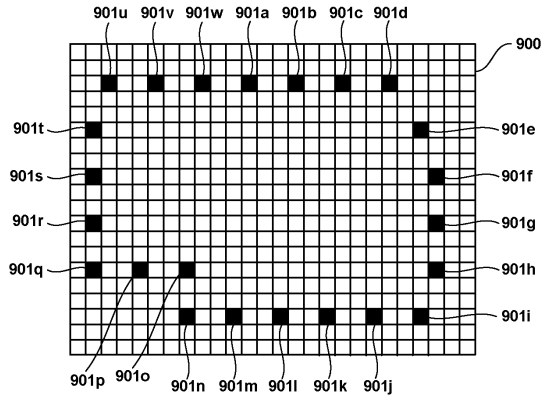
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内

審査官 白井 卓巳

- (56)参考文献 特開2017-091246(JP,A)
特開2017-158532(JP,A)
特開2016-186748(JP,A)
特開2008-065755(JP,A)
国際公開第2019/124225(WO,A1)
特開2017-107456(JP,A)
米国特許第09497901(US,B2)
国際公開第2017/187881(WO,A1)
米国特許出願公開第2016/0100522(US,A1)
米国特許出願公開第2016/0178382(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05D 1/00 - 1/02
G01C 21/34
B25J 5/00