

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6340812号
(P6340812)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 5 D 1/02 (2006.01)

G O 5 D 1/02

H

請求項の数 7 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2014-28512 (P2014-28512)
 (22) 出願日 平成26年2月18日(2014.2.18)
 (65) 公開番号 特開2015-153303 (P2015-153303A)
 (43) 公開日 平成27年8月24日(2015.8.24)
 審査請求日 平成28年12月19日(2016.12.19)

(73) 特許権者 000006297
 村田機械株式会社
 京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地
 (74) 代理人 110000202
 新樹グローバル・アイビー特許業務法人
 (72) 発明者 下本 英生
 京都府京都市伏見区竹田向代町136番地
 村田機械株式会社内

審査官 田村 耕作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律走行台車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行制御指令に従って走行する走行部と、

走行予定の走行経路上に設定された複数のサブゴール点と、前記複数のサブゴール点のそれぞれに到達する到達時刻とを関連付けて記憶した走行経路データを記憶する記憶部と、

前記走行経路データに基づいて自律的に前記走行経路を走行する再現走行モードの実行時に、前記再現走行モードの開始時からの経過時刻である自律走行経過時刻を、前記自律走行経過時刻の進行を所定の条件に基づいて調整しながら計数する自律走行経過時刻計数部と、

前記再現走行モードの実行時に、前記走行経路データにおいて前記自律走行経過時刻に対応する前記到達時刻の直後の到達時刻である目標到達時刻に関連付けて記憶されているサブゴール点に基づいて、前記自律走行経過時刻における再現走行制御指令を前記走行制御指令として算出する再現走行指令算出部と、

走行の障害となる障害物の位置を検出する検出部と、

前記再現走行モードの実行時に、前記障害物の位置に基づいて前記走行部の再現走行速度を調整する再現走行速度調整部と、

を備え、

前記自律走行経過時刻計数部は、前記再現走行速度調整部において調整された前記再現走行速度に基づいて、前記自律走行経過時刻の進行を調整する、

自律走行台車。

【請求項 2】

前記走行経路データは、前記複数のサブゴール点のそれぞれを通過している際の速度である教示速度を記憶し、

前記自律走行経過時刻計数部は、前記再現走行速度と現在位置に対応する前記サブゴール点に関連付けられた前記教示速度との比（再現走行速度 / 教示速度）に基づいて、前記自律走行経過時刻の進行を調整する、

請求項 1 に記載の自律走行台車。

【請求項 3】

前記再現走行指令算出部は、前記自律走行経過時刻が前記走行経路データにおける前記到達時刻に到達したときに、前記再現走行制御指令を算出する請求項 1 に記載の自律走行台車。

10

【請求項 4】

前記再現走行速度調整部が前記再現走行速度を 0 とした場合、前記自律走行経過時刻計数部は、前記自律走行経過時刻の計数を停止する、請求項 1 に記載の自律走行台車。

【請求項 5】

前記走行経路データは、前記複数のサブゴール点のそれぞれにおける前記走行部の速度を、前記複数のサブゴール点のそれぞれに関連付けて記憶している、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の自律走行台車。

【請求項 6】

20

操作者の操作により前記走行経路データを教示する手動操作教示モードの実行時に、前記手動操作教示モードの開始時からの時刻である教示経過時刻を計数する教示経過時刻計数部と、

前記手動操作教示モードの実行時に、操作者の操作により通過した走行経路上の教示サブゴール点と、前記教示サブゴール点を取得した時の前記教示経過時刻と、を関連づけて記憶して前記走行経路データを作製する教示データ作製部と、

をさらに備える請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の自律走行台車。

【請求項 7】

前記教示データ作製部は、前記教示サブゴール点における前記走行部の速度である教示速度を、前記教示サブゴール点と関連付けて前記走行経路データに記憶する、請求項 6 に記載の自律走行台車。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、指定した走行経路を自律的に再現走行する自律走行台車に関する。

【背景技術】

【0002】

これまで、操作者により教示された走行経路を、自律的に再現して走行する走行台車やロボットなどが知られている。例えば、特許文献 1 には、筐体に、床面上を移動させる走行駆動手段と、床面上における筐体の位置を検出する位置検出手段と、床面の清掃処理を行う清掃手段と、走行駆動手段及び清掃手段の操作の入力を受け付ける操作受付手段と、位置検出手段により検出される位置に基づく移動経路と該移動経路を該操作受付手段の受付内容に結びつけて記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶される記憶内容を読み出し該記憶内容に基づいて走行駆動手段及び清掃手段を作動させる制御手段とを設けてなる清掃ロボットが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 3 2 6 0 2 5 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の走行台車やロボットなどは、教示された走行経路を示す走行経路データに記憶された位置情報を所定の制御周期ごとに読み出し、読み出した位置情報に基づいて自律的に走行することにより、教示された走行経路を再現走行していた。このような走行台車やロボットは、走行経路を再現走行する際に、走行経路上に存在する障害物（特に、走行経路を教示するときには存在していなかった障害物）などにより、予定外の停止や減速などの走行条件の変更をすることがある。

【0005】

10

従来の走行台車やロボットなどは、速度を低下して走行している間及び停止している間も走行経路データを読み出し続けるため、走行条件の変更後において、読み出した走行経路データの位置情報と、実際の走行台車やロボットなどの位置とがずれてしまうことがあった。その場合、教示した走行経路を忠実に再現走行できなかった。

【0006】

また、従来の走行台車やロボットなどは、例えば、「一定時間停止する」であったり、「区間毎に異なる作業を行う」であったりといった時間の概念を含む作業を忠実に再現することが困難であった。

【0007】

本発明の課題は、自律走行台車において、時間の概念を含む走行を忠実に再現することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

本発明の一見地に係る自律走行台車は、走行部と、記憶部と、自律走行経過時刻計数部と、再現走行指令算出部と、を備える。走行部は、走行制御指令に従って走行する。記憶部は、走行経路データを記憶する。走行経路データは、複数のサブゴール点と到達時刻とを関連づけて記憶する。サブゴール点は、走行予定の走行経路上に設定された目標点である。到達時刻は、複数のサブゴール点のそれぞれに到達する時刻である。

30

【0009】

自律走行経過時刻計数部は、再現走行モードの実行時に、自律走行経過時刻を、自律走行経過時刻の進行を所定の条件に基づいて調整しながら計数する。再現走行モードは、走行経路データに基づいて、自律走行台車が自律的に走行するモードである。自律走行経過時刻は、再現走行モードの開始時からの経過時刻である。

再現走行指令算出部は、再現走行モードの実行時に、走行経路データにおいて目標到達時刻に関連づけて記憶されているサブゴール点に基づいて、自律走行経過時刻における再現走行制御指令を走行制御指令として算出する。目標到達時刻は、走行経路データにおいて、自律走行経過時刻に対応する到達時刻の直後の到達時刻である。

【0010】

40

上記の自律走行台車においては、走行予定の走行経路を走行経路データに基づいて走行中（すなわち、再現走行モードの実行中）に、自律走行経過時刻計数部が、自律走行経過時刻を、自律走行経過時刻の進行を所定の条件に基づいて調整しながら計数する。また、再現走行モードの実行中、再現走行指令算出部が、現在の自律走行経過時刻における再現走行制御指令を、走行経路データにおいて目標到達時刻に関連づけられて記憶されているサブゴール点に基づいて算出する。再現走行制御指令は走行制御指令として算出されているため、走行部は、算出された再現走行制御指令に基づいて、自律走行台車を走行させる。

【0011】

上記の自律走行台車において、自律走行経過時刻の進行速度が所定の条件に従って調整

50

可能となっている。また、現時点の再現走行制御指令が、自律走行経過時刻の直後の時刻に対応する到達時刻に関連づけられたサブゴール点に基づいて算出されている。これにより、再現走行指令算出部は、計数された自律走行経過時刻と走行経路データ中の到達時刻とを比較して、適切なサブゴール点を次の到達目標点として選択できる。その結果、自律走行台車は忠実に走行予定の走行経路を再現走行できる。

【0012】

また、走行経路データには、サブゴール点と到達時刻とが関連づけられて記憶されている。従って、例えば、一定時間停止するといった時間の概念を含む操作を走行経路データに記憶できる。そして、再現走行モードの実行時に、自律走行台車がこのような走行経路データを忠実に再現することにより、走行経路データに示された走行経路を忠実に再現しつつ、時間の概念を有する走行を忠実に再現できる。

10

【0013】

再現走行指令算出部は、自律走行経過時刻が走行経路データにおける到達時刻に到達したときに、再現走行制御指令を算出してもよい。これにより、走行経路データに示された到達時刻に対応する時刻にて、再現走行制御指令を更新できる。

【0014】

自律走行台車は、検出部と再現走行速度調整部とをさらに備えていてもよい。検出部は、走行の障害となる障害物の位置を検出する。再現走行速度調整部は、再現走行モードの実行時に、障害物の位置に基づいて走行部の再現走行速度を調整する。再現走行速度は、再現走行モードの実行時の自律走行台車の速度である。

20

また、自律走行経過時刻計数部は、再現走行速度調整部において調整された再現走行速度に基づいて、自律走行経過時刻の進行を調整する。

これにより、再現走行モードの実行時に、障害物が検出された場合に、自律走行台車は、速度を調整して走行経路を走行できる。また、再現走行速度に基づいて単位経過時間を調整することにより、自律走行台車の再現走行速度が、走行経路データに示されていない変化をした場合に、自律走行経過時刻の進行速度を再現走行速度に基づいて変更できる。

その結果、再現走行指令算出部は、計数された自律走行経過時刻と走行経路データ中の到達時刻とを比較して、適切なサブゴール点を次の到達目標点として選択できる。

【0015】

再現走行速度調整部が再現走行速度を0とした場合、自律走行経過時刻計数部は、自律走行経過時刻の計数を停止してもよい。これにより、自律走行台車が停止（再現走行速度＝0）後走行を開始するときには、本来の到達目標点とは異なるサブゴール点を走行経路データから読み出しにくくできる。

30

【0016】

走行経路データは、複数のサブゴール点のそれぞれにおける走行部の速度を、複数のサブゴール点のそれぞれに関連付けて記憶してもよい。これにより、再現走行指令算出部は、走行経路データに示された各サブゴール点に関連づけられた自律走行台車の速度に基づいて、再現走行制御指令を算出できる。

【0017】

自律走行台車は、教示経過時刻計数部と、教示データ作製部とをさらに備えていてもよい。教示経過時刻計数部は、手動操作教示モードの実行時に、教示経過時刻を計数する。手動操作教示モードは、操作者による操作により走行経路データを教示するモードである。教示経過時刻は、手動操作教示モードの開始時からの時刻である。

40

教示データ作製部は、教示サブゴール点と、教示サブゴール点を取得した時の教示経過時刻と、を関連付けて記憶して走行経路データを作製する。教示サブゴール点は、操作者の操作により通過した走行経路上の位置を表す点である。

これにより、操作者の操作による自律走行台車の時間の概念を含む操作を、走行経路データとして記憶できる。

【0018】

教示データ作製部は、教示速度を教示サブゴール点と関連付けて走行経路データに記憶

50

してもよい。教示速度は、教示サブゴール点における走行部の速度である。これにより、教示データ作製部は、走行経路を教示する際の実際の自律走行台車の速度を、走行経路データに記憶できる。

【発明の効果】

【0019】

自律走行台車において、時間の概念を含む作業と走行予定の走行経路とを忠実に再現できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】自律走行台車の全体構成を示す図。

10

【図2】操作部の構成を示す図。

【図3】制御部の全体構成を示す図。

【図4】経過時刻計数部の構成を示す図。

【図5】モータ駆動部の構成を示す図。

【図6A】自律走行台車の基本動作を示すフローチャート。

【図6B】走行経路データの取得方法を示すフローチャート。

【図6C】走行経路の再現走行方法を示すフローチャート。

【図7A】走行経路データ単位の一例を示す図。

【図7B】走行経路データの一例を示す図。

【図8】走行経路データに示されたサブゴール点、及び、サブゴール点に関連づけられている速度及び到達時刻の関係を模式的に示した図。

20

【図9】再現走行の一例を模式的に示した図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

1. 第1実施形態

(1) 自律走行台車の全体構成

まず、本実施形態に係る自律走行台車100の全体構成について、図1を用いて説明する。図1は、自律走行台車の全体構成を示す図である。自律走行台車100は、台車部1と、走行部2と、検出部3と、操作部5と、制御部7と、を備える。台車部1は、自律走行台車100の本体を構成する。走行部2は、台車部1に搭載されている。走行部2は、走行制御指令（後述）に従って走行することにより、台車部1を走行させる。検出部3は、制御部7（後述）に信号送受信可能に接続されている。そして、検出部3は、障害物（人や他の台車などの走行障害物、荷物などの仮置き障害物）及び走行経路にある壁などを検出し、障害物及び壁などの位置情報を制御部7に出力する。操作部5は、台車部1の上部後方側に取付部材9を介して固定されている。また、操作部5は、制御部7に信号送受信可能に接続されている。操作部5は、操作者が自律走行台車100を操作することにより移動平面を手動走行させながら走行経路を教示するとき（手動操作教示モードの実行時）、操作者により操作される。これにより、自律走行台車100の走行モードが手動操作教示モードの実行時に、自律走行台車100は、操作者による操作部5の操作に基づいて制御される。また、操作部5は、自律走行台車100の各種設定を行う。

30

40

【0022】

制御部7は、走行部2のモータ23a、23b（後述）に電氣的に接続されている。また、制御部7には、検出部3が信号送受信可能に接続されている。制御部7は、手動操作教示モードの実行時には、操作者による操作部5の操作に基づいて、操作走行制御指令を走行制御指令として作成し、走行部2のモータ23a、23bを制御する。

一方、走行経路を自律的に走行する再現走行モードの実行時には、制御部7は、手動操作教示モードの実行時において教示された走行経路を表す走行経路データ500（後述）に基づいて、再現走行制御指令（後述）を走行制御指令として作成し、走行部2のモータ23a、23bを制御する。

【0023】

50

また、制御部 7 は、再現走行モードの実行時において、所定の条件に基づいて自律走行経過時刻の進行を調整している。ここで、「時刻の進行」とは、時刻が進んでいく速度のことである。従って、自律走行経過時刻の進行は、必ずしも、実時間（実時刻）とは同一とはならない。そして、本実施形態の制御部 7 は、進行が調整された自律走行経過時刻と走行経路データ 5 0 0 に示された到達時刻（後述）とを比較して到達目標点を決定し、決定した到達目標点に基づいて、再現走行制御指令を作成している。

【 0 0 2 4 】

さらに、制御部 7 は、検出部 3 から得られる信号（後述）に基づいて、障害物及び壁などの位置情報を把握する。また、制御部 7 は、障害物及び壁などの位置情報に基づき、移動平面（走行環境）における自律走行台車 1 0 0 の位置を把握する。また、制御部 7 は、検出部 3 から得られる信号に基づいて、走行経路上、あるいは、走行経路に侵入してくる（と予測される）、走行の障害となる走行障害物および仮置き障害物を把握する。そして、再現走行モードの実行時において、走行障害物などの未知の障害物が検出された場合には、再現走行中の自律走行台車 1 0 0 の速度（再現走行速度）が調整される。

なお、自律走行台車 1 0 0 の走行部 2、検出部 3、操作部 5、及び制御部 7 の構成の詳細については、後述する。

【 0 0 2 5 】

自律走行台車 1 0 0 は、補助輪部 8 をさらに備える。補助輪部 8 は、2 つの補助車輪 8 a、8 b を有する。2 つの補助車輪 8 a と 8 b は、それぞれが独立に回転可能のように台車部 1 の後方底部に取り付けられている。補助輪部 8 を備えることにより、自律走行台車 1 0 0 は安定に、かつ、スムーズに移動できる。

【 0 0 2 6 】

（ 2 ）走行部の構成

次に、走行部 2 の構成について図 1 を用いて詳細に説明する。走行部 2 は、2 つの主輪 2 1 a、2 1 b と、2 つのモータ 2 3 a、2 3 b と、を有する。主輪 2 1 a、2 1 b は、台車部 1 の略中央部の底部に設置されている。

また、主輪 2 1 a、2 1 b は、それぞれ、モータ 2 3 a、2 3 b の出力回転軸に接続されている。これにより、主輪 2 1 a はモータ 2 3 a の回転に従って回転し、主輪 2 1 b はモータ 2 3 b の回転に従って回転する。すなわち、主輪 2 1 a 及び主輪 2 1 b は、お互いに独立に回転可能となっている。そのため、主輪 2 1 a の回転速度と主輪 2 1 b の回転速度に差を持たせることにより、台車部 1（自律走行台車 1 0 0）の進行方向（向き）を変更できる。

【 0 0 2 7 】

モータ 2 3 a、2 3 b は、制御部 7 に電氣的に接続されている。モータ 2 3 a、2 3 b はそれぞれ、制御部 7 のモータ駆動部 7 5（図 3）により、独立して制御可能となっている。従って、モータ 2 3 a、2 3 b は、それぞれ独立に、任意の回転数で正逆に回転できる。その結果、主輪 2 1 a、2 1 b は、それぞれ独立に、回転数の制御が可能である。

モータ 2 3 a、2 3 b としては、たとえば、サーボモータ及び / 又はブラシレスモータなどの電動モータを用いることができる。

【 0 0 2 8 】

（ 3 ）検出部の構成

次に、検出部 3 の構成について、図 1 を用いて説明する。検出部 3 は、自律走行台車 1 0 0 の走行経路周辺の障害物（走行障害物など）及び壁などを検出し、障害物及び壁などの位置情報を出力する。そのため、検出部 3 は、前方検出器 3 1 と、後方検出器 3 3 と、を有する。前方検出器 3 1 は、自律走行台車 1 0 0 の前方にある障害物及び壁などを検出する。後方検出器 3 3 は、自律走行台車 1 0 0 の後方にある障害物及び壁などを検出する。また、前方検出器 3 1 と後方検出器 3 3 は、自律走行台車 1 0 0 と障害物及び壁などとの間の距離及び、自律走行台車 1 0 0 から見た障害物及び壁などが存在する方向に関する情報などを含む信号を出力する。これにより、検出部 3 は、自律走行台車 1 0 0 から見た障害物及び壁などの相対的な位置情報を、制御部 7 に出力できる。

検出部 3 の前方検出器 3 1 及び後方検出器 3 3 としては、例えば、その検出範囲として 180° 以上で射程距離 4 m 以上のレーザレンジファインダ (Laser Range Finder、LRF) などを用いることができる。

【0029】

前方検出器 3 1 及び後方検出器 3 3 の射程距離が 4 m 以上であることにより、より離れた位置にある障害物を検知できる。これにより、自律走行台車 100 において、より早い段階において、自律走行台車 100 の速度を低減するか、又は、停止するかを判断できる。

なお、上記の射程距離は、4 m 以上に限られず、自律走行台車 100 の走行速度 (最高速度) 等により、適宜適切な射程距離を選択できる。

【0030】

(4) 操作部の構成

次に、操作部 5 の構成について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、操作部の構成を示す図である。操作部 5 は、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b と、設定部 5 3 と、表示部 5 5 と、インターフェース 5 7 と、筐体 5 9 と、を備える。

操作ハンドル 5 1 a、5 1 b は、それぞれ、筐体 5 9 の左右に回動可能に取り付けられている。また、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b は、インターフェース 5 7 と信号送受信可能に接続されている。これにより、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量 (操作量) 及び回動方向は、インターフェース 5 7 において電気信号に変換され、制御部 7 に入力される。そして、制御部 7 に入力された操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量及び回動方向に基づき、操作走行制御指令が作成され、作成された操作走行制御指令を走行制御指令として、走行部 2 のモータ 2 3 a、2 3 b が制御される。

また、操作ハンドル 5 1 a を進行方向への走行速度を指示するための入力インターフェースとし、操作ハンドル 5 1 b を操舵角を指示するための入力インターフェースとしてもよい。

【0031】

これにより、操作者は、手動操作教示モードの実行時に操作ハンドル 5 1 a、5 1 b を操作することにより、自律走行台車 100 に所望の走行経路を走行させることができる。

【0032】

設定部 5 3 は、インターフェース 5 7 に接続されている。設定部 5 3 は、自律走行台車 100 の走行モードを、再現走行モード、又は、手動操作教示モードのいずれかに切り替える。そして、設定部 5 3 において設定された走行モードが、インターフェース 5 7 を介して、制御部 7 の切替部 7 7 (図 3) に入力される。また、設定部 5 3 は、自律走行台車 100 のその他の各種設定を設定可能となってもよい。

設定部 5 3 は、例えば、自律走行台車 100 の走行モード及び各種設定などを行うためのスイッチ又は / 及びキーボードなどにより構成できる。又は、設定部 5 3 は、タッチパネルとして構成され、表示部 5 5 と一体に形成されていてもよい。

【0033】

表示部 5 5 は、インターフェース 5 7 に接続されている。表示部 5 5 は、インターフェース 5 7 を介して、制御部 7 から自律走行台車 100 の各種設定などの情報を、読み出して表示する。表示部 5 5 としては、液晶ディスプレイなどのディスプレイを用いることができる。また、上記のように、設定部 5 3 と表示部 5 5 とを一体に形成する場合は、表示部 5 5 (と設定部 5 3) として、タッチパネル機能付きディスプレイを用いることができる。

【0034】

インターフェース 5 7 は、制御部 7 に接続されている。インターフェース 5 7 は、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量、回動方向、及び設定部 5 3 のスイッチ及び / 又はキー入力などを電気信号に変換し、制御部 7 へ出力する。また、インターフェース 5 7 は、操作者の指示などに応じて、制御部 7 から自律走行台車 100 に関する情報を読み出して、表示部 5 5 に表示する。

従って、インターフェース 57 としては、マイコンボードを用いることができる。マイコンボードは、例えば、操作ハンドル 51a、51b の回動量、回転方向、及び設定部 53 における設定状態を電気信号に変換する信号変換器と、表示部 55 に情報を表示するための表示部駆動回路と、制御部 7 と信号を送受信するための通信インターフェースと、を備えている。

【0035】

(5) 制御部の構成

I. 制御部の全体構成

次に、制御部 7 の全体構成について図 3 を用いて説明する。図 3 は、制御部の全体構成を示す図である。

なお、制御部 7 は、CPU (Central Processing Unit) と、ハードディスク装置と、ROM (Read Only Memory) と、RAM (Random Access Memory) と、記憶媒体読み出し装置などにより構成される記憶装置と、信号変換を行うインターフェースなどと、を備えたマイコンシステムなどのコンピュータにより実現できる。

【0036】

また、以下に示す制御部 7 の各部の機能の一部又は全部は、上記マイコンシステムなどのコンピュータにおいて実行可能なプログラムとして実現されていてもよい。さらに、当該プログラムは、マイコンボードの記憶装置に記憶されていてもよい。又は、制御部 7 の各部の機能の一部又は全部は、カスタム IC などにより実現されていてもよい。

【0037】

制御部 7 は、教示データ作製部 71 と、位置推定部 72 と、記憶部 73 と、経過時刻計数部 74 と、モータ駆動部 75 と、障害物情報取得部 76 と、切替部 77 と、を有する。

【0038】

教示データ作製部 71 は、手動操作教示モードの実行時に、操作者が操作部 5 を用いて自律走行台車 100 を操作することにより通過した位置に関する情報を所定の時刻毎に取得する。そして、教示データ作製部 71 は、当該位置に関する情報を、自律走行台車 100 が走行する移動平面を表現した座標系 (以後、移動座標と呼ぶことにする) 上の座標値に変換する。さらに、教示データ作製部 71 は、座標変換された位置に関する情報と、当該位置に関する情報を取得したときの教示経過時間とを関連づけて記憶部 73 (後述) に記憶する。

ここで、上記の位置に関する情報は、走行予定の走行経路上に設定された通過すべき目標点である。従って、上記の位置に関する情報のことを、「教示サブゴール点」又は「サブゴール点」と呼ぶことにする。

【0039】

また、教示データ作製部 71 は、手動操作教示モードの実行時に、自律走行台車 100 の走行開始位置から、操作者が自律走行台車 100 の走行を終了させる (手動操作教示モードの終了、あるいは、走行終了位置に到達する) まで、教示サブゴール点の取得を継続する。この結果、教示データ作製部 71 は、走行開始位置から走行終了位置までに取得した複数の教示サブゴール点の集合体と、複数の教示サブゴール点のそれぞれに関連づけられた教示経過時刻の集合体とを、記憶部 73 に記憶できる。

【0040】

このように、手動操作教示モードの実行時に、操作者の操作により自律走行台車 100 が通過した位置を座標値 (教示サブゴール点) の集合体として取得し記憶することにより、操作者の操作により教示された自律走行台車 100 の走行経路を記憶部 73 に記憶できる。従って、教示データ作製部 71 が取得した教示サブゴール点の集合体と、複数の教示サブゴール点のそれぞれに関連づけられている教示経過時刻の集合体とを記憶したデータのことを、「走行経路データ」と呼ぶことにする。また、複数の教示サブゴール点のそれぞれに関連づけられている教示経過時刻のことを「到達時刻」と呼ぶ。さらに、走行経路データ 500 に記憶されている教示サブゴール点のことを単に「サブゴール点」と呼ぶこ

10

20

30

40

50

ともある。

【0041】

また、走行経路データ500に、手動操作教示モードの実行時に自律走行台車100が通過した位置に関する情報（教示サブゴール点、又は、サブゴール点）と、教示サブゴール点を取得した教示経過時刻（到達時刻）とが関連づけられて記憶されることにより、走行経路データ500に位置に関する情報だけでなく、時刻に関する情報も記憶できる。

その結果、再現走行モードの実行時に、教示された走行経路を再現走行する際、再現走行指令算出部753（図5）は、自律走行経過時刻（後述）と走行経路データ500中の到達時刻とを比較しつつ、走行経路データ500中のどの教示サブゴール点（サブゴール点）を、次の走行目標のサブゴール点とするべきかを適切に選択できる。

10

【0042】

また、教示データ作製部71は、教示サブゴール点を取得するときに、当該教示サブゴール点における自律走行台車100の速度（教示速度）を取得し、教示速度と教示サブゴール点とを関連づけて、記憶部73に記憶する。この場合、走行経路データ500は、教示サブゴール点（サブゴール点）の集合体と、到達時刻の集合体と、教示速度の集合体とにより構成される。

【0043】

このように、走行経路データ500に（教示）サブゴール点における（教示）速度をサブゴール点に関連づけて記憶することにより、手動操作教示モードの実行時において、走行経路を教示する際の実際の自律走行台車100の速度を、走行経路データ500として記憶できる。また、再現走行モードの実行中に、各サブゴール点を通過する際の速度を走行経路データ500から参照できる。

20

【0044】

また、走行経路データ500に（教示）サブゴール点における（教示）速度をサブゴール点に関連づけて記憶することにより、例えば、一定時間停止するといった時間の概念を含む走行を走行経路データ500に記憶できる。そして、再現走行モードの実行時に、自律走行台車100がこのような走行経路データ500を忠実に再現することにより、走行経路データ500に示された走行経路を忠実に再現しつつ、時間の概念を有する走行を忠実に再現できる。

【0045】

30

なお、上記の教示サブゴール点における自律走行台車100の速度である教示速度は、例えば、操作部5の回動量及び／又は回動方向から算出される操作走行制御指令（後述）に基づいて算出される。その他、単位時間当たりのモータ23a、23b又は主輪21a、21bの回転量からも教示速度を算出できる。さらに、位置推定部72（後述）において推定された自律走行台車100の位置の単位時間当たりの変化から教示速度を算出してもよい。

【0046】

位置推定部72は、走行環境（移動平面上）における台車部1（自律走行台車100）の位置を所定の時間毎に推定する。位置推定部72は、例えば、SLAM（Simultaneous Localization And Mapping）法などを用いて、自律走行台車100の移動平面上における位置を推定できる。

40

【0047】

位置推定部72は、検出部3において取得された自律走行台車100から見た障害物及び／又は壁などの相対的な位置情報を、移動座標上の座標値へと変換する。そして、位置推定部72は、検出部3の前方検出器31及び後方検出器33が検出した障害物及び／又は壁などの位置情報に基づいて、自律走行台車100の周囲の移動平面の地図情報（ローカルマップと呼ぶことにする）を作成する。また、位置推定部72は、移動平面の地図情報（環境地図と呼ぶことにする）を記憶部73に記憶している。そして、位置推定部72は、環境地図とローカルマップとを比較して、自律走行台車100が移動平面のどの位置に存在するかを推定する。

50

【 0 0 4 8 】

また、位置推定部 7 2 は、モータ 2 3 a、2 3 b の回転数に基づいても、自律走行台車 1 0 0 の位置を推定できるようになっている（デッドレコニング）。そのため、モータ 2 3 a、2 3 b の出力回転軸には、それぞれ、軸の回転数を測定する装置が取り付けられている。本実施形態においては、モータ 2 3 a、2 3 b の出力回転軸には、それぞれ、エンコーダ 2 3 1 a、2 3 1 b（図 5）が取り付けられている。このように、検出部 3 による位置推定と、モータ 2 3 a、2 3 b の回転数に基づいた位置推定とを組み合わせることにより、互いの位置推定結果を相互補完できる。その結果、検出部 3 のみ、又は、モータ 2 3 a、2 3 b の回転数のみに基づく位置推定よりも、さらに精度のよい位置の推定ができる。

10

【 0 0 4 9 】

記憶部 7 3 は、制御部 7 がマイコンシステムにより実現されている場合は、マイコンシステムなどのコンピュータの記憶装置（あるいは、記憶装置の記憶領域の一部）に対応するものである。記憶部 7 3 は、自律走行台車 1 0 0 の各種設定、走行経路データ 5 0 0、障害物（走行障害物など）及び壁などの位置情報、などの情報を記憶する。また、制御部 7 の各部の機能の一部又は全部が上記コンピュータにより実行可能なプログラムにより実現されているとき、記憶部 7 3 は、当該プログラムを記憶してもよい。

【 0 0 5 0 】

経過時刻計数部 7 4 は、自律走行台車 1 0 0 において用いる各種経過時刻を計数する。本実施形態において、経過時刻としては、自律走行経過時刻（後述）と教示経過時刻とが存在する。自律走行経過時刻は、自律走行台車 1 0 0 において再現走行モードが実行中に計数される時刻であり、再現走行モード開始時（再現走行モードの実行が開始された時点）からの経過時刻である。一方、教示経過時刻は、自律走行台車 1 0 0 において手動操作教示モードが実行中に計数される時刻であり、手動操作教示モード開始時（手動操作教示モードの実行が開始された時点）からの経過時刻である。

20

なお、経過時刻計数部 7 4 の詳細な構成及び動作については、後述する。

【 0 0 5 1 】

モータ駆動部 7 5 は、モータ 2 3 a、2 3 b に接続されている。これにより、モータ駆動部 7 5 は、モータ 2 3 a、2 3 b を制御できる。

モータ駆動部 7 5 は、操作部 5 と信号送受信可能に接続され、手動操作教示モードの実行時には、操作部 5 の操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量及び / 又は回動方向に基づき、操作走行制御指令を作成する。そして、モータ駆動部 7 5 は、操作走行制御指令を走行制御指令として、モータ 2 3 a、2 3 b を制御する。

30

【 0 0 5 2 】

一方、再現走行モードの実行時には、モータ駆動部 7 5 は、記憶部 7 3 に記憶された走行経路データ 5 0 0 に基づいて、再現走行制御指令を作成する。そして、モータ駆動部 7 5 は、再現走行制御指令を走行制御指令として、モータ 2 3 a、2 3 b を制御する。

なお、モータ駆動部 7 5 の詳細な構成及び動作については、後述する。

【 0 0 5 3 】

障害物情報取得部 7 6 は、検出部 3 の前方検出器 3 1 と後方検出器 3 3 とに信号送受信可能に接続されている。障害物情報取得部 7 6 は、前方検出器 3 1 と後方検出器 3 3 とから出力される信号に基づき、障害物及び壁などの位置情報を取得する。そして、障害物情報取得部 7 6 は、必要に応じて、障害物及び壁などの位置情報を記憶部 7 3 に記憶する。このとき、障害物情報取得部 7 6 は、位置推定部 7 2 に障害物及び壁などの位置情報を出力してもよい。そして、位置推定部 7 2 が、障害物及び壁などの位置情報を移動座標上の座標値に変換して、障害物及び壁などの位置情報を記憶部 7 3 に記憶してもよい。

40

【 0 0 5 4 】

また、障害物情報取得部 7 6 は、再現走行速度調整部 7 5 9（図 5）と信号送受信可能となっている。そのため、障害物情報取得部 7 6 は、再現走行モードの実行時に、自律走行の障害となる走行障害物の位置に関する情報を、再現走行速度調整部 7 5 9 へと送信で

50

きる。

【 0 0 5 5 】

切替部 7 7 は、操作部 5 の設定部 5 3 における走行モードの設定状態に基づいて、自律走行台車 1 0 0 の走行モードを、再現走行モード、又は、手動操作教示モードのいずれかに切り替えて設定する。そして、制御部 7 の各部は、必要に応じて、切替部 7 7 において設定された走行モードを参照可能となっている。

【 0 0 5 6 】

ⅠⅠ．経過時刻計数部の構成

次に、経過時刻計数部 7 4 の構成について図 4 を用いて説明する。図 4 は、経過時刻計数部の構成を示す図である。経過時刻計数部 7 4 は、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 と、教示経過時刻計数部 7 4 3 と、を有する。

10

自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、再現走行モードの実行時に、自律走行経過時刻を計数する。自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、自律走行経過時間の進行を所定の条件に基づいて調整しながら自律走行経過時刻を計数する。

【 0 0 5 7 】

具体的には、再現走行モードの実行中に、自律走行台車 1 0 0 の速度（再現走行速度）が走行経路データ 5 0 0 に示された教示速度よりも小さくなった場合には、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、自律走行経過時間の進行を実時間よりも遅らせる。

一方、再現走行モードの実行中に自律走行台車 1 0 0 が、走行経路データ 5 0 0 に示されていない停止を実行した場合には、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、自律走行経過時刻の計数を停止する。

20

【 0 0 5 8 】

このように、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 が、再現走行モードの実行時に、所定の条件（例えば、走行経路データ 5 0 0 には示されていない予定外の減速や停止など）に基づいて自律走行経過時刻の進行を調整することにより、再現走行指令算出部 7 5 3 は、自律走行経過時刻と走行経路データ 5 0 0 中の到達時刻とを比較して、適切なサブゴール点を次の到達目標点として選択できる。その結果、自律走行台車 1 0 0 は、忠実に走行経路データ 5 0 0 に示された走行経路を再現走行できる。

【 0 0 5 9 】

後述するように、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、単位経過時間を後述の制御タイミング毎に累積加算することにより自律走行経過時刻を計数する。単位経過時間とは、自律走行経過時刻の進行速度を決定するものである。本実施形態においては、単位経過時間は、調整された再現走行速度に基づいて調整される。

30

【 0 0 6 0 】

教示経過時刻計数部 7 4 3 は、手動操作教示モードの実行時に、教示経過時刻を計数する。教示経過時刻計数部 7 4 3 は、例えば、手動操作教示モードの開始時から所定の単位時間を累積加算することにより、教示経過時刻を計数する。所定の単位時間としては、例えば、モータ駆動部 7 5 におけるモータ 2 3 a、2 3 b の制御周期を用いることができる。その他、制御部 7 を構成するコンピュータシステムのクロック周期、又は、コンピュータシステムにて用いられている時刻を、上記の単位時間として用いることもできる。

40

【 0 0 6 1 】

ⅠⅠⅠ．モータ駆動部の構成

次に、モータ駆動部 7 5 の構成について、図 5 を用いて説明する。図 5 は、モータ駆動部の構成を示す図である。

モータ駆動部 7 5 は、駆動切替部 7 5 1 と、再現走行指令算出部 7 5 3 と、モータ制御部 7 5 5 と、操作走行制御指令算出部 7 5 7 と、再現走行速度調整部 7 5 9 と、を有する。

【 0 0 6 2 】

駆動切替部 7 5 1 は、切替部 7 7 と信号送受信可能に接続されている。また、駆動切替部 7 5 1 は、3 つの端子 d、e、f を有している。駆動切替部 7 5 1 は、切替部 7 7 にお

50

いて手動操作教示モードが選択された場合、端子 d と端子 e とを接続する。また、駆動切替部 751 は、切替部 77 において再現走行モードが選択された場合、端子 e と端子 f とを接続する。

その結果、駆動切替部 751 は、手動操作教示モードの実行時には、操作走行制御指令をモータ制御部 755（後述）へと入力する。一方、駆動切替部 751 は、再現走行モードの実行時には、再現走行指令算出部 753（後述）において算出された再現走行制御指令（後述）をモータ制御部 755 へと入力する。

【0063】

再現走行指令算出部 753 は、記憶部 73 と信号送受信可能に接続されている。そのため、再現走行指令算出部 753 は、記憶部 73 に記憶されている走行経路データ 500 を参照できる。また、再現走行指令算出部 753 は、自律走行経過時刻計数部 741 と信号送受信可能に接続されている。そのため、再現走行指令算出部 753 は、自律走行経過時刻を参照できる。さらに、再現走行指令算出部 753 は、駆動切替部 751 の端子 f と接続されている。

10

【0064】

従って、再現走行指令算出部 753 は、再現走行モードの実行時に、自律走行経過時刻と、走行経路データ 500 中の到達時刻とを比較し、自律走行経過時刻の直後の到達時刻を目標到達時刻とする。その後、再現走行指令算出部 753 は、走行経路データ 500 から目標到達時刻に関連づけられているサブゴール点（到達目標点）を読み出して、読み出したサブゴール点に基づいて再現走行制御指令を算出する。

20

【0065】

そして、再現走行モードの実行時には、駆動切替部 751 の端子 f と端子 e とが接続されているため、算出された再現走行制御指令がモータ制御部 755 へと出力される。これにより、再現走行モードの実行時には、再現走行指令算出部 753 において算出された再現走行制御指令に基づいて、モータ 23a、23b が制御される。

【0066】

モータ制御部 755 は、モータ 23a、23b と電氣的に接続されている。また、モータ制御部 755 は、モータ 23a、23b のそれぞれに備えられたエンコーダ 231a、231b と信号送受信可能に接続されている。さらに、モータ制御部 755 は、駆動切替部 751 の端子 e と接続されている。

30

【0067】

従って、モータ制御部 755 は、手動操作教示モードの実行時には、駆動切替部 751 を介して、操作走行制御指令（後述）を入力する。一方、再現走行モードの実行時には、モータ制御部 755 は、駆動切替部 751 を介して、再現走行制御指令を入力する。

このため、モータ制御部 755 は、手動操作教示モードの実行時には、操作走行制御指令に基づいて、モータ 23a、23b を制御する。一方、再現走行モードの実行時には、モータ制御部 755 は、再現走行制御指令に基づいて、モータ 23a、23b を制御する。

【0068】

また、モータ制御部 755 は、モータ 23a、23b を制御する際に、エンコーダ 231a、231b により測定されたモータ 23a、23b の回転数及び回転量などをモニターしている。そして、モータ制御部 755 は、モータ 23a、23b の回転数及び回転量などをフィードバックして、モータ 23a、23b を制御している（フィードバック制御）。

40

そのため、モータ制御部 755 としては、フィードバック制御理論を用いたモータ制御装置などを用いることができる。

【0069】

操作走行制御指令算出部 757 は、操作部 5 と信号送受信可能に接続されている。そのため、操作走行制御指令算出部 757 は、操作部 5 の操作ハンドル 51a、51b の回動量及び / 又は回動方向を入力する。そして、当該回動量及び / 又は回動方向に基づいて、

50

操作走行制御指令を算出する。

また、操作走行制御指令算出部 7 5 7 は、駆動切替部 7 5 1 の端子 d と接続されている。そのため、操作走行制御指令算出部 7 5 7 は、手動操作教示モードの実行時（すなわち、端子 d と端子 e とが接続されたとき）、駆動切替部 7 5 1 を介して、操作走行制御指令をモータ制御部 7 5 5 に出力する。

【 0 0 7 0 】

さらに、操作走行制御指令算出部 7 5 7 は、教示データ作製部 7 1 と信号送受信可能に接続されている。そのため、操作走行制御指令算出部 7 5 7 は、手動操作教示モードの実行時に、操作走行制御指令を教示データ作製部 7 1 に出力できる。

本実施形態においては、操作走行制御指令は、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量及び / 又は回動方向を数値化したものである。例えば、操作走行制御指令は、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量の最大の回動量に対する割合の数値に、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動方向に従って決定される正負の符号を付した数値とすることができる。

この場合、モータ制御部 7 5 5 は、操作走行制御指令に示された数値と、モータ制御部 7 5 5 において予め決められているモータ 2 3 a、2 3 b の最大回転速度との積により、モータ 2 3 a、2 3 b の回転速度を決定できる。

【 0 0 7 1 】

再現走行速度調整部 7 5 9 は、障害物情報取得部 7 6 と信号送受信可能に接続されている。このため、再現走行速度調整部 7 5 9 は、再現走行モードの実行時に、走行経路上の走行の障害となる走行障害物、及び / 又は、走行経路周辺に存在し走行経路に進入する可能性のある走行障害物の位置に関する情報（走行障害物位置情報）を、取得できる。これにより、再現走行速度調整部 7 5 9 は、走行障害物の位置（走行障害物位置情報）に基づいて、再現走行モードの実行時における自律走行台車 1 0 0 の速度（再現走行速度）を調整できる。

【 0 0 7 2 】

また、再現走行速度調整部 7 5 9 は、モータ制御部 7 5 5 と信号送受信可能に接続されている。このため、再現走行速度調整部 7 5 9 は、調整した再現走行速度を出力できる。この場合、再現走行速度調整部 7 5 9 は、例えば、再現走行速度を低下させたい場合には、再現走行速度をどの程度低下したいかを示す調整係数を出力できる。

一方、再現走行速度調整部 7 5 9 は、再現走行モードの実行時に自律走行台車 1 0 0 を停止させたい場合は、例えば、再現走行速度、又は、上記の調整係数を 0 とする信号をモータ制御部 7 5 5 に出力できる。

【 0 0 7 3 】

さらに、再現走行速度調整部 7 5 9 は、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 と信号送受信可能に接続されている。このため、再現走行速度調整部 7 5 9 は、再現走行速度をどの程度低下したいかを示す上記調整係数、又は、自律走行経過時刻の計数を停止する指令を自律走行経過時刻計数部 7 4 1 に送信できる。

これにより、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、再現走行速度が低下したときには、上記の調整係数を用いて、自律走行経過時刻に対して累積加算する単位経過時間の長さを調整できる。また、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 は、自律走行台車 1 0 0 が停止したときには、自律走行経過時刻の計数を停止する指令を受信することにより、自律走行経過時刻計数部 7 4 1 の計数を停止できる。

【 0 0 7 4 】

（ 6 ）自律走行台車の動作

I . 自律走行台車の基本動作

次に、本実施形態に係る自律走行台車 1 0 0 の基本動作について、図 6 A を用いて説明する。図 6 A は、自律走行台車の基本動作を示すフローチャートである。ここでは、操作者が操作部 5 を操作して自律走行台車 1 0 0 を走行させて自律走行台車 1 0 0 に走行経路を教示させた上で、教示された走行経路を再現走行モードの実行時に再現走行する例を示す。

10

20

30

40

50

走行経路データ500の作成を開始すると、教示データ作製部71が、自律走行台車100を操作者が操作することにより自律走行台車100が通過した走行経路の走行経路データ500を取得し、記憶部73に記憶する(ステップS1)。

【0075】

本実施形態においては、走行経路データ500には、自律走行台車100が通過した走行経路上の位置を示す教示サブゴール点のみでなく、各教示サブゴール点を取得されたときの教示経過時刻(到達時刻)と、各教示サブゴール点における自律走行台車100の速度(教示速度)とが、教示サブゴール点(サブゴール点)に関連づけられて記憶されている。ここで、到達時刻は教示を開始した時刻から停止することなく教示終了まで計時する。

10

これにより、再現走行指令算出部753は、再現走行モードの実行時に、自律走行経過時刻と走行経路データ500中の到達時刻とを比較しつつ、どのサブゴール点を次の到達目標点とするかを適切に決定できる。その結果、自律走行台車100は、再現走行モードの実行時に、走行経路データ500に示された走行経路を忠実に再現走行できる。

なお、ステップS1における走行経路データ500の取得方法については、後ほど詳しく説明する。

【0076】

走行経路データ500を取得後、自律走行台車100を自律走行させたい場合は、設定部53などにより自律走行台車100の走行モードを再現走行モードに切り替える。そして、自律走行台車100が、走行経路データ500に示された走行経路を自律的に再現走行する(ステップS2)。

20

自律走行台車100は、走行経路データ500に示された走行経路を自律的に再現走行するとき、検出部3により、走行経路上あるいは走行経路に侵入すると考えられる走行の障害となる走行障害物などの位置に関する情報を取得している。そして、自律走行台車100は、走行障害物の位置に関する情報に基づいて、再現走行中の速度(再現走行速度)を調整する。

【0077】

例えば、走行障害物などと自律走行台車100との距離が十分に大きい場合、自律走行台車100の再現走行速度調整部759は、走行障害物が走行経路から抜け出ることを待つなどのために、再現走行速度を走行経路データ500に示された教示速度よりも低下させる。一方、走行障害物と自律走行台車100との距離が小さい場合、再現走行速度調整部759は、走行障害物と自律走行台車100との衝突を避けるため、再現走行速度を0とする。

30

【0078】

そして、再現走行モードの実行時においては、本実施形態の自律走行経過時刻計数部741は、調整された再現走行速度に基づいて、自律走行経過時刻の進行速度を調整する。例えば、上記のように、走行障害物が検出されて、再現走行速度が教示速度よりも減少した場合には、自律走行経過時刻の進行を遅らせる。

一方、再現走行速度が0(すなわち、自律走行台車100が停止)となった場合には、自律走行経過時刻の計数(進行)を停止する。

40

【0079】

このように、再現走行モードの実行時に、自律走行台車100において、走行経路データ500に示されていない予想外の再現走行速度の変化(調整)が生じた場合に、自律走行経過時刻の進行速度を再現走行速度に従って調整することにより、再現走行指令算出部753は、自律走行経過時刻と到達時刻とを比較しつつ、どのサブゴール点を次の到達目標点とするかを適切に決定できる。その結果、自律走行台車100は、再現走行モードの実行時に、走行経路データ500に示された走行経路を忠実に再現走行できる。

なお、ステップS2における自律走行台車100の再現走行方法については、後ほど詳しく説明する。

【0080】

50

II. 走行経路データの取得方法

まず、図 6 A のステップ S 1 における、走行経路データ 5 0 0 の取得方法について、図 6 B を用いて説明する。図 6 B は、走行経路データの取得方法を示すフローチャートである。ここで示す例においては、上記のように、操作者が操作部 5 を操作して自律走行台車 1 0 0 を走行させて自律走行台車 1 0 0 に走行経路を教示させる方法にて走行経路データ 5 0 0 が取得される。

従って、まず、自律走行台車 1 0 0 の走行モードが手動操作教示モードに設定される（ステップ S 1 1）。走行モードの手動操作教示モードへの切替は、例えば、操作者が操作部 5 の設定部 5 3 を操作することにより、実行される。

【0081】

設定部 5 3 により走行モードが手動操作教示モードへ切り替えられると、走行モードが手動操作教示モードとなったことが制御部 7 の切替部 7 7 に通知される。そして、切替部 7 7 は、モータ駆動部 7 5 の駆動切替部 7 5 1 に対して、駆動切替部 7 5 1 の端子 d と端子 e とを接続するよう指令する。これにより、操作部 5 の操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量及び回動方向に基づいて算出された操作走行制御指令が、モータ制御部 7 5 5 に入力される。

これにより、操作者は、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量及び回動方向などを調整することにより、自律走行台車 1 0 0 を手動操作できる。

【0082】

また、走行モードを手動操作教示モードに設定したタイミングにおいて、教示経過時刻計数部 7 4 3 が、教示経過時刻の計数を開始する。本実施形態においては、教示経過時刻計数部 7 4 3 は、モータ 2 3 a、2 3 b の制御周期を上記の単位時間として、手動操作教示モードの開始時から累積加算して、教示経過時刻を計数する。

【0083】

走行モードを手動操作教示モードに設定後、操作者が自律走行台車 1 0 0 を手動により操作する。操作者による手動操作中に、教示データ作製部 7 1 は、所定の時間毎に、操作者の操作により自律走行台車 1 0 0 が通過した移動平面上の位置を、教示サブゴール点として取得する（ステップ S 1 2）。または、操作者による手動操作中に、教示データ作製部 7 1 は、所定の距離を走行する毎に、移動平面上の位置とそのときの到達時刻とを、教示サブゴール点として取得しても良い。

【0084】

このとき、教示サブゴール点を取得する所定の時間は、制御タイミングが発生する周期の倍数であることが好ましい。これにより、上記の教示された教示経過時刻と再現走行時の自律走行経過時刻とのずれを 0 とできる。

【0085】

サブゴール点を取得する際、教示データ作製部 7 1 は、位置推定部 7 2 に対して、現在の自律走行台車 1 0 0 の移動座標上の位置（サブゴール点の座標）を推定するよう指令する。そして、位置推定部 7 2 は、当該指令に対して、座標値により表現された位置（サブゴール点）を、教示サブゴール点として教示データ作製部 7 1 に出力する。

【0086】

教示サブゴール点を取得後、教示データ作製部 7 1 は、教示サブゴール点を取得したときの教示経過時刻を、教示経過時刻計数部 7 4 3 から取得する（ステップ S 1 3）。

【0087】

さらに、教示データ作製部 7 1 は、取得したサブゴール点を通過している際の自律走行台車 1 0 0 の速度を、教示速度として取得する（ステップ S 1 4）。

このとき、教示データ作製部 7 1 は、操作走行制御指令算出部 7 5 7 において算出された、操作者の操作による操作部 5 の回動量及び回動方向から算出される操作走行制御指令を、操作走行制御指令算出部 7 5 7 から受信する。そして、教示データ作製部 7 1 は、受信した操作走行制御指令を、教示速度として取得する。

【0088】

10

20

30

40

50

その他、教示データ作製部 7 1 は、単位時間当たりのモータ 2 3 a、2 3 b 又は主輪 2 1 a、2 1 b の回転量から教示速度を算出してもよい。さらに、教示データ作製部 7 1 は、位置推定部 7 2 において推定された自律走行台車 1 0 0 の位置の単位時間当たりの変化から教示速度を算出してもよい。適宜、適切な方法により、教示データ作製部 7 1 は、教示速度を取得できる。

これにより、再現走行指令算出部 7 5 3 は、後述するように、走行経路データ 5 0 0 に示された各サブゴール点に関連づけられた教示速度に基づいて、再現走行制御指令を算出できる。

【0089】

上記のステップ S 1 2 ~ S 1 4 を実行して、教示サブゴール点と、教示サブゴール点を取得したときの教示経過時刻と、教示サブゴール点を取得したときの教示速度とを取得後、教示データ作製部 7 1 は、教示サブゴール点と、教示経過時刻と、教示速度と、を関連づけて、図 7 A に示すような走行経路データ単位 5 0 0 - k を生成する（ステップ S 1 5）。図 7 A は、走行経路データ単位の一例を示す図である。

【0090】

図 7 A に示す走行経路データ単位 5 0 0 - k は、k 番目に取得された教示サブゴール点に対して生成された走行経路データ単位である。図 7 A に示すように、走行経路データ単位 5 0 0 - k は、到達時刻記憶領域 5 0 1 - k と、サブゴール点記憶領域 5 0 3 - k と、教示速度記憶領域 5 0 5 - k と、を有する。この走行経路データ単位 5 0 0 - k においては、到達時刻記憶領域 5 0 1 - k と、サブゴール点記憶領域 5 0 3 - k と、教示速度記憶領域 5 0 5 - k とが、紙面の横方向に接続されている。

【0091】

走行経路データ単位 5 0 0 - k の到達時刻記憶領域 5 0 1 - k には、k 番目の教示サブゴール点を取得したときの教示経過時刻が、到達時刻 (T_k) として記憶される。サブゴール点記憶領域 5 0 3 - k には、k 番目に取得した教示サブゴール点の座標値 (x_k, y_k) が記憶される。そして、教示速度記憶領域 5 0 5 - k には、k 番目の教示サブゴール点 (x_k, y_k) における教示速度 (v_k) が記憶されている。

【0092】

図 7 A に示すような構造を有する走行経路データ単位 5 0 0 - k に、教示サブゴール点と、教示経過時刻（到達時刻）と、教示速度とを記憶することにより、到達時刻と教示速度とを、教示サブゴール点に関連づけて記憶できる。

【0093】

走行経路データ単位 5 0 0 - k を生成後、教示データ作製部 7 1 は、走行経路データ単位 5 0 0 - k を記憶部 7 3 に記憶する（ステップ S 1 6）。

サブゴール点を記憶部 7 3 に記憶する際、すでにいくつかの走行経路データ単位が記憶部 7 3 に記憶され走行経路データ 5 0 0（図 7 B）が形成されている場合には、今回作製した走行経路データ単位 5 0 0 - k は、記憶されている走行経路データ 5 0 0 の末尾に追加される。

【0094】

走行経路データ単位 5 0 0 - k を記憶部 7 3 に記憶後、教示データ作製部 7 1 は、次の教示サブゴール点の取得までの間に、操作者の手動操作による走行経路の教示が終了したかどうかを確認する（ステップ S 1 7）。ここで、走行経路の教示が終了したかどうかの判断は、例えば、走行経路の教示が終了したことを教示データ作製部 7 1 に通知するスイッチやアイコン（図示せず）を操作部 5 に設けて、操作者が当該スイッチやアイコンを操作することにより、走行経路の教示が終了したことを通知してもよい。

【0095】

または、操作ハンドル 5 1 a、5 1 b の回動量が 0（操作されていない）であることを予め設定した一定時間検知したときに、走行経路の教示が終了したと、教示データ作製部 7 1 が判断してもよい。その他、操作者が自律走行台車 1 0 0 の操作を終了したことを検出する他の手段により、走行経路の教示が終了したかどうかを判断できる。

【0096】

操作者の手動操作による走行経路の教示が終了したと判断した場合（ステップS17において、「Yes」の場合）、教示データ作製部71は、走行経路データ500の取得を終了する。

一方、操作者の手動操作による走行経路の教示が継続していると判断した場合（ステップS17において、「No」の場合）、ステップS12に戻り、上記の走行経路データ単位500-kの生成と記憶とを継続する。これにより、教示データ作製部71は、走行経路の教示が継続している限り（すなわち、手動操作教示モードが実行されている限り）、走行経路データ単位500-kの生成と記憶とを継続できる。

【0097】

10

例えば、教示サブゴール点を $n+1$ 個取得するまで上記の走行経路データ単位500-kの生成と記憶とが継続されたときには、図7Bに示すような走行経路データ500が取得される。図7Bは、走行経路データの一例を示す図である。

図7Bに示す走行経路データ500においては、 $n+1$ 個の走行経路データ単位500-0、500-1、500-2、500-3、・・・、500- $n-1$ 、500- n が、紙面の上から下へ積み重なるように接続されている。すなわち、図7Bに示す走行経路データ500は、 $n+1$ 個の走行経路データ単位により構成されている。

【0098】

このように、上記のステップS11～S17を実行することにより、教示データ作製部71は、図7Bに示すような、各教示サブゴール点と、各教示サブゴール点を取得した到達時刻と、各教示サブゴール点における教示速度とが関連づけられて記憶された走行経路データ500を作製できる。

20

【0099】

III. 再現走行方法

(i) 再現走行の原理

次に、本実施形態の自律走行台車100における、走行経路データ500に示された再現走行の原理について説明する。ここでは、図8に示すような、走行経路データ500の k 番目から $k+3$ 番目までの再現走行を例にとって説明する。図8は、走行経路データ500に示されたサブゴール点、及び、サブゴール点に関連づけられている速度及び到達時刻の関係を模式的に示した図である。

30

図8に示すように、走行経路データ500の k 番目から $k+3$ 番目までのサブゴール点 P_k 、 P_{k+1} 、 P_{k+2} 、 P_{k+3} のそれぞれをについて、到達時刻 T_k 、 T_{k+1} 、 T_{k+2} 、 T_{k+3} と、教示速度 v_k 、 v_{k+1} 、 v_{k+2} 、 v_{k+3} が関連づけられているとする。その結果、図8における位置と到達時刻の関係を示すグラフにおいて実線で示された折れ線のような走行経路が教示されているとする。

【0100】

図8に示されているように、走行経路データ500にはサブゴール点と到達時刻とが関連づけられて記憶されているため、例えば、到達時刻 T_{k+2} から T_{k+3} までは停止すると言った時間の概念を含む操作が走行経路データ500に記憶できている。

【0101】

40

自律走行台車100が図8に示すような走行経路データ500に示された走行経路を走行する際に、図9に示すように、実時刻 T_k から T_{k+1} の間の色つき部分の時間範囲にて走行障害物などを検知して自律走行台車100が減速し、実時刻 T_{k+1} から T_{k+2} の色つき部分の時間範囲にて走行障害物などを検知して自律走行台車100が停止したものとする。図9は、再現走行の一例を模式的に示した図である。

なお、ここで、「実時間」及び「実時刻」とは、実際の時間及び時刻のことを言う。一方、自律走行経路時刻は、必ずしも実時刻と同一に進行ものではない、仮想的な時刻である。

【0102】

このように、再現走行モードの実行時に、自律走行台車100が走行経路データ500

50

に示されていない減速や停止を行った場合、図9に示すように、減速及び／又は停止が発生した後の実時間 T_{k+1} 、 T_{k+2} に到達した時点において、自律走行台車100は、これらの実時刻に対応している到達時刻 T_{k+1} 、 T_{k+2} に関連づけられたサブゴール点 P_{k+1} 、 P_{k+2} には到達していない。

【0103】

一方、実時刻 T_{k+3} においては、図9に示すように、対応する到達時刻 T_{k+3} に関連づけられているサブゴール点 P_{k+3} に到達している。しかしながら、次の理由から、このような場合でも、自律走行台車100は走行経路データ500に示された走行経路を忠実に走行したとは言えない。

走行経路データ500には、到達時刻 T_{k+2} から T_{k+3} の間は停止することが示されている。仮に走行経路データ500に示されている通りに T_{k+3} から再び走行を開始するとした場合、自律走行台車100は、サブゴール点 P_{k+3} (実際は P_{k+2} に到達している) に到達した時刻 t_2 から T_{k+3} までの間は停止する。

【0104】

しかしながら、図9に示されているように、時刻 t_2 から T_{k+3} までの停止時間は、走行経路データ500に示されていた停止時間 ($T_{k+3} - T_{k+2}$) よりも短い。すなわち、自律走行台車100は、再現走行中に、教示された停止時間 ($T_{k+3} - T_{k+2}$) よりも短い時間しか停止していない。このような場合、自律走行台車100は、教示された操作者による操作(加減速や停止)を忠実に再現できていない。

【0105】

そのため、自律走行経過時刻計数部741は、走行経路データ500に示されていない予定外の減速や停止などが発生した場合に、自律走行経過時刻の進行速度を調整する。本実施形態においては、自律走行経過時刻を計数する際に累積加算する単位経過時間を調整することにより、自律走行経過時刻の進行速度を調整している。そして、再現走行指令算出部753は、進行速度が調整された自律走行経過時刻と走行経路データ500中の到達時刻とを比較して、到達目標点を決定する。

【0106】

図9に示す自律走行経過時刻と実時間との関係を示すグラフにおいては、実時刻に対する自律走行経過時刻のグラフ(実線にて示したグラフ)の傾きが、単位経過時間(自律走行経過時刻の進行速度)に対応する。なお、自律走行経過時刻と実時間との関係を示すグラフにおける点線のグラフは、実時刻の進行を示すグラフである。

【0107】

図9に示すように、到達時刻 T_k と T_{k+1} の間の減速区間において、当該区間における実時間と自律走行経過時刻との関係を示すグラフの傾きは、点線のグラフ(実時刻=実時間)よりもゆるやかとなっている。すなわち、自律走行経過時刻の進行速度が減少している。

そのため、実時間 T_{k+1} よりも後の実時刻 t_1 において、自律走行経過時刻は、走行経路データ500における $k+1$ 番目のサブゴール点 P_{k+1} に関連づけられている到達時刻 T_{k+1} となる。また、図9に示すように、自律走行台車100は自律走行経過時刻が T_{k+1} (実時刻 = t_1) となった時に、サブゴール点 P_{k+1} に到達する。

【0108】

そして、自律走行経過時刻が T_{k+1} (実時刻 = t_1) となった時に、すなわち、自律走行台車100がサブゴール点 P_{k+1} に到達したときに、再現走行指令算出部753は、次の到達目標点をサブゴール点 P_{k+2} とする。そして、再現走行指令算出部753は、自律走行台車100を、サブゴール点 P_{k+2} に関連づけられた速度 v_{k+2} にて走行させるための再現走行指令を算出する。

【0109】

一方、実時刻 t_1 と T_{k+2} の間の停止区間において、単位経過時間は0に設定されている。そのため、実時間と自律走行経過時刻との関係を示すグラフは傾き0(水平)となっている。すなわち、停止区間においては、自律走行経過時刻の計数が停止している。そ

10

20

30

40

50

して、自律走行台車 100 が走行を開始してから、自律走行経過時刻の進行速度が実時間の進行速度と同一となる。

そのため、実時刻 T_{k+2} よりも後の実時刻 t_2 のときに自律走行経過時刻は T_{k+2} となる。また、図 9 に示すように、自律走行台車 100 は自律走行経過時刻が T_{k+2} (実時刻 = t_2) となった時に、サブゴール点 P_{k+2} に到達する。

【0110】

そして、サブゴール点 P_{k+2} に到達した(自律走行経過時刻が T_{k+2} となった)時に、再現走行指令算出部 753 は、サブゴール点 P_{k+3} を次の到達目標点とする。そして、再現走行指令算出部 753 は、自律走行台車 100 を、サブゴール点 P_{k+3} に関連づけられた速度 v_{k+3} にて走行(図 7 に示した走行経路データ 500 においては、停止)させるための再現走行制御指令を算出する。

10

【0111】

さらに、図 9 に示すように、実時刻 t_2 以降、自律走行経過時刻の進行速度は実時間の進行速度と同一となっているため、実時刻 T_{k+3} よりも後の実時刻 t_3 ($= t_2 + (T_{k+3} - T_{k+2})$) のときに自律走行経過時刻は T_{k+3} となる。そして、自律走行経過時刻が T_{k+3} となった時に、再現走行指令算出部 753 は、自律走行台車 100 を速度 v_{k+4} にて走行(再び走行)させる再現走行制御指令を算出する。

その結果、図 9 に示すように、自律走行台車 100 は、実時刻 t_2 から t_3 までの $T_{k+3} - T_{k+2}$ の長さの時間停止している。すなわち、自律走行台車 100 は、再現走行中に、教示された位置に、教示された停止時間だけ停止できている。

20

【0112】

このように、自律走行台車 100 が走行経路データ 500 に示されていない予定外の減速や停止などを行った場合に、自律走行経過時刻の進行を遅くするか、自律走行経過時刻の計数(進行)を停止し、再現走行指令算出部 753 が自律走行経過時刻に基づいて再現走行制御指令を作成することにより、走行経路データ 500 に示されている走行経路だけでなく、停止などの操作を行う時間長さも忠実に再現できる。

【0113】

(ii) 再現走行方法

次に、本実施形態の自律走行台車 100 における、走行経路の再現走行方法を、図 6C を用いて説明する。図 6C は、走行経路の再現走行方法を示すフローチャートである。

30

走行経路の再現走行を開始すると、まず、自律走行台車 100 の走行モードが再現走行モードに設定される(ステップ S201)。走行モードの再現走行モードへの切替は、例えば、操作者が操作部 5 の設定部 53 を操作することにより、実行される。

【0114】

設定部 53 により走行モードが再現走行モードへ切り替えられると、走行モードが再現走行モードとなったことが制御部 7 の切替部 77 に通知される。そして、切替部 77 は、モータ駆動部 75 の駆動切替部 751 に対して、駆動切替部 751 の端子 e と端子 f とを接続するよう指令する。これにより、モータ制御部 755 は、駆動切替部 751 を介して、再現走行指令算出部 753 と信号送受信可能に接続される。その結果、モータ制御部 755 は、再現走行制御指令に基づいて、モータ 23a、23b を制御できる。

40

【0115】

走行モードを再現走行モードへ切替後、制御部 7 は、現在時刻が走行部 2 (モータ 23a、23b) の制御タイミングであるかどうかを確認する(ステップ S202)。制御部 7 が、現在時刻が制御タイミングでないと判断した場合(ステップ S202 において、「No」の場合)、ステップ S202 に戻る。

一方、制御部 7 が、現在時刻が制御タイミングであると判断した場合(ステップ S202 において、「Yes」の場合)、ステップ S203 へ進む。

このように、ステップ S202 においては、制御部 7 は、現在時刻が制御タイミングであるかどうかを確認して、以後の処理を実行する。これにより、制御部 7 は、制御タイミング毎に走行部 2 を制御できる。制御タイミングとしては、例えば、モータ 23a、23

50

bの制御周期を用いることができる。

【0116】

ステップS202において現在時刻が制御タイミングであると判断された後、まず、障害物情報取得部76が、検出部3からの信号に基づいて、走行経路周辺の障害物に関する情報を取得する(ステップS203)。

そして、再現走行速度調整部759が、障害物情報取得部76が取得した障害物の位置に関する情報に基づいて、走行経路上にあると思われる走行の障害となる障害物(走行障害物)、及び/又は、走行経路上に侵入すると予測される走行障害物などを検知する。

【0117】

再現走行速度調整部759が、上記のいずれかの走行障害物などを検出した場合(ステップS203において、「Yes」の場合)、ステップS204に進む。一方、再現走行速度調整部759が、走行障害物などを検出しない場合(ステップS203において、「No」の場合)、ステップS207に進む。

【0118】

再現走行速度調整部759が走行障害物を検出した場合、再現走行速度調整部759は、走行障害物などの位置と現在の自律走行台車100との位置関係に基づいて、再現走行モードの実行時の自律走行台車100の速度である再現走行速度を調整する(ステップS204)。

再現走行速度調整部759は、例えば、走行障害物などが自律走行台車100の近傍にあり、走行障害物などと自律走行台車100とが衝突する可能性が高いと判断した場合、自律走行台車100を停止するようモータ制御部755に指令する。すなわち、再現走行速度調整部759は、モータ制御部755に対して、モータ23a、23bの回転を停止するように指令する。

【0119】

一方、走行障害物などと自律走行台車100とが比較的離れており、すぐには衝突の可能性がないような場合、再現走行速度調整部759は、モータ制御部755に対して、自律走行台車100の走行速度を制限するよう指令する。すなわち、再現走行速度調整部759は、モータ23a、23bの回転数を制限するように指令する。これにより、再現走行速度調整部759は、自律走行台車100の再現走行速度を制限できる。

【0120】

再現走行速度調整部759は、再現走行速度を制限する際に、例えば、自律走行台車100の最大走行速度(手動操作教示モードの実行時において、操作ハンドル51a、51bの回動量を全開にした場合の自律走行台車100の(教示)速度に対応)に対する割合値をモータ制御部755に送信することにより、モータ23a、23bの回転数を制限するように指令できる。

これにより、モータ制御部755は、予め決められている最大走行速度と上記の割合値との積を算出するという単純な演算により、モータ23a、23bの具体的な制限回転数を算出できる。

【0121】

再現走行速度調整部759が再現走行速度を制限(減速)した場合(ステップS204において、「減速」の場合)、自律走行経過時刻計数部741は、単位経過時間の長さを調整し、自律走行経過時刻の進行速度(すなわち、単位経過時間)を実時間の進行速度よりも遅くする。(ステップS205)。

具体的には、自律走行経過時刻計数部741は、単位経過時間の大きさを、制御タイミングを決定する信号の周期(制御周期)よりも小さくする。そして、自律走行経過時刻計数部741は、再現走行速度を制限している間、上記の制御周期よりも小さい値の単位経過時間を制御周期毎に累積加算していく。

【0122】

そのため、自律走行経過時刻計数部741は、まず、走行経路データ500に示された、自律走行台車100の現在位置に対応するサブゴール点に関連づけられている教示速度

10

20

30

40

50

と、再現走行速度調整部 759 が制限した再現走行速度とを比較する。

【0123】

次に、自律走行経過時刻計数部 741 は、例えば、調整された再現走行速度と現在位置における教示速度との比（再現走行速度 / 教示速度）と、制御タイミングを決定する信号の周期（制御周期）との積を、単位経過時間として算出する。これにより、制御周期よりも小さい値の単位経過時間を算出できる。

【0124】

一方、再現走行速度調整部 759 が再現走行速度を 0 とした（すなわち、自律走行台車 100 を停止した）場合、自律走行経過時刻計数部 741 は、単位経過時間を 0 とする（ステップ S206）。これにより、自律走行経過時刻計数部 741 は、自律走行経過時刻の計数を停止できる。なぜなら、0 値の単位経過時間を自律走行経過時刻に累積加算しても、自律走行経過時刻の値は増加しないからである。

その他、再現走行速度が 0 になった場合、自律走行経過時刻計数部 741 は、単位経過時間の累積加算を停止することにより、自律走行経過時刻の計数を停止してもよい。これによっても、自律走行経過時刻の値を増加させないようにできる。

【0125】

また、ステップ S203 において走行障害物を検知しなかった場合（ステップ S203 において、「No」の場合）、自律走行経過時刻計数部 741 は、単位経過時間の長さを、制御タイミングを決定する信号の周期（制御周期）と同一とする（ステップ S207）。

【0126】

上記のステップ S205 ~ S207 によって、所定の条件（走行障害物などを検知したかどうか、及び、再現走行速度を調整したかどうか）に基づいて単位経過時間を調整後、自律走行経過時刻計数部 741 は、現在の自律走行経過時刻に調整した単位経過時間を加算することにより、新たな自律走行経過時刻を計数する（ステップ S208）。

【0127】

上記に示したように、再現走行速度が教示速度よりも低下された場合に、自律走行経過時刻計数部 741 が、制御周期よりも小さい値の単位経過時間を制御周期毎に累積加算して自律走行経過時刻を計数することにより、自律走行経過時刻の進行速度を実時間の進行速度よりも遅くできる。

【0128】

一方、再現走行速度が 0 とされた（すなわち、自律走行台車 100 が停止した）場合には、自律走行経過時刻計数部 741 が、0 である単位経過時間を累積加算して自律走行経過時刻を計数することにより、自律走行経過時刻の計数（進行）を停止できる。

【0129】

さらに、再現走行速度が教示速度と同一であるとされた場合（走行障害物などが検出されなかった場合など）には、自律走行経過時刻計数部 741 が、制御周期と同一の単位経過時間を制御周期毎に累積加算して自律走行経過時刻を計数することにより、自律走行経過時刻の進行速度を実時間の進行速度と同一とできる。

【0130】

ステップ S208 において、調整された単位経過時間を自律走行経過時刻に加算して新たな自律走行経過時刻を計数後、再現走行指令算出部 753 は、新たに計数した自律走行経過時刻が、走行経路データ 500 に示されている到達時刻と対応する値となっているかを確認する（ステップ S209）。

新たに計数した自律走行経過時刻が、走行経路データ 500 に示されている到達時刻と対応する値となっていない場合（ステップ S209 において、「No」の場合）、例えば、新たに計数した自律走行経過時刻が 2 つの到達時刻の間の時刻となっている場合には、ステップ S202 に戻る。そして、ステップ S202 ~ S208 までを再び実行する。

【0131】

一方、新たに計数した自律走行経過時刻が、走行経路データ 500 に示されている到達

10

20

30

40

50

時刻にほぼ対応する値となっている場合（ステップS209において、「Yes」の場合）、再現走行指令算出部753は、走行経路データ500において、新たに計数した自律走行経過時刻に対応する到達時刻の直後の到達時刻（目標到達時刻）に関連づけられたサブゴール点を、新たな到達目標点とする（ステップS210）。

【0132】

具体的には、例えば、新たに計数した自律走行経過時刻に対応する到達時刻が、 m 番目の走行経路データ単位500- m 中の到達時刻（ T_m ）であった場合に、再現走行指令算出部753は、到達時刻 T_m の直後の到達時刻である目標到達時刻を決定する。本実施形態においては、再現走行指令算出部753は、 m 番目の走行経路データ単位500- m の次の走行経路データ単位500-（ $m+1$ ）に記憶されている到達時刻 T_{m+1} を、目標到達時刻とする。そして、再現走行指令算出部753は、到達時刻 T_{m+1} に関連づけられたサブゴール点 P_{m+1} （ x_{m+1} ， y_{m+1} ）を新たな到達目標点とする。

10

これにより、再現走行指令算出部753は、自律走行経過時刻が走行経路データ500に示された到達時刻に対応する時刻となったときに、再現走行制御指令を更新できる。

【0133】

再現走行指令算出部753が新たな到達目標点を決定した後、再現走行指令算出部753は、新たな到達目標点に到達するための走行制御指令（再現走行制御指令）を作成する（ステップS211）。

具体的には、上記のように、 $m+1$ 番目の走行経路データ単位500-（ $m+1$ ）に記憶されているサブゴール点を新たな到達目標点とした場合を例にとると、再現走行指令算出部753は、走行経路データ単位500-（ $m+1$ ）に記憶されている教示速度 v_{m+1} にて自律走行台車100を走行させる走行制御指令を作成する。

20

【0134】

再現走行指令算出部753が、自律走行台車100を速度 v_{m+1} にて走行させる再現走行制御指令を作成後、作成された再現走行制御指令は駆動切替部751を介して、モータ制御部755へ送信される。その結果、モータ制御部755は、自律走行台車100を速度 v_{m+1} にて走行させるように、モータ23a、23bの回転数を制御できる。

【0135】

再現走行指令算出部753が再現走行制御指令を出力後、再現走行指令算出部753が、走行経路データ500に示された走行経路をすべて走行したかどうかを判断する（ステップS212）。再現走行指令算出部753は、例えば、次の到達目標点を読み出す場合などに、走行経路データ500のエンド・オブ・ファイル（「EOF」と記載されることもある）識別子を検出した場合に、全ての走行経路データ500に示された走行経路をすべて走行したと判断できる。

30

【0136】

再現走行指令算出部753が全ての走行経路を走行したと判断した場合（ステップS212において、「Yes」の場合）、再現走行モードの実行を終了する。

一方、再現走行指令算出部753が全ての走行経路を走行していないと判断した場合（ステップS212において、「No」の場合）、ステップS202に戻り、再現走行モードの実行を継続する（すなわち、再現走行を継続する）。

40

【0137】

これにより、自律走行台車100は、走行経路上のサブゴール点を忠実に通過しつつ、自律走行台車100の加減速や停止などの操作者による操作の時間長さ（すなわち、時間の概念を有する操作）も忠実に再現して、走行経路の終点まで再現走行できる。

【0138】

（7）他の実施形態

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

【0139】

50

(A) 走行経路データの作製に関する他の実施形態

上記の第1実施形態においては、操作者が実際に自律走行台車100を操作し、操作者の操作により自律走行台車100が通過した走行経路が、走行経路データ500として記憶されていた。しかし、走行経路データ500の作成方法は、上記の方法に限られない。実際に自律走行台車100を操作することなく走行経路データ500を作製してもよい。

【0140】

例えば、移動平面上の予め決めておいた自律走行台車100の複数の通過点を(教示)サブゴール点として走行経路データ500(例えば、走行経路データ500用の電子ファイルなど)に記憶し、記憶したサブゴール点のそれぞれに、予め決めておいた各サブゴール点を通過する時刻と、各サブゴール点における走行速度と、を関連づけて記憶すること

10

【0141】

または、操作者の実際の操作に基づいて作製された走行経路データ500を、走行経路データ500を作成後に修正可能となってもよい。これにより、走行経路データ500にノイズが含まれていたり、操作者の誤った操作が記憶されてしまったりした場合であっても、ノイズが低減され、かつ/又は、当該誤った操作を訂正した走行経路データ500を作製し記憶できる。

【産業上の利用可能性】

【0142】

本発明は、指定した走行経路を自律的に再現走行する自律走行台車に広く適用できる。

20

【符号の説明】

【0143】

- 100 自律走行台車
- 1 台車部
- 2 走行部
- 21a、21b 主輪
- 23、23b モータ
- 231a、231b エンコーダ
- 3 検出部
- 31 前方検出器
- 33 後方検出器
- 5 操作部
- 51a 操作ハンドル
- 51b 操作ハンドル
- 53 設定部
- 55 表示部
- 57 インターフェース
- 59 筐体
- 7 制御部
- 71 教示データ作製部
- 72 位置推定部
- 73 記憶部
- 74 経過時刻計数部
- 741 自律走行経過時刻計数部
- 743 教示経過時刻計数部
- 75 モータ駆動部
- 751 駆動切替部
- 753 再現走行指令算出部
- 755 モータ制御部
- 757 操作走行制御指令算出部

30

40

50

7 5 9 再現走行速度調整部

7 6 障害物情報取得部

7 7 切替部

8 補助輪部

8 a 補助車輪

8 b 補助車輪

9 取付部材

5 0 0 走行経路データ

5 0 0 - 0、5 0 0 - 1、5 0 0 - 2、5 0 0 - 3、5 0 0 - k、5 0 0 - m、5 0 0 - n - 1、5 0 0 - n 走行経路データ単位

5 0 1 - k 到達時刻記憶領域

5 0 3 - k サブゴール点記憶領域

5 0 5 - k 教示速度記憶領域

P_k 、 P_{k+1} 、 P_{k+2} 、 P_{k+3} 、 P_{m+1} 教示サブゴール点、サブゴール点

T_k 、 T_{k+1} 、 T_{k+2} 、 T_{k+3} 、 T_m 、 T_{m+1} 到達時刻、教示経過時刻

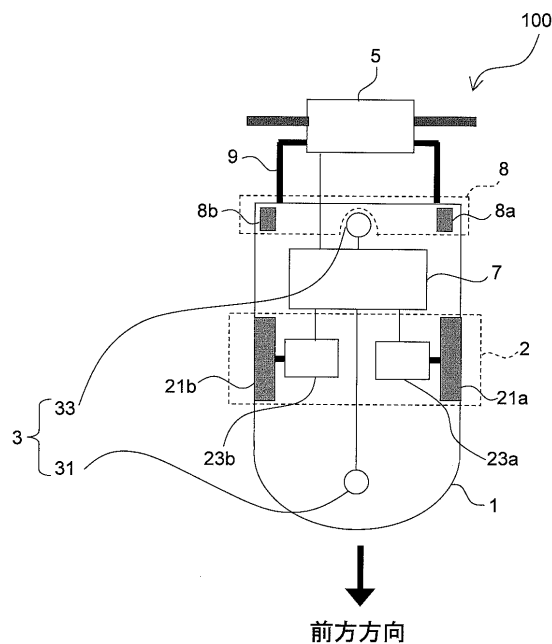
d、e、f 端子

t_1 、 t_2 、 t_3 実時刻

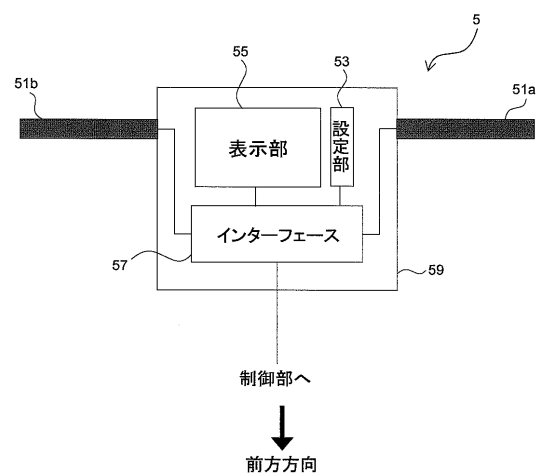
V_k 、 V_{k+1} 、 V_{k+2} 、 V_{k+3} 、 V_{k+4} 教示速度、速度

10

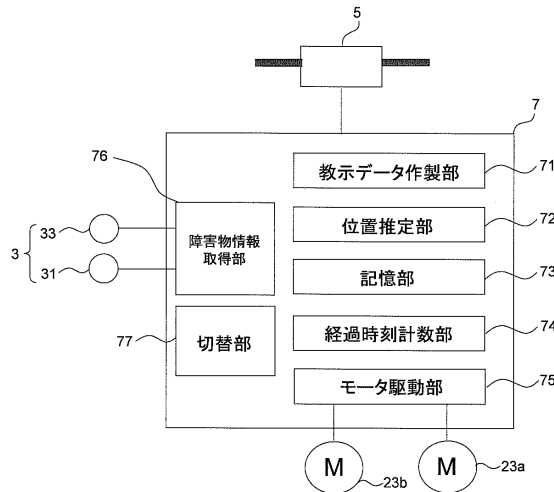
【図 1】



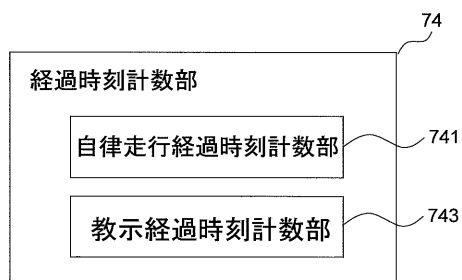
【図 2】



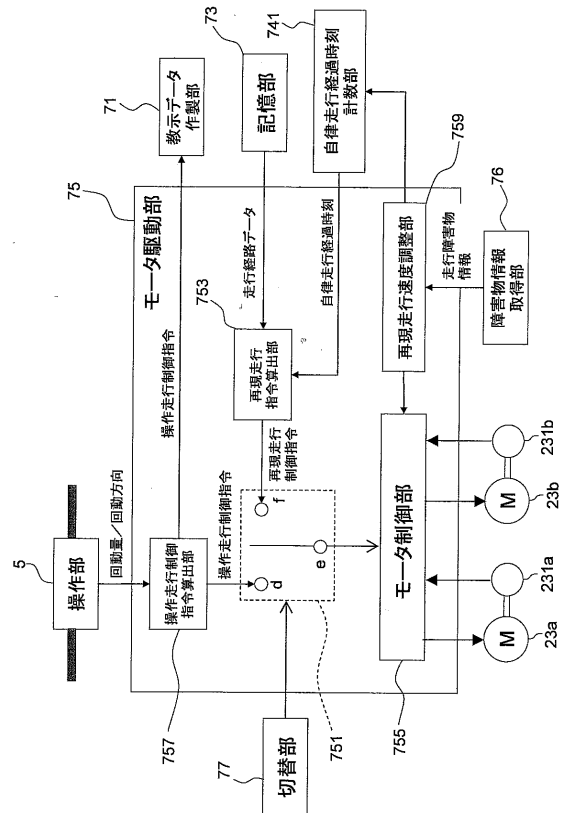
【図 3】



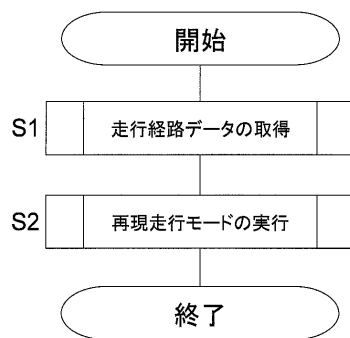
【図 4】



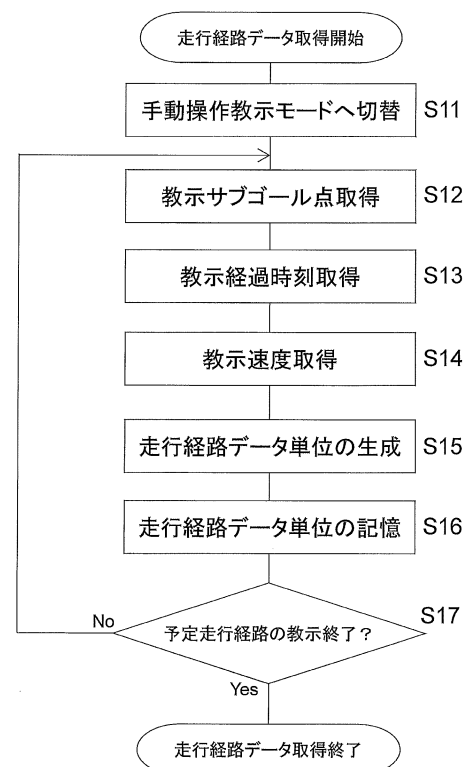
【図 5】



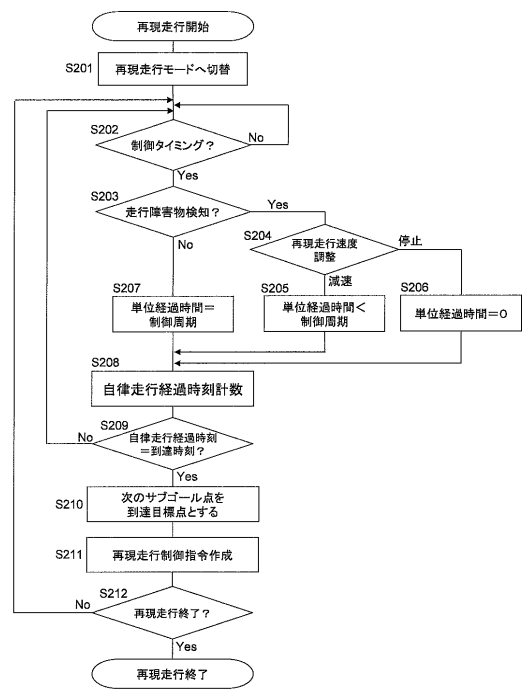
【図 6 A】



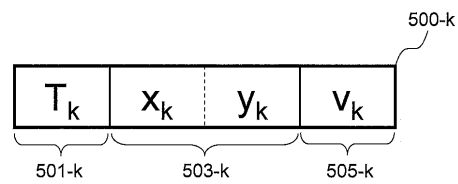
【図 6 B】



【図 6 C】



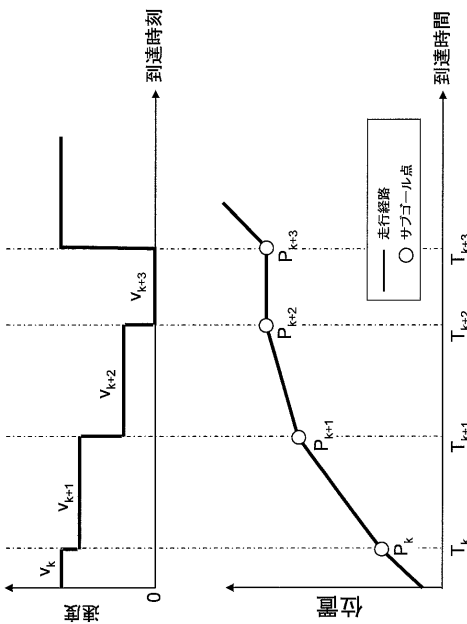
【図 7 A】



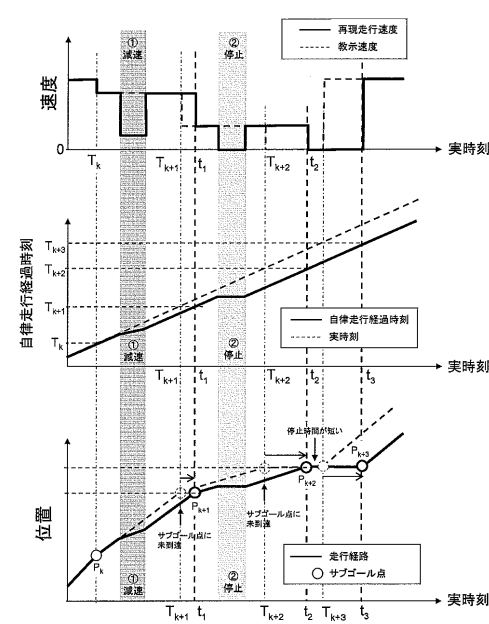
【図 7 B】

T_0	x_0	y_0	v_0	500-0
T_1	x_1	y_1	v_1	500-1
T_2	x_2	y_2	v_2	500-2
T_3	x_3	y_3	v_3	500-3
⋮				
T_{n-1}	x_{n-1}	y_{n-1}	v_{n-1}	500-n-1
T_n	x_n	y_n	v_n	500-n

【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-029517(JP,A)
特開2004-171453(JP,A)
特開2004-171430(JP,A)
特開2008-217741(JP,A)
特開2006-155349(JP,A)
国際公開第2013/046563(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05D 1/02