

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6830452号
(P6830452)

(45) 発行日 令和3年2月17日(2021.2.17)

(24) 登録日 令和3年1月28日(2021.1.28)

(51) Int.Cl.

G05D 1/02 (2020.01)

F I

G05D 1/02

H

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-565358 (P2017-565358)
 (86) (22) 出願日 平成28年2月5日(2016.2.5)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/053436
 (87) 国際公開番号 W02017/134805
 (87) 国際公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)
 審査請求日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(73) 特許権者 502129933
 株式会社日立産機システム
 東京都千代田区神田練堀町3番地
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 正木 良三
 日本国東京都千代田区神田練堀町3番地
 株式会社日立産機システム内
 (72) 発明者 横 修一
 日本国東京都千代田区神田練堀町3番地
 株式会社日立産機システム内
 (72) 発明者 白根 一登
 日本国東京都千代田区神田練堀町3番地
 株式会社日立産機システム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置及び制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、

当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備え、

前記切替手段は、外部からの外部切替信号により、相対位置演算を行う目標点を切替え、

切替え前の目標点に向かって走行する当該移動体は、前記相対位置演算を行うべき目標点の切替えによって次の目標点に向かって走行を継続すること
 を特徴とする位置検出装置。

【請求項2】

移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、

当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移

動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備え、

前記相対位置演算手段は、少なくとも、前記複数の目標点における第1の目標点に対する相対位置と相対角度を演算する第1の演算手段と、前記複数の目標点における第2の目標点に対する相対位置と相対角度を演算する第2の演算手段とを有し、

切替え前の目標点に向かって走行する当該移動体は、演算された前記第1の目標点に対する相対位置と相対角度が所定の設定値以下になった場合に前記第1の目標点から第2の目標点に向かって走行を継続すること

を特徴とする位置検出装置。

【請求項3】

移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、

当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備え、

前記切替手段は外部からの切替信号による切替えと、前記相対位置演算手段による演算結果を用いた自動的な切替えを実行可能であり、

切替え前の目標点に向かって走行する当該移動体は、前記相対位置演算を行うべき目標点の切替えによって次の目標点に向かって走行を継続すること

を特徴とする位置検出装置。

【請求項4】

請求項2記載の位置検出装置において、前記第1の目標点が進行方向で最も近い目標点であり、第2の目標点が進行方向において、前記第1の目標点の次の目標点であることを特徴とする位置検出装置。

【請求項5】

請求項4記載の位置検出装置において、前記第1の目標点が終点であるとき、第2の目標点も終点とすることを特徴とする位置検出装置。

【請求項6】

移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、

当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備え、

前記切替手段は相対位置演算を行うべき目標点を、終点方向の目標点に向かって切替える機能と、始点方向の目標点に向かって切替える機能を有し、

切替え前の目標点に向かって走行する当該移動体は、前記相対位置演算を行うべき目標点の切替えによって次の目標点に向かって走行を継続すること

を特徴とする位置検出装置。

【請求項7】

移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、

当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備える位置検出装置と、

該位置検出装置から出力される前記相対位置と相対角度を用いて当該移動体の走行を制御する走行制御手段と、前記相対位置と相対角度により、前記切替手段に対し、外部切替信号を与える切替判定手段を有する走行制御装置とを備え、

前記切替手段は、前記外部切替信号により、相対位置演算を行う目標点を切替え、

切替え前の目標点に向かって走行する前記移動体を、前記相対位置演算を行うべき目標点の切替えによって次の目標点に向かって走行を継続するように制御すること
を特徴とする制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体を目標地まで誘導するために、移動体の走行制御手段に対して制御処理に必要な位置に関する情報を提供する位置検出装置と、それを用いて自律走行する移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、特許文献1には、工場・物流倉庫などにおいて、部品の運搬や荷役作業用として走行経路にガイドラインを描き、そのガイドラインに沿って走行するAGV (Automated Guided Vehicle) と呼ばれる無人搬送車が知られている。この無人搬送車は、車両にガイドラインを磁気的に検知するルート検出器が設けられ、そのルート検出器からの検知信号を車両側の制御装置に送り、駆動輪をコントロールすることによって無人搬送車をガイドラインに沿って走行させている。

【0003】

また、目的地まで移動ロボットの自律移動を制御する技術として例えば、特許文献2に示す移動体システムが知られている。この移動体システムは、移動ロボットの探索範囲内に存在する物体までの距離及び方向を検出する距離センサと、平板標識の設置される位置を含む走行経路の地図情報を記憶する地図情報記憶手段と、距離方向検出装置の検出結果と地図情報記憶手段に記憶された地図情報とを照合して移動ロボットの進行方向を決定する進行方向決定手段とを有し、地図情報と距離センサからの測定情報とを照合し、地図上での移動ロボットの位置を推定しながら移動ロボットの走行駆動系(車輪)を制御することによって、予め設定された経路を辿って目標地まで移動ロボットを誘導するように構成している。

また、特許文献3では、移動ロボットを走行制御することを目的として、目標点が入力されると、目標点までの相対位置、相対角度を算出する位置検出装置が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-95146号公報

【特許文献2】特開2010-140247号公報

【特許文献3】特開2014-191689号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に示す無人搬送車は、走行路案内用のガイドラインを検知することで車両経路に沿って走行することから、無人搬送車の走行経路を変更する場合、ガイドラインを設置し直す必要がある。一方、特許文献2に示す移動体システムは、予め設定した経路を辿

10

20

30

40

50

って移動経路内において移動ロボットの位置・姿勢を推定しながら自律的に移動するためのシステムであるため、目標地の設定を変更するだけで、簡単に移動ロボットの経路を変更することができる機能を備えている。また、特許文献3に示す位置検出装置を用いて、目標点までの相対位置、相対角度を0にするように、移動ロボットの走行制御を行えば、目標点まで走行することができる。従って、目標点を順次切り替えていくことにより、始点から最終目標点（終点）までの経路を自動的に走行することができることが述べられている。

【0006】

しかしながら、特許文献3においては、入力手段6から目標点を出力することが示されているが、その切替方法については必ずしも明確にされていない。目標点の切替がスムーズに行えない場合には、途中の目標点において、次の目標点が設定されるまで一時停止せざるを得ないなどの不具合を生じる可能性がある。

【0007】

このため、本発明では、移動ロボットの走行を行う走行制御装置が、複数の目標点を経由しながら、途中で不意の停止や減速を行うことなく制御するシステムを実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る位置検出装置においては、移動体の経路を構成する複数の目標点が入力される経路入力手段と、当該移動体から周囲環境までの距離を測定する距離センサからのデータが入力されるデータ入力手段とを備え、当該移動体の周囲環境の地図情報と当該距離センサから得られた情報を用いて、当該移動体の位置と角度を同定する位置同定手段と、前記経路入力手段により入力された当該移動体の目標点である目標位置と目標角度に対する当該移動体の相対位置と相対角度を演算する相対位置演算手段と、前記移動体の移動に応じて、相対位置演算を行うべき目標点を切替える切替手段とを備え、前記切替手段は、外部からの外部切替信号により、相対位置演算を行う目標点を切替え、切替え前の目標点に向かって走行する当該移動体は、前記相対位置演算を行うべき目標点の切替えによって次の目標点に向かって走行を継続することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る位置検出装置を取り付けた移動体は、途中の目標点で停止することなく、終点までスムーズに自律移動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

[図1]第1の実施例における本発明の位置検出装置を自律型移動体に適用した制御系全体を示す概略構成ブロック図である。

[図2]地図Bにおける始点TP0から終点TP6までを目標点TPiにより定義した経路の関係を示す説明図である。

[図3]経路を表す目標点の情報を一覧にした表の一例である。

[図4]本発明の位置検出装置における目標点切替手段の処理方法を示すフローチャートである。

[図5]第2の実施例における制御系全体を示す概略構成ブロック図である。

[図6]図5の位置検出装置における目標点の切替処理を行うためのフローチャートである。

[図7]第2の実施例における目標点一覧表である。

[図8]第2の実施例における目標点一覧表である。

[図9]第2の実施例において位置検出装置の内部情報だけで自動的に目標点を切替える制御系全体を示す概略構成ブロック図である。

[図10]第3の実施例におけるフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

【0012】

図1は、本発明である位置検出装置3を用いた移動ロボット1に適用した制御システムの第1の実施例の概略構成ブロック図である。この図において、移動ロボット1は、左右の車輪をそれぞれ駆動する左モータ20、右モータ21を備えた走行装置2、複数の経路を記憶した経路記憶手段5、ロボット1の前方に取り付けられて、周囲までの距離を水平方向に270°の範囲で計測するレーザ距離センサ6、レーザ距離センサの距離データからロボット1の位置を同定し、目標点に対する相対位置、相対角度を算出する位置検出装置3、相対位置、相対角度のデータを用いて走行装置2の左右モータ20、21を制御する走行制御装置4から構成される。なお、経路記憶手段5は位置検出装置3、あるいは、走行制御装置4に内蔵されていてもよい。

10

【0013】

まず、位置検出装置3の構成を説明する。位置検出装置3は、独立したユニットである。図1のシステム構成では、移動ロボット1に適用されているが、位置検出装置3のみを他の移動体に適用しその位置検出を行うことができる。レーザ距離センサ6からの距離データを、位置検出装置3のデータ入力手段(図示しない)を介して位置同定手段7に入力する。この位置同定手段7においては、地図記憶手段9に事前に記憶しておいたロボット1が走行する領域の地図を出力し、データ照合手段8で距離データと地図を照合する。地図と距離データが一致することを評価することにより、この地図における絶対位置X、Y、絶対角度を同定する。また、切替手段11では、経路記憶手段5に記憶された経路の中から指定された経路が、位置検出装置3の経路入力手段(図示しない)を介して入力される。経路は後述するように、経路上の目標点を複数列挙することにより定義される。この切替手段は内部の相対位置、相対角度の情報と、外部切替信号により、目標点を切替えることができる。切替手段11において指定された目標点は、目標位置 X_{tp} 、 Y_{tp} 、目標角度 θ_{tp} のベクトル情報(目標点ベクトル)として、相対位置演算手段12に入力される。相対位置演算手段12では、絶対位置X、Y、絶対角度 θ と、目標位置 X_{tp} 、 Y_{tp} 、目標角度 θ_{tp} を用いて、

20

$$dx = (X - X_{tp}) \cos \theta_{tp} + (Y - Y_{tp}) \sin \theta_{tp}$$

$$dy = (X - X_{tp}) \sin \theta_{tp} + (Y - Y_{tp}) \cos \theta_{tp}$$

$$d = \theta - \theta_{tp}$$

30

により、相対位置 dx 、 dy 、相対角度 d を算出する。これらの値を走行制御装置4に出力する。

【0014】

走行制御装置4では、位置検出装置3から入力された相対位置 dx 、 dy 、相対角度 d を用いて、移動ロボットの走行速度を指定する走行速度指令と、旋回半径を決定する旋回指令を、制御指令手段13において算出する。相対位置 dx 、 dy 、相対角度 d が0になるように制御できれば、目標点に到達することができる。次に、速度制御手段14において、旋回指令と走行速度指令から、左モータ速度指令、右モータ速度指令を求める。これらの値を走行装置2の左モータ20、右モータ21に出力することで、ロボット1の走行状態を制御することができる。

40

【0015】

さらに、走行制御装置4においては、経路記憶手段5から選択された経路の情報を切替判定手段15に出力する。切替判定手段15には、他に、絶対位置X、Y、絶対角度 θ 、相対位置 dx 、 dy 、相対角度 d 、および、速度制御手段14が入力される。切替判定手段15の処理方法についても詳細は後述するが、目標点を次の目標点に切替える状態にあると判断した場合には、外部切替信号を位置検出装置3の切替手段11に発信する。これにより、目標点は位置検出装置3の外部から切り替えることができる構成になっている。尚、位置検出装置3と走行制御装置4を組み合わせる移動体を制御する制御装置として構成してもよい。

50

【 0 0 1 6 】

では、図 2 を用いて経路と目標点の関係について説明する。図 2 において、移動ロボット 1 を始点（目標点 TP0）から終点（目標点 TP6）まで、目標点 TP1、TP2、・・・、TP5 を経由点として走行するものとする。始点、終点を含めて、隣り合う目標点は、直線、あるいは、円弧で結ばれていることを条件とする。円弧とは一定の曲率半径を有する円の弧であると定義する。なお、曲率半径は円弧毎に異なる値であってもよいものとする。直線についても、曲率半径が無限大の円弧とみなすこともできる。このような条件の下で定義すると、目標点 TP_i の位置 X、Y、角度、および、その目標点までの曲率半径を明記することで、ロボットが走行する経路を一義的に既定することができる。つまり、経路を目標点で表すことを意味している。また、この経路において、始点 TP0 で走行前に位置状態を

10

【 0 0 1 7 】

図 3 には、図 2 で示した経路を目標点の一覧表で表す方法の一例を示す。行方向に始点から終点までの目標点 TP_i を順次配列している。列方向には、目標点番号 TPNumber、名称、位置 X、Y、角度、曲率、制限速度、切替フラグ F を記載している。各目標点における位置 X、Y、角度は上記説明のとおりであるが、その目標点に至る曲率半径 R の代わりに、その逆数である曲率（1/R）を記述している。曲率 0 は直線を、曲率の正値は反時計方向の旋回を、負値は時計方向の旋回を表せるので、旋回か直線かの走行方法を統一できる利点がある。例えば、図 3 の表において、目標点 TP2 および目標点 TP5 の曲率は 0.2 [1/m] である。曲率半径 5 m の反時計方向を旋回して目標点 TP1 から TP2 へ、あるいは、TP4 から TP5 へ達することがわかる。同様に、目標点 TP3 には、曲率 -0.2 [1/m] で時計方向に旋回して走行することが基本的な経路であると理解できる。目標点 TP1、TP4、TP6 については、曲率が 0 なので、基本的に直線走行である。

20

【 0 0 1 8 】

ここで、本発明の主要ポイントである図 1 の切替手段 1 1 に関して、図 3 に示す切替フラグ F と、図 4 に示す切替手段 1 1 のフローチャートを用いて説明する。移動ロボット 1 が始点である目標点 TP0 付近にあるとき、図 3 に表した経路に従って走行するときの処理方法を説明する。

【 0 0 1 9 】

図 4 のステップ 90 において、初期状態であると判断した場合には、ステップ 91、ステップ 92 の処理を行う。つまり、目標点番号 TPNumber を 0 に設定し、目標点の位置 X (0)、Y (0)、角度 (0) とする。図 3 において、目標点番号 TPNumber が 0 のとき、その目標点 TP0 の切替フラグ F は 1 に設定されている。次に、切替手段 1 1 では、ステップ 100 において切替フラグ F が 1 であることからステップ 101 の処理を行う。ここでは、外部切替信号が入力されるまでは、切替処理を行うことなくフローチャートを終了する。これは次のことを意味している。選択された経路は、移動ロボット 1 が始点にいないことを前提にしている。そこで、目標点 TP0 をまず選択し、目標点 TP0 に対する移動ロボット 1 の相対位置 d x、d y、相対角度 d から、切替判定手段 1 5 は、移動ロボット 1 の位置が目標点に対し、許容範囲内にあるか否かを判断する。許容範囲内に移動ロボット 1 があると判断した場合には、走行制御装置 4 の切替判定手段 1 5 から、外部切替信号を、位置検出装置 3 の切替手段 1 1 に出力する。切替手段 1 1 に外部切替信号が入力されると、図 4 のステップ 101 において、ステップ 103 に移る判断をする。ステップ 103 で、目標点番号 TPNumber を 1 だけ加算することで、目標点番号 TPNumber は 1 となり、目標点 TP1 に切替えることになる。次のステップ 104 では、目標点番号 TPNumber = 1 で指定された目標点の位置 X (1)、Y (1)、角度 (1) を、目標位置 X t p、Y t p、目標角度 t p として出力する。

30

40

【 0 0 2 0 】

図 3 において、目標点番号 TPNumber が 1 になると、切替フラグ F は 0 にリセットされる。そのため、図 4 のフローチャートでは、ステップ 100 でステップ 102 に遷移することを判断する。ステップ 102 において、相対位置 d x が負値で、かつ、あらかじめ設定された切替設定値より絶対値が大きいときは、目標点にまだ接近していないと判断し、“No” を選

50

折して切替処理を終了する。走行制御装置 4 の制御を実施して、相対位置 d_x が負値で、かつ、その絶対値が切替設定値以下になった場合には、切替判定手段 15 からの外部切替信号を待つことなく、位置検出装置 3 の切替手段 11 はほぼ目標点に近づいたものと判断して、目標点の切替処理を行うため、ステップ103、104を実施する。この処理内容は前述したとおりであり、目標点番号TPNumberを2にして、目標点TP2の位置、角度を設定する。このような処理を行うことにより、移動ロボット 1 の速度を減速することなく、ほぼ目標点を通過することができる。また、スムーズに次の目標点までの相対位置、相対角度に対応した制御を実施することができる利点がある。

【0021】

目標点番号TPNumberが1から3の間は、切替フラグFが0であるので、上記の処理を行い、目標点に達する前に、次の目標点とするように切替を行うことで、移動ロボット1を減速することなく、ほぼ目標点の位置をほぼ目標点の角度どおりに通過することができる。

【0022】

図3からわかるように、目標点番号TPNumberが4のときには、切替フラグFが1に設定されているので、図4の切替処理フローチャートでは、ステップ100において、ステップ101に遷移する判断を行う。先に述べたように、ステップ101は外部切替信号が発生するまで切替処理を行わないための判断分岐処理である。従って、図1の走行制御装置4からの外部切替信号が位置検出装置3に入力されない状態では、目標点番号TPNumberは4のままである。そのため、移動ロボット1が目標点TP4に接近して、相対位置 d_x の絶対値が切替設定値よりも小さくなくても、図4において切替処理を行うことはない。移動ロボット1の走行速度指令は目標点までの相対距離により決定されるので、その相対距離が短くなるに従い、走行速度指令も低くなる。最終的に、相対距離が0になったとき、走行速度指令も0となり、目標点TP4に停止するように、走行制御装置4で制御する。このようにして、走行制御装置4は目標点の位置と角度どおりに移動ロボット1を停止する機能を有している。なお、相対距離 d_L とは、相対距離 d_x 、 d_y を用いて、

$$d_L = (d_x^2 + d_y^2)^{1/2}$$

で計算できるが、目標点に近づいたとき、 $d_x > d_y = 0$ となるので、

$$d_L = d_x$$

とみなして、計算を行ってもよい。このようにして、切替フラグFを1にセットすることで、目標点4に一時停止させることができる。

【0023】

次に、走行制御装置4の切替判定手段15が、速度制御手段14の状態や外部周囲の状態から、目標点4での一時停止を解除して再走行を開始できると判断した場合には、外部切替信号を切替手段11に出力する。これにより、図4のステップ101でステップ103、104の処理に遷移することを行う。目標点番号TPNumberが5となり、目標点TP5までの相対位置 d_x 、 d_y 、相対角度 d が位置検出装置3から走行制御装置4に出力されるので、移動ロボット1の走行が開始される。

【0024】

最終的には、目標点番号TPNumberが6となり、目標点TP6に近づく。その切替フラグFは1なので、移動ロボット1は与えられた経路どおりに走行して、終点である目標点TP6に停止することができる。

【0025】

この実施例を用いれば、始点、一時停止を行う目標点を除いては、位置検出装置3が本来有している相対位置情報を利用して自動的に目標点を切替えるので、走行制御装置4の処理を軽減することができ、経路どおりに移動ロボットを走行できる利点がある。また、走行制御装置4の処理を軽減することで、この位置検出装置3を搭載できる移動体の範囲も広がることになり、容易に経路走行を実現する移動ロボットシステムを構築できる特徴もある。

【0026】

10

20

30

40

50

図5は第2の実施例を示す制御システムの概略構成ブロック図である。図5が図1と異なる点は、1つの相対位置演算手段12が、第1相対位置演算手段17と第2相対位置演算手段18の2つになり、2つの目標点に対する相対位置、相対角度を位置検出装置3から出力している。そのため、切替手段11からは2つの目標点 TP_i TP_j の目標位置 X_{tpi} 、 Y_{tpi} 、 X_{tpj} 、 Y_{tpj} 、目標角度 θ_{tpi} 、 θ_{tpj} を出力している。

【0027】

図5に示す位置検出装置3の切替手段11の処理方法について、図6のフローチャートを用いて説明する。図7に示すように、いずれの目標点においても、切替フラグFが1とした場合の動作について述べる。図6の処理では、はじめに、ステップ90で処理状態を判断して、ステップ91、ステップ92に示すように、目標点番号 $TPNumber = 0$ 、目標位置 X_{tpi} 、 Y_{tpi} 、目標角度 θ_{tpi} をそれぞれ $X(0)$ 、 $Y(0)$ 、 (0) とする。次に、ステップ93において、目標位置 X_{tpj} 、 Y_{tpj} 、目標角度 θ_{tpj} を同様に、それぞれ $X(1)$ 、 $Y(1)$ 、 (1) とする。次に、ステップ100では切替フラグFが1なので、常にステップ101に遷移し、外部切替信号が切替手段11に入力されるまでは、切替処理は行われない。

【0028】

この状態で、始点である目標点 TP_0 からの相対位置、相対角度を位置検出装置3の第1相対位置演算手段17から走行制御装置4に出力しているので、移動ロボット1の走行開始条件を満足するか否かを走行制御装置4の切替判定手段15が判断することができる。走行開始できると判断したときには、すでに次の目標点 TP_1 からの相対位置、相対角度を第2相対位置演算手段18から出力しているため、外部切替信号の発生の有無にかかわらず、すぐに、走行制御装置4の判断により、目標点 TP_1 に向かって走行を開始することができる。当然のことながら、ロボット走行状態にかかわらず、切替判定手段15からも外部切替信号を位置検出装置3に出力する。これにより、切替手段11において、ステップ103で目標点番号 $TPNumber$ は1になり、ステップ104で目標位置 X_{tpi} 、 Y_{tpi} 、目標角度 θ_{tpi} はそれぞれ $X(1)$ 、 $Y(1)$ 、 (1) になる。ステップ105では、 $TPNumber$ は終点の番号である6とは異なるため、ステップ106の処理に遷移する。ここで、目標位置 X_{tpj} 、 Y_{tpj} 、目標角度 θ_{tpj} はそれぞれ $X(2)$ 、 $Y(2)$ 、 (2) となる。以上の結果、位置検出装置3からは、目標点 TP_1 と目標点 TP_2 からの相対位置、相対角度が走行制御装置4に出力される。

【0029】

次に、移動ロボット1が走行制御装置4の制御により目標点 TP_1 に近づいた状態について説明する。走行制御装置4では、目標点 TP_1 、目標点 TP_2 のいずれまでの相対位置、相対角度がわかっているため、制御指令手段13の旋回指令については、目標点 TP_1 を超えるまでは、目標点 TP_1 の相対位置、相対角度に対応した制御を行うことで、目標点 TP_1 の目標位置を目標角度どおりに通過するように移動ロボット1を制御する。また、走行速度指令については、目標点 TP_2 までの相対距離に応じて、速度制御を行うことができるため、移動ロボット1は速度を極端に減速することなく、通過することができる。なお、図1の実施例の場合には、目標点を通る前に目標点を切替える必要があったため、完全に目標点を通る制御ができるかどうかについては不明であった。それに対して、本実施例を用いれば、複数の目標点に対する相対位置、相対角度を位置検出装置3が出力することにより、減速することなく、目標点上を通過し、次の目標点に向けて制御を行うことができる利点がある。

【0030】

目標点 TP_1 を通過した後は、制御指令手段13の旋回指令についても、目標点 TP_2 の相対位置、相対角度に対して制御を行うことで目標点 TP_2 に向かって走行を継続できる。この状態になった後、走行制御装置4は外部切替信号を位置検出装置3に出力することで、目標点 TP_2 、 TP_3 からの相対位置、相対角度に切替えることができる。この方法により、ロボット制御の切替と、目標点の切替を分離できるので、切替のタイミング等を微妙に合わせたりする必要がなく、安心して制御を行うことができる。

【0031】

目標点 TP_4 において、一時停止を行う場合にも、走行制御装置4の判断により処理を行

10

20

30

40

50

うことで実現できるので、特に、問題になることはない。位置検出装置 3 は走行制御装置 4 の指示の下に、走行制御装置 4 が必要とする相対位置、相対角度を適宜出力し続けるので、不具合を生じにくい制御システムの構造を実現できる利点がある。

【 0 0 3 2 】

さらに、目標点番号TPNumerが終点である 6 になったときには、図 6 のステップ105の判断により、ステップ107に遷移し、目標位置 X_{tpj} 、 Y_{tpj} 、目標角度 θ_{tpj} は、それぞれ目標位置 X_{tpi} 、 Y_{tpi} 、目標角度 θ_{tpi} と同じく、 $X(6)$ 、 $Y(6)$ 、 $\theta(6)$ となる。これにより、2つの相対位置、相対角度について、位置検出装置 3 が同じ値を出力することで、終点であることを走行制御装置 4 に示していることになる。これを用いて、走行制御装置 4 が終点での位置決め制御を行うことも可能である。

10

【 0 0 3 3 】

以上のように、本実施例に示す位置検出装置を用いれば、走行制御装置に必要な位置情報を走行制御装置からの指示に従い常に提供することができるので、移動ロボットを停止や減速することなく目標点どおりに通過させながら、経路を始点から終点まで容易に走行させることができる。

【 0 0 3 4 】

図 8 は図 7 と異なり、切替フラグ F をすべて 0 にしたときの目標点の一覧表である。この経路の情報に従って、図 5 の制御システムを動作させたときの状態を図 6 に示す切替手段のフローチャートで説明する。切替フラグ F が常に 0 であるので、図 6 のステップ100では、ステップ108の処理に遷移する。この処理はステップ102と異なり、移動ロボット1が目標点を通過後、あらかじめ設定された通過設定値以上に、相対距離がなったか否かを判断する。通過設定値は一時停止時の位置決め制御でオーバーシュート量により設定することが望ましい。例えば、オーバーシュート量が相対位置 d_x で 0.05m 以下であれば、通過設定値は 0.1m、あるいは、0.2m に設定する。

20

【 0 0 3 5 】

目標点が TP1、TP2、TP3、あるいは、TP5 の場合には、一時停止することなく、目標点を切替えながら、走行を継続すればよいので、前の実施例で説明したように、2つの目標点に対する相対位置、相対角度を活用して、目標点を通過後も次の目標点に向かって走行を継続するように制御すればよい。そして、移動ロボット1が目標点に対して、通過設定値以上に相対位置 d_x が大きくなったとき、図6のステップ108において、ステップ103に移行する。これにより、内部の情報だけで、目標点を切替えることができるので、走行制御装置 4 からの外部切替信号を出力することなく、自動的に切替を実現できる。従って、他の方式よりもさらに走行制御装置の負担を軽減することができる利点がある。目標点 TP4 の場合には、走行制御装置 4 が一時停止であることを把握し、前の実施例と同様の処理により、目標点 TP4 に対する相対位置、相対角度を用いて位置決め制御を行う。当然、位置決め制御時のオーバーシュートは 0.05m 以下に抑えることができるので、通過設定値を超えることはなく、望まない状態で自動的に目標点が切替ることではない。さらに、一時停止を終了して、走行を開始すると、通過設定値を相対距離が超えるので、そのときには位置検出装置 3 が自動的に目標点の切替を実施することになる。

30

【 0 0 3 6 】

このようにすると、ここで示した位置検出装置を用いれば、走行制御装置が切替信号を位置検出装置に出力することなく、位置検出装置が自動的に目標点の切替を行うことができる。そのため、図 9 に示す制御ブロック図のように、図 5 に示す走行制御装置 4 から位置検出装置 3 に出力している外部切替信号を削除することができる。

40

【 0 0 3 7 】

従って、経路に従って走行する移動ロボットを、この位置検出装置により簡単に構築することができる特徴がある。

【 0 0 3 8 】

図 10 は、第 3 の実施例における移動ロボットが経路上を走行中に停止して一旦電源をオフしたときに有効な切替手段 11 の処理方法を示すフローチャートである。図 6 の実施

50

例と異なる点は、図 10 においてステップ110、ステップ111を追加したことである。移動ロボットの電源を一旦オフしたときの位置情報を用いて、初期位置同定を実施した後、走行を開始する前に行う処理について説明する。経路のどの目標点に対して走行を開始したらよいかを判断するために、始点である目標点TP0から終点である目標点まで、外部切替信号を 1 にセットして順次切り替えていく。この場合には、ステップ110においてステップ103に遷移することを判断するので、目標点を順次前進方向で切替える。そして、最も適切であると判断した目標点になるように、外部切替信号を - 1 にセットして出力する。これにより、ステップ110では、ステップ111に遷移し、目標点番号TPNumberを - 1 だけ減じる。これにより、外部切替信号 - 1 を出力するたびに、目標点が終点から 1 つずつ始点側に移動していく。そして、最適と判断した目標点まで達した状態に、位置検出装置 3 を設定した状態から、走行制御を開始することで、スムーズに再起動をすることができる。なお、最適な目標点が終点に近いと想定した場合には、初めに目標点番号TPNumberを終点の値にセットして、外部切替信号を - 1 に設定して最適点の評価をより少ない切替回数で確定することができる。

10

【 0 0 3 9 】

本発明において、以上のように、位置検出装置 3 を移動ロボットに用いると、位置情報に関する機能を位置検出装置 3 に集約することができるので、経路どおり走行するロボットシステムの構築が容易になる。

【 符号の説明 】

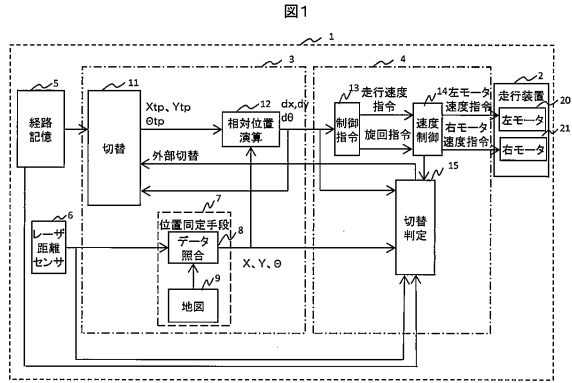
20

【 0 0 4 0 】

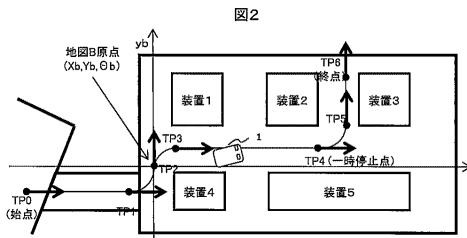
- 1 移動ロボット
- 2 走行装置
- 3 位置検出装置
- 4 走行制御装置
- 5 経路記憶手段
- 6 レーザ距離センサ
- 7 位置同定手段
- 8 データ照合手段
- 9 地図記憶手段
- 11 目標点切替手段
- 12 相対位置演算手段
- 13 制御指令手段
- 14 速度制御手段
- 15 切替判定手段
- 17 第 1 相対位置演算手段
- 18 第 2 相対位置演算手段
- 20 左モータ
- 21 右モータ

30

【図1】



【図2】



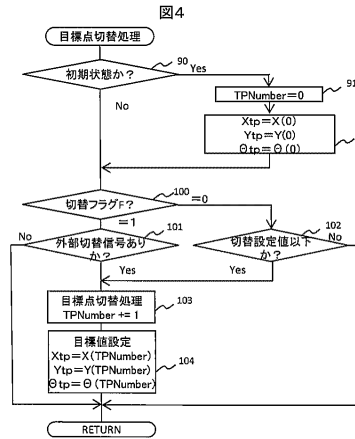
【図3】

図3

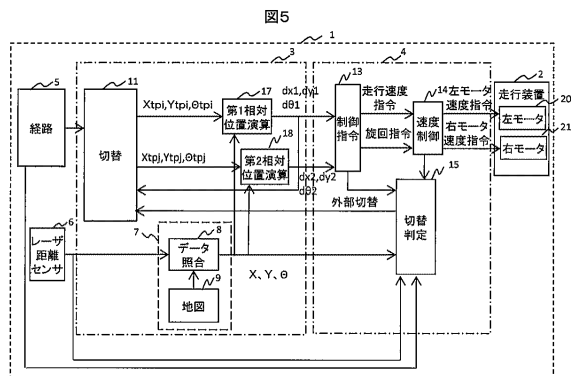
番号 TPNumber	名称	位置 X[m]	位置 Y[m]	角度 θ [deg]	曲率 1/m	切替 フラグF
0	TP0	-40	-5	0	—	1
1	TP1	-5	-5	0	0.0	0
2	TP2	-0	0	90	0.2	0
3	TP3	5	5	0	-0.2	0
4	TP4	45	5	0	0.0	1
5	TP5	50	10	90	0.2	0
6	TP6	50	30	90	0.0	1

切替フラグF (0:自動内部切替、1:外部切替)

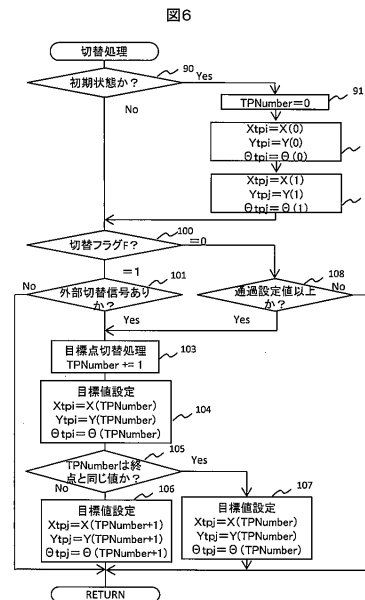
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

図7

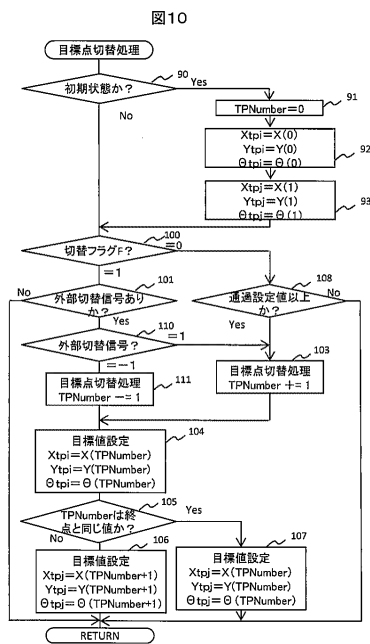
番号 TPNumber	名称	位置 X[m]	位置 Y[m]	角度 θ [deg]	曲率 [1/m]	切替 フラグF
0	TP0	-40	-5	0	—	1
1	TP1	-5	-5	0	0.0	1
2	TP2	-0	0	90	0.2	1
3	TP3	5	5	0	-0.2	1
4	TP4	45	5	0	0.0	1
5	TP5	50	10	90	0.2	1
6	TP6	50	30	90	0.0	1

【図8】

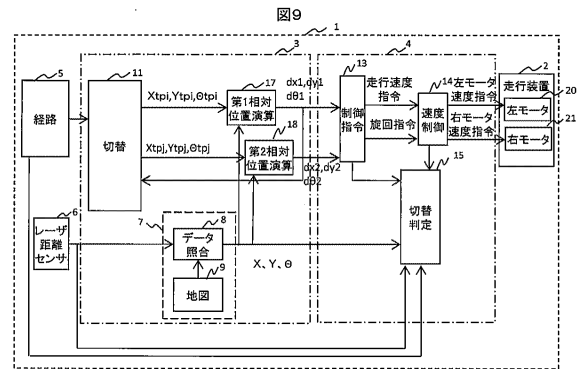
図8

番号 TPNumber	名称	位置 X[m]	位置 Y[m]	角度 θ [deg]	曲率 [1/m]	切替 フラグF
0	TP0	-40	-5	0	—	0
1	TP1	-5	-5	0	0.0	0
2	TP2	-0	0	90	0.2	0
3	TP3	5	5	0	-0.2	0
4	TP4	45	5	0	0.0	0
5	TP5	50	10	90	0.2	0
6	TP6	50	30	90	0.0	0

【図10】



【図9】



フロントページの続き

審査官 稲垣 浩司

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

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