

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-34866
(P2007-34866A)

(43) 公開日 平成19年2月8日(2007.2.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05D 1/02 (2006.01)	G05D 1/02 S	5H301
A47L 11/00 (2006.01)	G05D 1/02 L	
	A47L 11/00	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-219860 (P2005-219860)	(71) 出願人	399048917 日立アプライアンス株式会社 東京都港区海岸一丁目16番1号
(22) 出願日	平成17年7月29日 (2005.7.29)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
		(72) 発明者	岡田 祐子 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	荒井 稜 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	朝 康博 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体の走行制御方法及び自走式掃除機

(57) 【要約】

【課題】

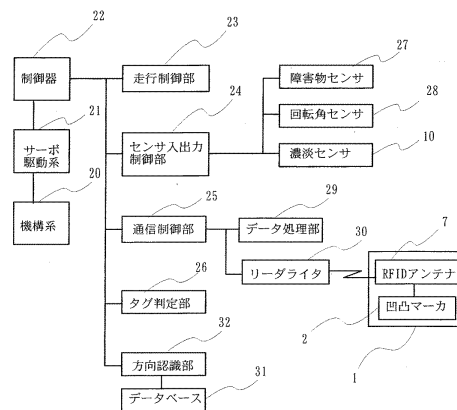
自走式掃除機において、容易に自律掃除領域を設定する。

【解決手段】

自走式掃除機9は、マーカ2が発する濃淡または色彩の信号を検出するセンサ10と、自身の回転角度を検出する回転角度センサ28と、障害物を検出する障害物センサ27と、これらセンサからの情報取り込みを制御するセンサ入出力制御部24を有する。マーカからのRFID情報を入力するリーダライタ30を通信制御部25が有する。障害物センサが検出した信号が、マーカからの信号か否かをタグ判定部26が判定する。センサの出力を予め記憶手段31に記憶されたデータと比較して、走行方向を方向認識部32が判断する。

【選択図】 図5

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

境界を規定するマーカの信号を検出して移動体を走行させる移動体の走行制御方法において、マーカに対する移動体の向きの変化に応じて変化する信号を検出し、この検出信号を予め求めた移動体の角度情報と比較して移動体のマーカに対する向きを判定し、判定された移動体の角度に基づいて移動体の走行方向を制御することを特徴とする移動体の走行制御方法。

【請求項 2】

前記マーカに R F I D 発信手段を設け、この R F I D 発信手段からの信号によりマーカであることを移動体に認識させることを特徴とする請求項 1 に記載の移動体の走行制御方法。

10

【請求項 3】

前記マーカは、移動体がマーカと正対する位置からの回転角度により変化する濃淡または色彩の信号を発生するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の移動体の走行制御方法。

【請求項 4】

マーカが発する濃淡または色彩の信号を検出するセンサと、自身の回転角度を検出する回転角度センサと、障害物を検出する障害物センサと、これらセンサからの情報取り込みを制御するセンサ入出力制御部と、マーカからの R F I D 情報を入力するリーダライタを有する通信制御部と、前記障害物センサが検出した信号がマーカからの信号か否かを判定するタグ判定部と、前記センサの出力を予め記憶手段に記憶されたデータと比較して走行方向を判断する方向認識部とを備えたことを特徴とする自走式掃除機。

20

【請求項 5】

前記濃淡信号は、矩形状の板を左右方向に折りたたんだ形状に作成され、折りたたんだ板が交互に明度の高い色と明度の低い色に彩色されているマーカが発生する信号であることを特徴とする請求項 4 に記載の自走式掃除機。

【請求項 6】

床面上を水平方向に移動させる移動手段を備えた移動体の走行制御方法であって、移動体が発する視野におけるパターンが移動体の向きに応じて変化する構造物を配置し、この構造物のパターンを移動体に認識させ、この変化するパターンに対応する移動体の視野の方向を記憶し、移動体が認識したパターンと記憶手段に記憶した視野の方向とから移動体の向きを定めることを特徴とする移動体の走行制御方法。

30

【請求項 7】

前記パターンが変化する構造体は、平板を多数回山形および谷形に交互に折り曲げた形に形成されており、折り曲げられた形の隣り合う面は互いに異なる方向を向いており、移動体の視野の方向に直交する面にこの構造体を射影したパターンに基づいて移動体の向きを定めることを特徴とする請求項 6 に記載の移動体の走行制御方法。

【請求項 8】

前記構造体のパターンを、構造体の表面の濃淡明度と輝度と色相の少なくともいずれかを用いて定めることを特徴とする請求項 7 に記載の移動体の走行制御方法。

40

【請求項 9】

前記構造体のパターンを定めた濃淡明度または輝度または色相を、閾値を用いてディスクリット化し、この閾値と前記射影したパターンから求めた濃淡明度または輝度または色相が合致するように前記移動体を移動させて、移動体の向きを定めることを特徴とする請求項 8 に記載の移動体の走行制御方法。

【請求項 10】

前記パターンが変化する構造体に取り付けた固体識別手段からの信号を移動体が発出可能であることを特徴とする請求項 6 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の移動体の走行制御方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、自律走行する移動体に係り、特に自走式掃除機に好適な走行制御方法及び自律走行体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の自律走行する移動体の例が、特許文献1に記載されている。この公報に記載の自律走行ロボットでは、基準位置と作業領域の出入口の間に設定した走行経路を走行させるために、初めに待機位置を基準位置として記憶させる。その後、走行制御手段がロボットを走行させ、駆動車輪の走行量をエンコーダが検出し、進行方向と移動距離を算出している。この計測データを随時経路記憶手段に記憶する。一方、ロボットに取り付けた視覚センサが出入口のマーカを認識し、マーカ位置を出入口として経路記憶手段に記憶する。

10

【0003】

【特許文献1】特開2002-287824号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1に記載のロボットの自律走行においては、視覚センサが仮想的に出入口を検出しているが、視覚センサが検出精度を高めようとすると高価になるとともに、検出センサ及びその信号処理手段が大型化する。一方、検出精度を犠牲にして小型化すると、正確な仮想位置を検出できなくなる恐れがあり、自律走行の維持が困難になる。特に自律走行させる自走式掃除機に応用した場合には、同じところを繰り返し掃除したり、掃除ムラが出来るなどの不具合を発生する恐れがある。

20

【0005】

本発明は、上記従来技術の不具合に鑑みなされたものであり、その目的は簡単な方法で移動体を自律走行させることにある。本発明の他の目的は、移動体の移動範囲を容易に設定できるようにすることにある。本発明のさらに他の目的は、移動体の移動環境によらず、簡単に移動範囲を設定できるようにすることにある。そして、本発明はこれら目的の少なくともいずれかを達成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

上記目的を達成する本発明の特徴は、境界を規定するマーカの信号を検出して移動体を走行させる移動体の走行制御方法において、マーカに対する移動体の向きの変化に応じて変化する信号を検出し、この検出信号を予め求めた移動体の角度情報と比較して移動体のマーカに対する向きを判定し、判定された移動体の角度に基づいて移動体の走行方向を制御するものである。

【0007】

そしてこの特徴において、マーカにRFID発信手段を設け、このRFID発信手段からの信号によりマーカであることを移動体に認識させるようにしてもよく、マーカは、移動体がマーカと正対する位置からの回転角度により変化する濃淡または色彩の信号を発生するものであってもよい。

40

【0008】

上記目的を達成する本発明の他の特徴は、マーカが発する濃淡または色彩の信号を検出するセンサと、自身の回転角度を検出する回転角度センサと、障害物を検出する障害物センサと、これらセンサからの情報取り込みを制御するセンサ入出力制御部と、マーカからのRFID情報を入力するリーダライタを有する通信制御部と、障害物センサが検出した信号がマーカからの信号か否かを判定するタグ判定部と、センサの出力を予め記憶手段に記憶されたデータと比較して走行方向を判断する方向認識部とを備えたものである。

【0009】

そしてこの特徴において、記濃淡信号は、矩形状の板を左右方向に折りたたんだ形状に

50

作成され、折りたたんだ板が交互に明度の高い色と明度の低い色に彩色されているマーカが発生する信号であることが望ましい。

【0010】

上記目的を達成する本発明のさらに他の特徴は、床面上を水平方向に移動させる移動手段を備えた移動体の走行制御方法であって、移動体が発見する視野におけるパターンが移動体の向きに応じて変化する構造物を配置し、この構造物のパターンを移動体に認識させ、この変化するパターンに対応する移動体の視野の方向を記憶し、移動体が発見したパターンと記憶手段に記憶した視野の方向とから移動体の向きを定めることにある。

【0011】

そしてこの特徴において、パターンが変化する構造体は、平板を多数回山形および谷形に交互に折り曲げた形に形成されており、折り曲げられた形の隣り合う面は互いに異なる方向を向いており、移動体の視野の方向に直交する面にこの構造体を射影したパターンに基づいて移動体の向きを定めるのが好ましい。

10

【0012】

さらに、構造体のパターンを、構造体の表面の濃淡明度と輝度と色相の少なくともいずれかを用いて定めるようにしてもよく、その場合には、構造体のパターンを定めた濃淡明度または輝度または色相を、閾値を用いてディスクリット化し、この閾値と射影したパターンから求めた濃淡明度または輝度または色相が合致するように移動体を移動させて、移動体の向きを定めるのがよい。また、パターンが変化する構造体に取り付けた固体識別手段からの信号を、移動体が発見可能にするのが望ましい。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、床面上に簡易な境界認識具を配置するだけで、移動体を自律走行させることができる。また、境界認識具の構成が簡単であるから、移動体の移動範囲を容易に設定できる。さらに、境界認識具を床上に置くだけでよく設置に制限が無いので、移動環境によらずに簡単に移動範囲を設定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明に係る移動体の走行制御方法についてのいくつかの実施例を、図面を用いて説明する。図1に、移動体を自律走行させるのに用いる境界認識具1を、斜視図で示す。以下の記載においては、移動体の例として自走式掃除を取り上げる。境界認識具1は、自走式掃除機が自律走行する際に、掃除領域外へのオーバーランを防止するためのものであり、部屋の床面に配置される。この境界認識具1は、境界として設定される仮想的な壁の位置と壁沿い向を示す仮想壁指標タグである。

30

【0015】

仮想壁指標タグ1は、図2に詳細を示す矩形平板を折り曲げた形状に形成された濃淡凹凸マーカ2と、この濃淡凹凸マーカ2を収容する直方体状の透明ケース3と、直方体状の透明ケースの一側面に取り付けたアンテナ7およびICチップ8付の無線タグ(RFIDタグ: radio frequency identification tag)とを有している。透明ケース3の底面には、この透明ケース3を床に固定する両面接着テープ4が貼付されている。

40

【0016】

濃淡凹凸マーカ2は、上下方向に折り曲げ線が形成されており、折り曲げて形成された平面は、交互に異なる濃さで表面着色されている。すなわち、図2に示すように、黒色の黒色の平面細板5に隣り合って白色の平面細板6が形成されている。黒色平面細板5と白色平面細板6は、山折り部分のなす角が a であり、谷折り部分のなす角が b となっている。図中、左右に延びる点線矢印は、折れ曲げ平板が伸縮および展開する方向であり、この方向を指標タグ1と濃淡凹凸マーカ2が示す方向と定義する。黒色平面細板5と白色平面細板6の数は、少なくとも1枚ずつ必要である。角 a と角 b は、折れ曲げ平面を構成できる角であればよく、 180 度以下の適宜の角度とする。

【0017】

50

このように構成した仮想壁指標タグ1を接着面4を用いて床面に設置したときに、自走式掃除機9が境界を認識する様子を、図3を用いて説明する。図3の右側は、自走式掃除機9と仮想壁指標タグ1の上面図であり、同図の左側は仮想壁指標タグ1内の濃淡凹凸マーカ2の正面図である。したがって、同図右側では、濃淡凹凸マーカ2の折れ線が上下方向になっている。

【0018】

ほぼ円柱形の自走式掃除機9は、その進行方向前面に色の濃淡明度を検出するセンサ10が取り付けられている。このセンサ10は、中心軸回りに所定の角度で円形のセンシング領域11を有している。センサ10の中心軸は、自走式掃除機9の中心Oを通過している。センサ10は、例えば発光部と受光部を有する反射式光センサであり、発光部から投射した光の反射光を受光部で受け、受光光量により色の濃淡明度を識別する。自走式掃除機9は、詳細を図示しないが、吸引機構を備えた筐体と筐体を床面上で直進移動と回転移動させる機構と吸引と移動を制御する電装部品とを備え、自律的に床面上を清掃する。

10

【0019】

図3において、仮想壁指標タグ1の方向とセンサ10の中心軸方向が角度 θ をなす場合には、センサ10がセンシングする領域11では、黒色の平面細板5aの領域が、白色の平面細板6aの陰になり、白色の平面細板6の領域が大きい(同図A参照)。これは、センサ10の中心軸が仮想壁指標タグ1の正対面から右側にずれたためである。これに対して、センサ10が仮想壁指標タグ1に正対すると、黒色の平面細板5と白色の平面細板6とをほぼ同じようにセンサ10がセンシングする、すなわちセンシング領域11が両者でほぼ等しくなる(同図B参照)。自走式掃除機9が左回転し、センサ10の中心軸が仮想壁指標タグ1の方向から角度 θ だけ変化すると、センサ10がセンシングする領域11では、白色の平面細板6cの領域が黒色の平面細板5cの陰になり、白色の平面細板6の領域が小さくなる(同図C参照)。

20

【0020】

自走式掃除機9が回転すると、センサ10の検出範囲11に映る濃淡凹凸マーカ2の像が左右に伸縮変化する。この像の変化に応じて、センサ10で検出する明度値も変化する。その結果、自走式掃除機9の回転角度と明度検出値との間には、例えば図4に示すような関係が得られる。

【0021】

この図4においては、自走式掃除機9が仮想壁指標タグ1に正対する位置を、横軸のゼロとし、この正対位置から自走式掃除機9が右回転すれば回転角度が正になり、左回転すれば回転角度が負となる。明度検出値は、縦軸上の交点を中心とした回転対称形になっており、負の角度側から正の角度側に漸増する。上述した理由により、仮想壁指標タグ2のパターンは、負の回転角度側では黒色が多いパターンとなり、正の回転角度側では白色が多いパターンとなる。

30

【0022】

図5に、センサ10の上述したセンシング特性を用いて、自走式掃除機9を方向制御する制御システムの制御ブロック図を示す。自走式掃除機9は、掃除及び移動のための各種機構系20を有する。たとえば、機構系20は、筐体や機械要素部品、サーボモータなどの駆動部材、バッテリーなどの電源部材を有する。この機構系20には、機構系20が移動や掃除等の実際の動作を実行できるようサーボ駆動系21が接続されている。サーボ駆動系21には、このサーボ駆動系21を動作させる指令を送信する制御器22が接続されている。

40

【0023】

サーボ駆動系21は回路で構成されており、制御器22からの指令信号により機構系20が有するサーボモータなどの駆動部材を駆動させる。制御器22は、例えば中央演算処理装置と周辺回路と記憶素子を備えた組込み型の小型計算機であり、周辺回路はセンサの入出力や通信を制御する。

【0024】

50

制御器 22 には、以下の 5 種の制御部が並列に接続されている。第 1 は、自走式掃除機 9 の走行を制御する走行制御部 23、第 2 は自走式掃除機 9 に取り付けられたセンサ類が検出する信号のタイミング等を制御するセンサ入出力制御部 24、第 3 は後述する R F I D リーダライタ 30 の通信を制御する通信制御部 25、第 4 はセンサが検出したものが仮想壁タグであるか否かを判定するタグ判定部 26、第 5 は自走式掃除機 9 の方向角を求める方向認識部 32 である。

【0025】

ここで、走行制御部 23 は、サーボ駆動系 21 へ指令する走行指令値を発生する。制御器 22 に組み込むソフトウェアである。センサ入出力制御部 24 には、障害物センサ 27 や回転角センサ 28、濃淡センサ 10 が接続されており、センサ入出力制御部はこれらセンサへの入出力を制御する。これも、制御器 22 に組み込むソフトウェアである。センサ入出力制御部 24 に接続される障害物センサ 27 は、例えば超音波センサや赤外線センサであり、壁や家具などの障害物を検出し、この障害物と自走式掃除機 9 との距離を測定する。回転角センサ 28 は、例えば自走式掃除機 9 の車輪を駆動する駆動モータに取り付けたエンコーダであり、車輪の回転角度を検出する。

10

【0026】

タグ判定部 26 は、障害物センサ 27 が検出した障害物が仮想壁指標タグ 1 であるか否かを R F I D リーダライタ 30 の送受信結果から判定する。方向認識部 32 には、データベース 31 が接続されており、このデータベース 31 に記憶された情報と、センサ入出力制御部 24 を介して得られた濃淡センサ 10 および障害物センサ 27、回転角センサ 28 の検出値と、タグ判定部 26 の判定結果とから自走式掃除機 9 の方向角を求める。データベース 31 は、例えば制御器 22 が有する記憶領域であり、図 4 で示した自走式掃除機 9 の回転角と濃淡センサ 10 の校正グラフや検出した仮想壁指標タグ 1 の位置などを記憶している。タグ判定部 26 と方向認識部 32 も、制御器 22 に組み込むソフトウェアである。

20

【0027】

通信制御部 25 には、データ処理部 29 と R F I D リーダライタ 30 とが接続されている。そして、データ処理部 29 は、R F I D リーダライタ 30 を経由して受信した仮想壁指標タグ 1 の R F I D 信号を処理する。R F I D リーダライタ 30 は、アンテナと制御部を内蔵しており、このアンテナと仮想壁指標タグ 1 の R F I D アンテナ 7 との間で情報を無線で送受信する。データ処理部 29 および R F I D リーダライタ 30 も、制御器 22 に組み込むソフトウェアである。

30

【0028】

このように構成した制御システムを用いた制御のフローを、図 6 にフローチャートで示す。自走式掃除機 9 の自走運転を開始すると、自走式掃除機 9 は、予め定めた走行モードまたは自走式掃除機 9 が置かれた状態からの前進走行モードで床面上を走行する(ステップ 100)。走行の途中において、センサ入出力制御部 24 は随時障害物センサ 27 からの信号をタグ判定部 26 に送り、タグ判定部 26 は障害物の有無を判定する(ステップ 101)。障害物と判定したら、ステップ 102 へ進む。障害物がなければ、障害物を発見するまで、上記手順で障害物の探索を進める。

40

【0029】

自走式掃除機 9 の前進を継続し、所定距離になるまで自走式掃除機 9 を障害物に接近させる(ステップ 102)。この所定距離は、仮想壁指標タグ 1 に取り付けられた R F I D と自走式掃除機 9 が備える R F I D リーダライタ 30 との間で信号を送受信可能で、濃淡凹凸マーカ 2 の濃淡変化を濃淡センサ 10 が確実に検出できる距離に設定する。R F I D リーダライタ 30 は検出した障害物に向けて R F I D 信号を送信する(ステップ 103)。

【0030】

R F I D 信号を障害物に送信したので、障害物からの応答信号を待つ。所定時間内に応答信号が得られない場合には、ステップ 101 で検出した障害物が仮想壁指標タグ 1 ではないと判定する(ステップ 104)。そして、ステップ 105 に進み、家具等の障害物と

50

して障害物の回避動作を実行する。障害物を回避したら、次の障害物検出動作を実行する。応答信号が得られた場合には、障害物を仮想壁指標タグ1であると判定し、ステップ106へ進む。

【0031】

ステップ106では、濃淡センサ10を用いて、仮想壁指標タグ2内の濃淡凹凸マーカ2の濃淡明度を検出する。検出した濃淡凹凸マーカ2の濃淡明度と、データベース30に予め記憶したデータとから、濃淡明度に対応した自走式掃除機9の回転角を求める(ステップ107)。求めた角度情報に基づき、自走式掃除機9の方向角を制御する(ステップ108)。

【0032】

掃除領域を設定するための仮想壁指標タグ1の設置を、図7から図10を用いて説明する。図7および図8に、L字型に形成された部屋50の全体及び一部50bを自走式掃除機9が自律走行して掃除する場合を、上面図で示す。図7は部屋全体50を掃除する場合であり、図8は本発明に係る仮想壁指標タグ1を用いて部屋を掃除領域50bと非掃除領域50aとに区画する場合である。

【0033】

部屋全体50を掃除する図7では、前方に濃淡センサ10が、前方および右横の2箇所に障害物検出センサ27a、27bが取り付けられた自走式掃除機9は、始めに壁52a~52f沿いに走行して部屋50の輪郭を把握する。すなわち、図の右下の位置から走行を開始し、右横の障害物センサ27bが進行方向の右側に壁52aを検出する。以後、壁52a~52fとの距離を常に一定に保つようにして、壁52a~52fに沿って一周走行する。

【0034】

部屋50の輪郭を把握したので、部屋50の内部を予め定めた走行パターンで走行し、掃除する。ここでは、部屋50の内部を、矩形を描くように掃除する。つまり、壁52aの方向に移動して掃除し、壁52bの近くまで達したら図中左側に移動し、壁52aの方向に戻る。そして壁52fの近くに達したら、図中右方向に少しだけ移動する。この動作を繰り返すことにより、部屋50全体をくまなく掃除できる。

【0035】

このL字型の部屋50の角部54で、掃除領域50bと非掃除領域50aとに、仮想壁指標タグ1を用いて仕切る。仮想壁指標タグ1を、壁52aの近傍であって部屋のL角部54を向く方向に配置する。図中の点線52gは、部屋50内に設定した仮想壁である。自走式掃除機9は掃除領域50bの輪郭を把握するために、壁52沿い走行を実施する。

【0036】

図7の場合と異なり、自走式掃除機9の前方に仮想壁指標タグ1が配置されているので、壁52a沿い走行中に前方障害物センサ27aが仮想壁指標タグ1を検出する。仮想壁指標タグ1が所定距離まで近づいたことを前方障害物センサ27aが検出したら、図6に示した制御フローに従って、自走式掃除機9は濃淡明度に対応した自身の回転角度を演算する。

【0037】

図3で示したように、仮想壁指標タグ1が前進する自走式掃除機9の真正面に置かれた場合、回転角度は0度となる。また、仮想壁指標タグ1が自走式掃除機9と平行に置かれた場合、回転角度は90度となる。すなわち、角度(90° -)は、自走式掃除機9の進行方向と仮想壁指標タグ1の方向との偏差角度である。したがって、自走式掃除機9を角度(90° -)だけ回転させると、自走式掃除機9の進行方向が、仮想壁指標タグ1の方向と平行になる。

【0038】

仮想壁指標タグ1により部屋50が仮想的に仕切られたから、仮想壁指標タグ1の方向52gを壁として、自走式掃除機9は壁沿い走行を継続する。その後、部屋50の壁52d~52f沿いに一周する。この壁52a、52g、52d~52f沿い走行において、

10

20

30

40

50

仮想壁 5 2 g の位置をデータベース 3 1 に記憶する。その後の掃除領域 5 0 b 内の走行においては、データベース 3 1 に記憶された仮想壁 5 2 g の位置を自走式掃除機 9 が越えないように制御する。

【 0 0 3 9 】

掃除領域 5 0 b の他の例を、図 9 および図 1 0 に示す。図 9 は、矩形の部屋 5 0 に 2 個の仮想壁指標タグ 1 a、1 b を設置して、切り落とし小矩形の掃除領域 5 0 b を形成している。第 1 の仮想壁指標タグ 1 a を、壁 5 2 a の近傍であって、第 2 の仮想壁指標タグ 1 b の方向を向くように設置する。第 2 の仮想壁指標タグ 1 b を、壁 5 2 b から少し離れた部屋 5 0 の中間部に、壁 5 2 b にほぼ平行に設置する。

【 0 0 4 0 】

この場合でも、上記図 8 で示した例と同様の手法で、自走式掃除機 9 の前方障害物センサ 2 7 a が、仮想壁指標タグ 1 a、1 b を検出したら、濃淡明度を測定し自走式掃除機の回転角度を演算し、自走式掃除機の進行方向を制御する。これにより、仮想壁 5 3 a、5 3 b により掃除領域 5 0 b が区画され、以後はこの領域を自走式掃除機 9 が越えないように走行制御する。

【 0 0 4 1 】

複数の仮想壁指標タグ 1 A ~ 1 C を用いて近似的に曲線の仮想壁を構成する例を、図 1 0 に示す。仮想壁指標タグ 1 A ~ 1 C を、半径 r の円周上とみなされるところに、わずかな間隔で配置する。そして、これらの仮想壁指標タグ 1 A ~ 1 C の向きを、円周方向に設定する。仮想壁指標タグ 1 A、1 B を結ぶ直線 $l a$ および仮想壁指標タグ 1 B、1 C を結ぶ直線 $l b$ は、近似的に円弧の一部とみなせるので、自走式掃除機 9 が仮想壁指標タグ 1 C 位置を越えて仮想壁指標タグ 1 C 沿いに前進するときは、その後の自走式掃除機 9 の走行軌跡 $r a$ が円弧状となるように、自走式掃除機 9 の備える走行制御装置に制御させることもできる。

【 0 0 4 2 】

本発明に係る移動体の走行制御の他の実施例を、図 1 1 および図 1 2 を用いて説明する。図 1 1 は、自走式掃除機 9 の回転角度を演算するときに用いる濃淡明度のグラフであり、図 1 2 は、図 1 1 から得られた回転角度を用いて自走式掃除機 9 の走行を制御するフローチャートである。本実施例が、上記実施例と相違するのは、自走式掃除機 9 の回転角度の求め方にある。なお、以下の記載では、仮想壁指標タグ 1 は R F I D を有していないか、または有していてもその機能を使用しないものと仮定している。

【 0 0 4 3 】

自走式掃除機 9 の方向認識部 3 2 が有するデータベース 3 1 には、予め濃淡センサ 1 0 の検出値に対する黒側閾値 $L b$ と白側閾値 $L w$ が記憶されている。濃淡センサ 1 0 の検出値が、黒側閾値 $L b$ 以下であればその値を 0 とする。検出値が白側閾値 $L w$ 以上であれば、その検出値を 2 5 5 とする。黒側閾値 $L b$ と白側閾値 $L w$ の間の場合は、1 2 7 とする。これにより、検出値が離散化される。

【 0 0 4 4 】

この離散化した明度に基づいて、前方に濃淡センサ 1 0 と障害物センサ 2 7 a を有する自走式掃除機 9 の走行を制御する。自走式掃除機 9 を直進走行させると、自走式掃除機 9 は、図 6 に示したときと同様に、仮想壁指標タグ 1 に接近するまで、ステップ 2 0 0 ~ ステップ 2 0 2 の動作を実行する。仮想壁指標タグ 1 に所定距離まで接近したら、一旦自走式掃除機 9 を停止させる (ステップ 2 0 3)。次いで、濃淡センサ 1 0 が障害物の濃淡明度を検出し、図 1 1 に示したグラフを記憶したデータベース 3 1 を参照して、検出した濃淡明度を閾値 $L w$ 、 $L b$ と比較し離散化する (ステップ 2 0 4)。ここで、仮想壁指標タグ 1 と自走式掃除機 9 の位置が、図 3 (A) の状態になっていると仮定すると、濃淡明度検出値を離散化した結果は 0 となる。

【 0 0 4 5 】

明度検出値を離散化した値が 0 または 2 5 5、それ以外の判断をし (ステップ 2 0 5)、明度の離散化値が 0 または 2 5 5 以外、つまり 1 5 0 ならば、自走式掃除機 9 を明度が

10

20

30

40

50

0か255になるまで自身の中心回りに回転させる(ステップ206)。明度の離散化値が0または255なら、明度の離散化値が150になるまで自走式掃除機9を自身の中心回りに回転させる(ステップ207)。このとき、離散化した明度が0から150または255から150へ変わる回転角度 s を、記憶手段に記憶する。

【0046】

自走式掃除機9をさらに同じ方向に回転させ、明度の離散化値が0または255に変化するまで回転を続行する(ステップ208)。そして、ステップ207で、離散化値が0から150に変化してそのときの自走式掃除機9の回転角度の変化を s として記憶したときには、ステップ208で離散化値が150から255へ変わっているのであればステップ208における自走式掃除機9の回転角度を e として記憶する。

10

【0047】

同様に、ステップ207で離散化値が255から150に変化してそのときの自走式掃除機9の回転角度の変化を s として記憶したときには、ステップ208での離散化値が150から0へ変化しているのであれば、ステップ208における自走式掃除機9の回転角度を e として記憶する。本実施例ではステップ208を終了した時点で、自走式掃除機9は図3(C)の状態になっている。

【0048】

自走式掃除機9を回転させる過程において、自走式掃除機9の2個の回転角度 s 、 e が求められたか否かを判断する(ステップ209)。2個の回転角度 s 、 e が求められていたら、検出した障害物は仮想壁指標タグ1であると推定して、次式で仮想壁指標タグ1に自走式掃除機9が正対する角度を求める(ステップ210)。

20

【0049】

$$= (s + e) / 2$$

ステップ206~208において、自走式掃除機9を自身の中心回りに回転させても、2個の回転角度 s 、 e が得られない、つまり明度変化がほとんどないときは、前方障害物センサ27aが検出した障害物は、仮想壁指標タグ1ではないと判断する(ステップ211)。

【0050】

なお、本実施例では、自走式掃除機9が仮想壁指標タグ1に正対する角度を求めるのに、2個の角度 s 、 e を上式を用いて演算して求めている。しかし、黒側閾値 L_b と白側閾値 L_w の差を僅かにし、ステップ207における自走式掃除機9の回転において、離散化した明度が0から150へ、または255から150へ変化したら、近似的に自走式掃除機9が仮想壁指標タグ1と正対したものとする簡略化手法を用いてもよい。

30

【0051】

例えば部屋50の中を自走式掃除機9が自律走行中に、最初の走行で図12に示したフローに従い仮想壁指標タグ1を認識して、データベース31に記憶する。その後、再度の走行で同じ場所に障害物を検出したら、上記複雑な手法を用いる必要がないから、この簡略化手法で自走式掃除機9を走行させる。なお、黒側閾値 L_b と白側閾値 L_w の値は適宜定めればよいが、1回目と2回目以降の検出において値を変えてもよい。

【0052】

上記の説明では、図3に示すように、自走式掃除機9を自身の中心回りに回転させ、仮想壁指標タグ1の濃淡明度の変化を検出し、黒側閾値 L_b と白側閾値 L_w を求めている。しかし、この方法では、自走式掃除機9を回転させると濃淡センサ検出範囲11が水平方向に平行にずれていくので、自走式掃除機9を所定角度以上回転させると、濃淡センサ10の検出範囲11が仮想壁指標タグ1から外れるおそれがある。

40

【0053】

この不具合を回避するためには、前方の障害物センサ27aと仮想壁指標タグ1との距離を一定に保ち、前方の障害物センサ27aの中心軸と仮想壁指標タグ1表面との交点を回転中心として自走式掃除機9を並進および回転移動させて濃淡明度の変化を調べればよい。この場合、板幅の広い黒色平面細板5と白色平面細板6を使用すれば、これら細板5

50

、6の枚数も少なくすむ。また、仮想壁指標タグ1に自走式掃除機9が接近する距離を長くすることもできる。

【0054】

また、仮想壁指標タグ1を部屋の壁52沿いに設置するとき、幅の狭い黒色平面細板5と白色平面細板6の多数枚で構成された濃淡凹凸マーカ2を用いて、仮想壁指標タグ1へ自走式掃除機9をさらに接近させるようにしてよい。この場合、自走式掃除機9を自身の中心回りに回転させても、濃淡センサ検出範囲11内に確実に濃淡凹凸マーカ2が位置するように調整できる。

【0055】

なお上記各実施例では、自走式掃除機9の回転角度と濃淡凹凸マーカ2の明度を用いて、自走式掃除機9の回転角度を制御している。しかし、自走式掃除機9の回転角度を求めるのに、濃淡凹凸マーカ2の色相を利用することもできる。この場合、反射光センサの代わりに、例えば発光ダイオードとRGBフィルタを組み合わせた色相センサを用いれば、自走式掃除機9の回転角度を容易に求めることが出来る。色相フィルタ処理をすると、濃淡センサ検出10が検出したデータからノイズ成分が低減し、方向制御のロバスト性が向上する。また、上記実施例では、濃淡凹凸マーカ2を透明ケースに収納しているが、これは濃淡凹凸マーカ2の折角 a、 bを校正状態と同じ状態に保つのを容易にする。したがって、校正状態と同じ状態を保つ、例えば図2の矢印のような保持具を濃淡凹凸マーカ2の上下に配置するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明に係る自走式掃除機に用いる仮想壁指標タグの一実施例の斜視図。

【図2】図1に示した仮想壁指標タグに用いる濃淡凹凸マーカの斜視図。

【図3】自走式掃除機における境界認識を説明する図。

【図4】濃淡凹凸マーカの性能を説明するグラフ。

【図5】本発明に係る自走式掃除機の一実施例の制御ブロック図。

【図6】図5に示した自走式掃除機の制御フローチャート。

【図7】自走式掃除機の運行を説明する図。

【図8】自走式掃除機の運行を説明する図。

【図9】自走式掃除機の運行を説明する図。

【図10】自走式掃除機の運行を説明する図。

【図11】濃淡凹凸マーカの性能を説明するグラフ。

【図12】本発明にかかる自走式掃除機の実施例の制御フローチャート。

【符号の説明】

【0057】

1 ... 仮想壁指標タグ、2 ... 濃淡凹凸マーカ、3 ... 透明ケース、4 ... 接着テープ、5 ... 濃色の平面細板、6 ... 淡色の平面細板、7 ... RFIDタグのアンテナ、8 ... ICチップ、9 ... 自走式掃除機、10 ... 濃淡センサ、11 ... 濃淡センサ検出範囲、20 ... 機構系、21 ... サーボ駆動系、22 ... 制御器、23 ... 走行制御部、24 ... センサ入出力制御部、25 ... 通信制御部、26 ... タグ判定部、27 ... 距離センサ、28 ... 回転角センサ、29 ... データ処理部、30 ... RFIDのリーダライタ、31 ... データベース(記憶手段)、32 ... 方向認識部、100 ~ 108 ... ブロック、200 ~ 211 ... ブロック。

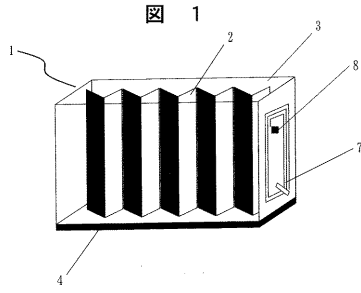
10

20

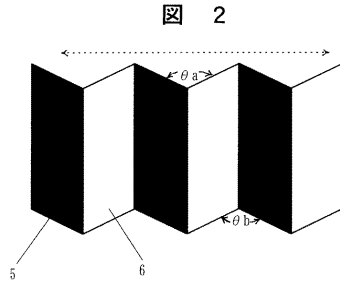
30

40

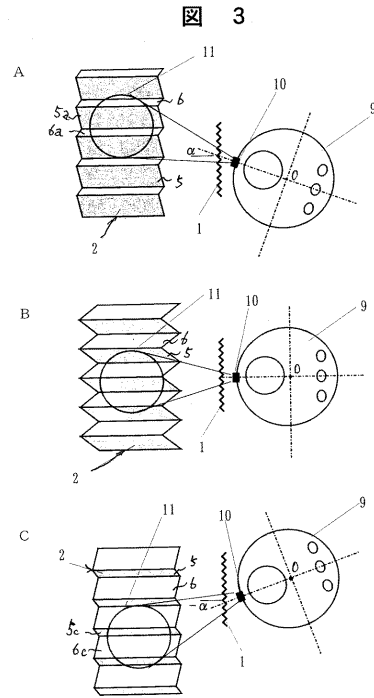
【 図 1 】



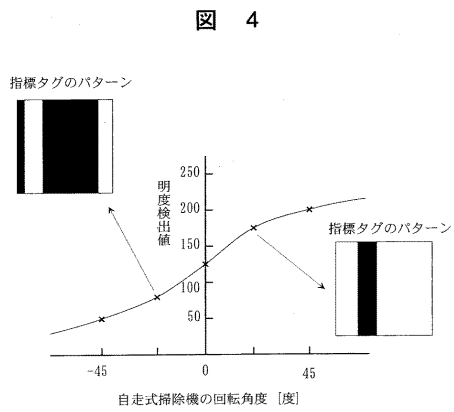
【 図 2 】



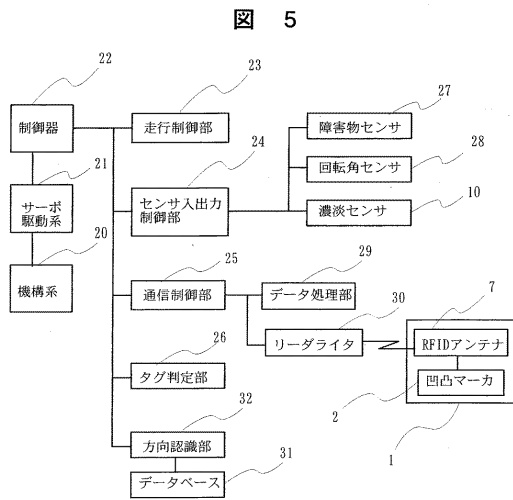
【 図 3 】



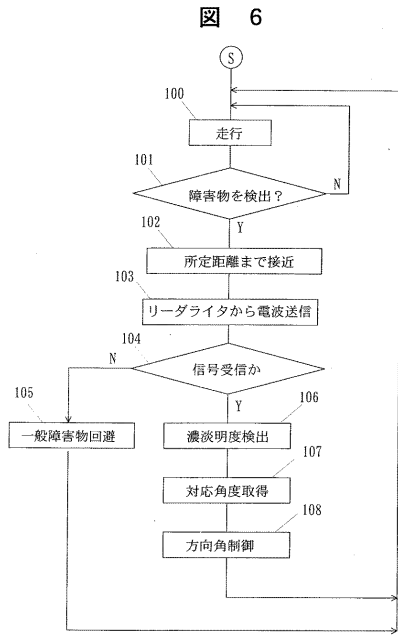
【 図 4 】



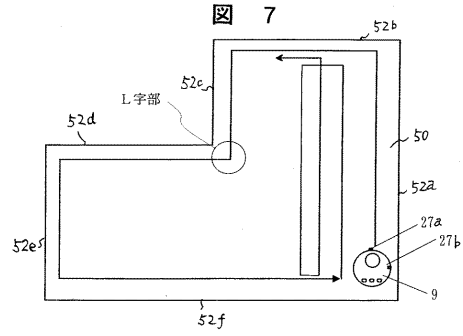
【 図 5 】



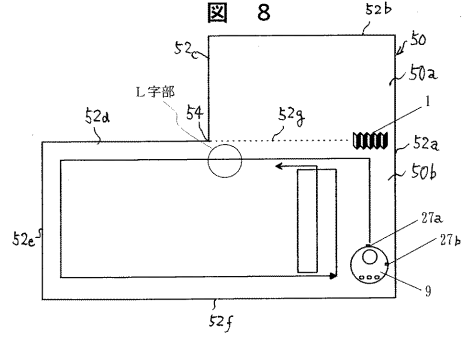
【図6】



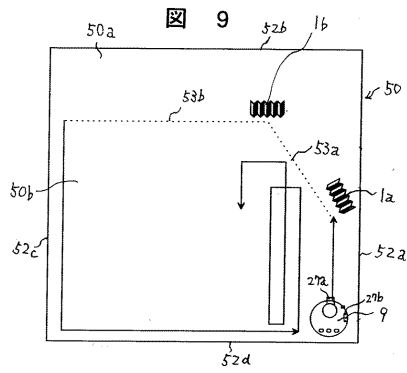
【図7】



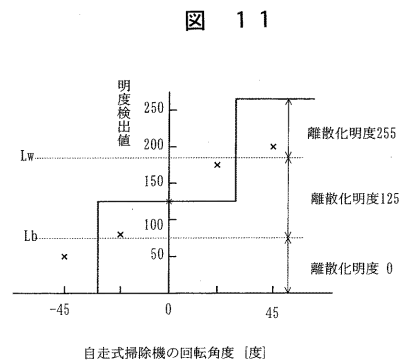
【図8】



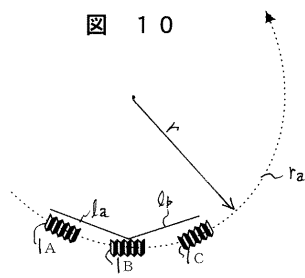
【図9】



【図11】

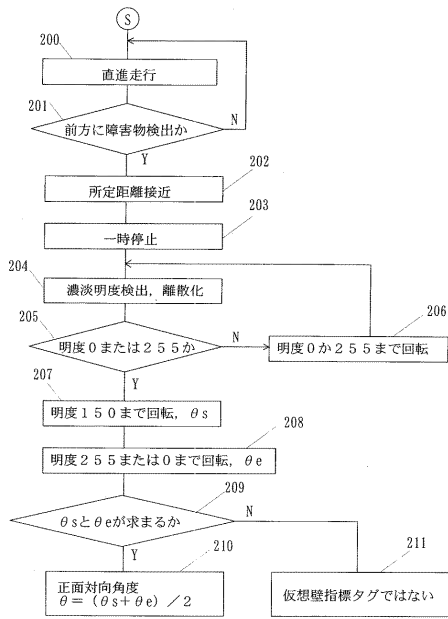


【図10】



【 図 1 2 】

図 1 2



フロントページの続き

(72)発明者 細田 祐司

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 柄川 索

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 小関 篤志

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB11 CC03 CC06 DD01 GG08 JJ01 LL01 LL06 LL11
MM05