

(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2004-275468
(P2004-275468A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 4 7 L 9/28	A 4 7 L 9/28	3 B 0 5 7
G 0 5 D 1/02	A 4 7 L 9/28	5 H 3 0 1
	G 0 5 D 1/02	L
	G 0 5 D 1/02	S

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-71206 (P2003-71206)	(71) 出願人	502131431 日立ホーム・アンド・ライフ・ソリューション株式会社 東京都港区西新橋二丁目15番12号
(22) 出願日	平成15年3月17日(2003.3.17)	(74) 代理人	100075096 弁理士 作田 康夫
		(72) 発明者	柄川 素 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	荒井 穰 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所機械研究所内
		(72) 発明者	一野瀬 亮子 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自走式掃除機およびその運転方法

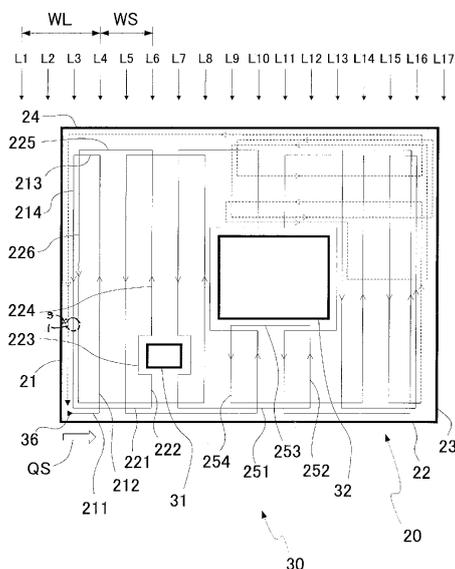
(57) 【要約】

【課題】 自走式掃除機を用いて、迅速に漏れなく掃除する。

【解決手段】 自走式掃除機 1 による掃除においては、始めに部屋 3 0 の一壁面 2 1 に掃除機の吸口 3 の側面を沿わせて移動する。この移動において、掃除機の進行方向の基準を設定する。次いで、部屋の角部 3 6 に達したら直角に壁面 2 2 に沿って所定距離進んだ後さらに直角に曲がり、先に設定した基準方向に従って走行する。壁面 2 2 に対向する壁面 2 4 に達したら螺旋形状を描くように、壁面 2 4 に沿って移動する。その際、先に設定した基準方向を確認補正する。走行途中で障害物 3 1、3 2 があつたら、予め定めた基準に従って回避する経路 2 2 3 を走行するか、その障害物までの間で螺旋を描く経路 2 5 2、2 5 3、2 5 4 を走行する。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自律して走行可能な自走式掃除機において、掃除機を移動させる移動手段と、この移動手段を制御する制御手段と、掃除機の方位角を検出する方位角検出手段と、掃除機の一側部に位置し壁面を検出可能な壁面検出手段とを設け、前記制御手段は、前記壁面検出手段が検出した掃除対象の部屋を区画する壁面に沿って掃除機を走行させたときに前記方位角検出手段が検出した方位角に基づいて、矩形状の走行経路を決定し、この走行経路を掃除機が移動するよう前記駆動手段を駆動することを特徴とする自走式掃除機。

【請求項 2】

掃除機の前方に位置する障害物を検出する障害物検出手段を設け、前記制御手段はこの障害物検出手段が走行経路中に障害物を検出したら、回避移動するよう前記移動手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の自走式掃除機。

10

【請求項 3】

前記障害物検出手段が掃除機の進行方向に障害物を検出したときは、障害物に沿って右沿い走行または左沿い走行をするように前記制御手段が前記移動手段を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の自走式掃除機。

【請求項 4】

掃除対象領域の情報を記憶可能な地図記録手段を設け、この地図記録手段に記録された情報に基づいて前記制御手段は矩形状の走行経路を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の自走式掃除機。

20

【請求項 5】

自律移動可能な自走式掃除機の運転方法において、対向する 1 対の壁面に沿う走行経路部を含む複数のループ状の走行経路にしたがって自走式掃除機を走行させ、壁面に沿う走行経路部の少なくともいずれかにおいて自走式掃除機の基準方向を検出し、この基準方向に基づいて壁面に沿う走行経路部以外の走行経路を決定することを特徴とする自走式掃除機の運転方法。

【請求項 6】

床面の上を移動させる移動手段と、この移動手段を制御する制御手段と、床面を掃除する掃除手段とを備えた自走式掃除機の運転方法において、掃除開始前に右沿い走行または左沿い走行のいずれか一方のみを用いて壁面を探索し、壁面が探索されたら掃除機の方位角を検出する方位角検出手段と壁面位置を検出する壁面検出手段とが検出した情報に基づいて互いに部分的に重なり合う複数の螺旋状の走行経路上をたどって掃除することを特徴とする自走式掃除機の運転方法。

30

【請求項 7】

前記螺旋状の走行経路は、壁面を構成する第 1 の壁面区間に沿う第 1 の横移動経路と、この第 1 の横移動経路に連続する第 1 の縦移動経路と、第 1 の壁面区間に対向する第 2 の壁面区間に沿い第 1 の縦移動経路に連続する第 2 の横移動経路と、第 2 の横移動経路に連続する第 2 の縦移動経路を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の自走式掃除機の運転方法。

【請求項 8】

少なくとも前記第 1 あるいは第 2 の横移動経路に従って掃除機が走行しているときに前記方位角検出手段が方位角を検出し、この検出した方位角に基づいて第 1 および第 2 の縦移動経路の方向を設定することを特徴とする請求項 6 に記載の自走式掃除機の運転方法。

40

【請求項 9】

前記第 1 の横移動経路に従って掃除機を走行をさせるときに方位角検出手段が検出した方位角と、壁面の情報を記憶する地図記録手段に記憶された前記第 1 の壁面区間の方位角とを用いて時々刻々の方位角を補正することを特徴とする請求項 8 に記載の自走式掃除機の運転方法。

【請求項 10】

掃除開始前に壁面に沿って掃除機を周回移動させ、この周回移動の際に壁面検出手段が検

50

出した壁面の情報に基づいて地図記録手段に壁面の情報を記憶することを特徴とする請求項 9 に記載の自走式掃除機の運転方法。

【請求項 1 1】

ループ状の走行経路は壁面に沿う走行経路部にほぼ直交する第 1 の縦移動経路と第 2 の縦移動経路を有し、この 2 つの移動経路の間隔を連続する 2 個の矩形状走行経路間の間隔の半分の奇数倍としたことを特徴とする請求項 5 に記載の自走式掃除機の運転方法。

【請求項 1 2】

連続する 2 個の矩形状走行経路間の間隔は、前記掃除手段の掃除可能幅の 1 倍から 2 倍の間としたことを特徴とする請求項 5 に記載の自走式掃除機の運転方法。

【請求項 1 3】

方位角検出手段と壁面を検出する壁面検出手段とを用いて、複数の壁面区間で囲われた領域を掃除する自走式掃除機の運転方法において、掃除機を障害物または壁面区間に近接するまで所定方向に移動させる第 1 ステップと、掃除機の右側部または左側部のいずれか一方に物体が近接するまで掃除機を移動させ物体に沿って掃除機を周回移動させる第 2 ステップと、前記周回移動において方位角検出手段が検出した方位角の累積変化の方向と前記所定方向を比較する第 3 ステップと、第 3 ステップにおいて累積変化の方向と所定方向との差があらかじめ定めた許容範囲内のときに掃除機を所定角度だけ旋回させて第 1 ステップから繰り返す第 4 ステップとを備えることを特徴とする自走式掃除機の運転方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、自走して掃除する自走式掃除機およびその運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の自走式掃除機の例が、特許文献 1 に記載されている。この公報に記載の掃除機では、前方停止毎に本体前方の壁の状態を確認している。そして、本体の前方に連続な平面があるか否かを判断し、平面があればその平面に対して本体を直角にして方位センサの零点を設定している。

【0003】

従来の自走式掃除機の他の例が、特許文献 2 に記載されている。この公報に記載の掃除機では、本体を移動させる走行手段と、本体の移動方向を転換する移動方向転換手段と、本体の移動を制御する移動制御手段を備えている。移動制御手段は、掃除機本体を 1 対の直線で挟まれた領域内で蛇行走行させている。そして蛇行走行にできなくなったら、本体の進行方向を蛇行走行の進行を阻む領域線から遠ざかる方向に転換させている。なお、掃除機本体の進行方向に位置する障害物を検出する障害物検出手段掃除機本体が有し、障害物を検出したときには、障害物を回避する方向に本体の進行方向を転換している。

30

【特許文献 1】

特開平 8 - 2 1 5 1 1 6 号公報

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 2 0 4 7 6 8 号公報

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 に記載の従来の自走式掃除機においては、本体前方の壁を検出し、本体を壁に直角に位置決めして方位センサの零点を設定している。しかしながらこの方法では、壁が平面に近いときは方向を検出できるが、壁に凹凸があると壁の角度を正確に検出できないおそれがある。また、掃除領域内に、椅子や机などの障害物がある場合には、移動経路を変更して障害物を回避する必要があるが、そのような場合については十分考慮されていない。

【0005】

一方、上記特許文献 2 に記載の自走式掃除機では、障害物を検出した時に方向転換して、

50

障害物を回避している。しかしながら、このような単純な回避方式では、小さい障害物でも移動経路を大きく変更するので、大きな掃除残し領域が発生する。その結果、掃除漏れ領域が生じたり、掃除残し領域を後で掃除しなければならない等の掃除効率を低下させるおそれがあった。

【0006】

本発明は、上記従来技術の不具合に鑑みなされたのもでありその目的は、自走式掃除機を用いて掃除する際に、迅速に漏れなく掃除することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の特徴は、自律して走行可能な自走式掃除機において、掃除機を移動させる移動手段と、この移動手段を制御する制御手段と、掃除機の方位角を検出する方位角検出手段と、掃除機の一側部に位置し壁面を検出可能な壁面検出手段とを設け、制御手段は、壁面検出手段が検出した掃除対象の部屋を区画する壁面に沿って掃除機を走行させたときに方位角検出手段が検出した方位角に基づいて、矩形の走行経路を決定し、この走行経路を掃除機が移動するよう駆動手段を駆動するものである。

10

【0008】

そしてこの特徴において、好ましくは掃除機の前方に位置する障害物を検出する障害物検出手段を設け、制御手段はこの障害物検出手段が走行経路中に障害物を検出したら、回避移動するよう移動手段を制御するものであり、また好ましくは、障害物検出手段が掃除機の進行方向に障害物を検出したときは、障害物に沿って右沿い走行または左沿い走行するように制御手段が移動手段を制御するものである。また、掃除対象領域の情報を記憶可能な地図記録手段を設け、この地図記録手段に記録された情報に基づいて制御手段は矩形の走行経路を決定するものであってもよい。

20

【0009】

上記目的を達成する本発明の他の特徴は、自律移動可能な自走式掃除機の運転方法において、対向する1対の壁面に沿う走行経路部を含む複数のループ状の走行経路にしたがって自走式掃除機を走行させ、壁面に沿う走行経路部の少なくともいずれかにおいて自走式掃除機の基準方向を検出し、この基準方向に基づいて壁面に沿う走行経路部以外の走行経路を決定するものである。

【0010】

そしてこの特徴において、ループ状の走行経路は壁面に沿う走行経路部にほぼ直交する第1の縦移動経路と第2の縦移動経路を有し、この2つの経路の間隔を連続する2個の矩形状走行経路間の間隔の半分の奇数倍とするのがよく、連続する2個の矩形状走行経路間の間隔は、前記掃除手段の掃除可能幅の1倍から2倍の間とするのがよい。

30

【0011】

上記目的を達成するさらに他の特徴は、床面の上を移動させる移動手段と、この移動手段を制御する制御手段と、床面を掃除する掃除手段とを備えた自走式掃除機の運転方法において、掃除開始前に右沿い走行または左沿い走行のいずれか一方のみを用いて壁面を探索し、壁面が探索されたら掃除機の方位角を検出する方位角検出手段と壁面位置を検出する壁面検出手段とが検出した情報に基づいて互いに部分的に重なり合う複数の螺旋状の走行経路上をたどって掃除することにある。

40

【0012】

そしてこの特徴において、螺旋状の走行経路は、壁面を構成する第1の壁面区間に沿う第1の横移動経路と、この第1の横移動経路に連続する第1の縦移動経路と、第1の壁面区間に対向する第2の壁面区間に沿い第1の縦移動経路に連続する第2の横移動経路と、第2の横移動経路に連続する第2の縦移動経路を含むのがよい。また、好ましくは少なくとも第1あるいは第2の横移動経路に従って掃除機が走行しているときに方位角検出手段が方位角を検出し、この検出した方位角に基づいて第1および第2の縦移動経路の方向を設定するものであり、第1の横移動経路に従って掃除機を走行をさせるときに方位角検出手段が検出した方位角と壁面の情報を記憶する地図記録手段に記憶された第1の壁面区間の

50

方位角とを用いて時々刻々の方位角を補正するのが望ましい。さらに、掃除開始前に壁面に沿って掃除機を周回移動させ、この周回移動の際に壁面検出手段が検出した壁面の情報に基づいて地図記録手段に壁面の情報を記憶するのがよい。

【0013】

上記目的を達成するさらに他の特徴は、方位角検出手段と壁面を検出する壁面検出手段とを用いて、複数の壁面区間で囲われた領域を掃除する自走式掃除機の運転方法において、掃除機を障害物または壁面区間に近接するまで所定方向に移動させる第1ステップと、掃除機の右側部または左側部のいずれか一方に物体が近接するまで掃除機を移動させ物体に沿って掃除機を周回移動させる第2ステップと、周回移動において方位角検出手段が検出した方位角の累積変化の方向と所定方向を比較する第3ステップと、第3ステップにおいて累積変化の方向と所定方向との差があらかじめ定めた許容範囲内のときに掃除機を所定角度だけ回転させて第1ステップから繰り返す第4ステップとを備えるものである。

10

【0014】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の自走式掃除機とその運転方法の一実施例を、図面を用いて説明する。図1は、本発明に係る自走式掃除機を用いて掃除領域を掃除する様子を示す図であり、図2は図1に示した掃除をするのに用いる自走式掃除機の一実施例の上面断面図と側面断面図である。

【0015】

図2において、自走式掃除機1は右側から左側へと走行する。自走式掃除機1は、本体2と図示しないリモコンとを備えている。本体2は、ベース2aと、このベース2aに搭載された電池8と、ベース2aの前部に位置し、床面を掃除する際に用いる吸口3と、ベース2aに搭載され吸口3から塵埃を吸込む集塵機4と、本体2が床面上を移動するとき用いる左右一対の車輪5a, 5bと、これら車輪5a, 5bを個々に駆動しベース2aに搭載されたモータ6a, 6bと、本体2の動作を制御しベース2aの前部に搭載された制御装置7とを有する。左右のモータ5a, 5bには、車輪の回転速度を検出するロータリーエンコーダ15a, 15bが取り付けられている。ベース2aの下面であって後側には、ベース2aを支持するキャスター13が取り付けられている。ベース2aに搭載された各部品を覆うように、本体2の外周部には天蓋部を有する円筒形のカバー14が取り付けられている。

20

30

【0016】

制御装置7は、モータ5a, 5bに独立に制御指令を与える。各モータ5a, 5bの回転速度と回転方向を制御して、本体2を床面上で、前進、後退、あるいは回転させる。吸口3を床面に接触させて、集塵機3が床面の上のごみを吸引する。吸口3は壁際まで掃除可能にするために、本体2の右側に移動可能であり、この移動のために吸口移動機構16がベース2a上面の吸口3に対応位置に設けられている。

【0017】

ベース2aの後部には、ジャイロ10が搭載されている。ジャイロ10は、圧電振動ジャイロ等の角速度センサであり、本体2の床面上における回転速度を検出する。検出された角速度を制御装置7が積分して、方位角Qを得る。具体的には、方位角Qを以下のように計算する。制御装置7には、直前の方位角Qが方位角記憶値Qmとして記憶されている。ジャイロ10が検出した角速度と、前回方位角を算出したときからの経過時間との積を、方位角記憶値Qmに加えた値を現在の方位角とする。そして、この求めた方位角で方位角記憶値Qm書き換える。

40

【0018】

カバー14の上部最前部には前方の障害物を検出する前方近接センサ11が設けられている。また、右側車輪5aの上方であって、カバー14面には掃除機1の右側に位置する壁面を検出する側方近接センサ12が設けられている。センサ11、12に対向する物体までの距離を、センサ11、12から発光した赤外線ビームが物体に当たって生じた反射光を用いて検出する。確実に物体を検出するために接触センサを併用しても良い。側方近接

50

センサ 1 2 は、壁沿い走行の方向に応じて、右または左側の一方に設ける。本実施例では、本体 2 が右側の壁沿い走行（以下、「右沿い走行」と称す。）をするので、側方近接センサ 1 2 を本体 2 の右側に設ける。

【 0 0 1 9 】

制御装置 7 は、ロータリーエンコーダ 1 5 a , 1 5 b およびジャイロ 1 0、前方近接センサ 1 1、側方近接センサ 1 2 が検出した情報に基づいて、モータ 5 a , 5 b を駆動して本体 2 を移動させる。制御装置 7 は、CPU およびメモリ、入出力回路を備える制御用コンピュータシステムである。制御装置 7 の動作アルゴリズムを実行するために、メモリにコンピュータプログラムが内蔵されている。制御装置 7 のメモリの一部は、地図情報 4 1 を記憶するのに使用される。

10

【 0 0 2 0 】

このように構成した自走式掃除機 1 は、吸口 3 の幅だけ掃除しながら前方へと走行する。その際、本発明においては掃除機 1 を螺旋走行させて、未掃除領域を低減している。この様子を図 1 を用いて説明する。なお、以下の記載においては、室内の移動可能な領域の外周を定める壁やドアなどを、「壁面」と総称する。

【 0 0 2 1 】

壁面には、部屋の境となる壁やドア、壁に沿って置かれた棚などの家具が含まれる。部屋に開口部が形成されているときは、自走式掃除機 1 が部屋の外に出ないように磁気テープや光ビームなどのマーカーを開口部に取付けるが、壁面はこのマーカーにより区切られる仮想的な壁も含む。部屋の 4 壁面を各壁面ごとに区切る。これを、壁面区間と称する。部屋の内部であって壁面から離れた位置に配置された椅子や机等は、その配置領域が掃除できない場合には「障害物」と称する。

20

【 0 0 2 2 】

図 1 および図 6 に、室内における自走式掃除機 1 の走行経路の例を示す。掃除する部屋 3 0 は、4 個の壁面区間 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 を有する壁面 2 0 により囲まれている。椅子、ソファなどの障害物 3 1 , 3 2 が部屋 3 0 内に置かれている。自走式掃除機 1 を、部屋 3 0 内の任意の位置に置く。始めに、掃除領域を認識させる。この様子を、図 6 に示す。掃除機 1 を現在の向きのままで前進させ、経路 2 0 1 をたどって壁面 2 0 まで移動させる。次いで掃除機 1 は、経路 2 0 2、2 0 3 をたどって壁面 2 0 に沿い部屋 3 0 を一周走行する。この走行により、掃除領域を設定する。これで準備作業が終了する。

30

【 0 0 2 3 】

次に掃除作業に移行する。掃除領域が設定されたので、図 1 に示すように、掃除を開始する。掃除の際には、最初に壁面区間 2 1 に沿って走行する。次いで、矩形ループの経路をたどる螺旋掃除走行モードに移る。螺旋掃除走行モードにおいて障害物 3 1 , 3 2 を見つけたら、障害物に沿って掃除機をループの内側に移動させ、経路 2 2 3 をたどって障害物を回避する。次に、隣のループに移り、掃除し残した部分を掃除する。

【 0 0 2 4 】

以下に、自走式掃除機 1 の制御アルゴリズムを、図 3 および図 4 に示したフローチャートを用いて説明する。図 3 は準備作業の詳細を示す図であり、図 4 は掃除作業の詳細を示す図である。手順 1 0 1 において、制御装置 7 のメモリに記憶された地図情報 4 1 上の全ての場所に対して、「未確認」のマークを書き込む。

40

【 0 0 2 5 】

地図情報 4 1 の詳細を、図 5 に示す。地図情報 4 1 は、2 次元配列データ $m(i, k)$ である。掃除領域を含む床面を、所定の間隔で格子状に分割して、小領域 $A(i, k)$ を作成する。各小領域 $A(p, q)$ に配列要素 $m(p, q)$ を対応付ける。各配列要素 $m(p, q)$ には、「未確認」、「壁面」、「掃除済」または「障害物」のいずれかのマークを書き込む。図 5 においては、壁面マーク 4 4 を文字「W」で表示している。空白の配列要素は、「未確認」を示す。格子の間隔は、掃除する部屋の大きさおよび走行に要求される精度、メモリ容量、計算速度等に基づいて、例えば 1 cm 程度の間隔に定める。

【 0 0 2 6 】

50

手順102において、左右の車輪5a, 5b駆動用モータ6a, 6bを駆動する。前方近接センサ11が、壁面または障害物を検出したら、壁面または障害物の近傍に接近するまで自走式掃除機1を直進させる。この接近量を、予め定めておく。予め定めた接近位置まで自走式掃除機1が近づいたら、手順103において自走式掃除機1を左に90度回転させる。自走式掃除機1の右側に配置した側方近接センサ12が、壁面または障害物を検出する。

【0027】

手順104で、壁面または障害物が進行方向右側に位置するように掃除機1を位置決めし、壁面または障害物に沿って壁面または障害物を一周する。それとともに、掃除機1の走行中に壁面あるいは障害物が検出された位置に対応する地図情報41データベースに、「壁面」のマークを書き込む。壁面を一周したのは、壁面の形状の情報を精度良く取得して、掃除中の走行精度を高めるためである。

10

【0028】

壁面または障害物に沿う走行においては、側方近接センサ12が検出した壁面または障害物とセンサ12までの距離に基づいて、掃除機1を壁面または障害物から所定距離だけ離す。壁面または障害物までの距離は、側方近接センサ12の精度に応じて、できるだけ短く設定する。吸口移動機構16が吸口3を本体2の右側にせり出させるので、壁面または障害物の近傍まで、掃除が可能になる。走行中に前方近接センサ11が壁面または障害物を検出したときは、掃除機1を左に回転させる。そして、掃除機1の右側面を壁面または障害物に向けたのち、壁面または障害物に沿って走行する。

20

【0029】

掃除機1の走行中は、ジャイロ10が検出した角速度を積分して、自走式掃除機1の進行方向の方位角Qを求める。左右のロータリーエンコーダ15a, 15bが検出した移動距離と方位角Qとを用いて、掃除機1の移動量と移動方向をベクトル量として得る。この移動のベクトル量を積算して、自走式掃除機1の位置を求める。手順104の初期状態と現在の位置とを随時比較し、初期位置との偏差が所定範囲内になったら、一周したものと判断する。そのため、掃除機1は、障害物31, 32を壁面20と誤認しないように、壁面探索手段を備える。準備作業においては、掃除するために最初に自走式掃除機1を置く場所が定まっていない。したがって、手順102において掃除機1が壁面20と障害物30, 31のどちらに接近するかは分からない。

30

【0030】

手順105では、掃除機1が走行中に変化した方位角Qの方向を調べる。方位角の変化方向が右回転(時計回り)のときは手順106に進み、左回転(反時計回り)のときは手順107に進む。手順106では、自走式掃除機1を左側に角度45度から135度程度の範囲でランダムに回転させて、上記手順101から手順105をやり直す。方位角の変化が反時計方向のときは、手順107において、自走式掃除機1を、壁面20に右沿って走行させ、角部に達したら角を曲がり終えるまで走行を続ける。

【0031】

図6では、自走式掃除機1を壁面区間21に向けて置いているので、手順102に従って掃除機1が直進すると、壁面区間21に経路201をたどって接近する。その後、手順103および手順104において、自走式掃除機1は経路202をたどって壁面20に沿って一周する。部屋30を一周する間に自走式掃除機1の方位角Qは、累計して左回りに(反時計回りに)360度回転する。これにより手順105では、手順107に進むように判断する。

40

【0032】

以上とは異なり図7に示すように、自走式掃除機1を障害物32に向けて置くと、手順102の経路204をたどる直進走行では、掃除機1は障害物32に接近する。そして、手順103および手順104にしたがって自走式掃除機1は、障害物32の回りを経路205をたどって一周する。自走式掃除機1の方位角Qは、障害物32を一周する間に累計して右に(時計回りに)360度回転する。したがって手順105では、手順106に進む

50

ように判断する。その結果、自走式掃除機 1 は左に旋回し、障害物 3 2 から離れる方向を向く。

【0033】

障害物 3 2 を離れたので、再度手順 1 0 1 にしたがって壁面を探索する。再探索では、自走式掃除機 1 が手順 1 0 2 ~ 手順 1 0 4 にしたがって経路 2 0 6、2 0 7 を進み、壁面沿い一周走行を完了する。本探索法により、部屋 3 0 内の障害物 3 0、3 1 を壁面 2 0 と混同することがなく、確実に壁面 2 0 を探索できる。なお、左沿い走行を選択しても同様の手順で壁面探索が可能である。

【0034】

手順 1 0 7 を実行したので、自走式掃除機 1 は壁面区間 2 1 ~ 2 4 のいずれかの端に位置する。そして、掃除機 1 は進行方向を壁面区間に沿う方向に向ける。図 6 においては、経路 2 0 3 をたどって部屋 3 0 の角 3 4 まで進み、壁面区間 2 2 の端に位置する。 10

【0035】

準備作業が終わったら、図 4 に示したアルゴリズムにより、掃除を開始する。初めに手順 1 0 8 において、集塵機 4 を始動し、吸口 3 から床面のごみを吸引する。そのとき、現在位置を掃除開始点 3 6 として記録手段に記憶する。集塵機 4 の始動は、準備段階の初めまたは途中であってもよい。

【0036】

手順 1 0 9 において、基準方位 Q S をジャイロ 1 0 が検出した現在の進行方向、すなわち、走行中の壁面区間方向に設定する。基準方位 Q S は、移動経路を定める基準となる方向である。現在の進行方向を基準方位 Q S とする代わりに、地図情報 4 1 に記憶された「壁面」情報から、現在掃除機 1 が沿っている壁面区間の方向を抽出し、抽出した方向を基準方位 Q S に設定すれば、より高精度に基準方位が得られる。 20

【0037】

手順 1 1 0 において、往路基準線 L A および復路基準線 L B を初期設定する。往路基準線 L A および復路基準線 L B は仮想的な線であり、掃除機 1 の走行経路を制御するのに用いる。往路基準線 L A は基準方位 Q S (図 1 においては壁面区間 2 2 方向) に垂直な線であり、現在位置から基準方位 Q S に沿って進み幅 W S の半分の距離だけ離れた位置 L 4 に設定される。復路基準線 L B は基準方位 Q S の逆方向に位置する直線であり、往路基準線 L A からループ幅 W L の距離だけ平行移動した位置 L 1 に設定される。 30

【0038】

本実施例では掃除機 1 の走行経路が矩形状の走行ループであり、この走行ループの基準方位 Q S 側の長さをループ幅 W L としている。進み幅 W S は、連続する 2 つの走行ループ間の距離であり、ループ幅から、2 つの走行ループのオーバーラップ量を差し引いた値である。ループ幅 W L は、進み幅 W S の半分の奇数倍が望ましく、図 1 ではループ幅 W L を、進み幅 W S の 3 / 2 倍に定めている。

【0039】

下記の手順 1 1 1 から手順 1 2 1 において、掃除機 1 は 2 対の対向する経路を有するループ状走行経路を走行する。この対向する経路は、壁面区間 2 2、2 4 に沿う第 1、第 2 の横移動経路と、この第 1、第 2 の横移動経路に直交する第 1、第 2 の縦移動経路である。掃除機 1 が、縦移動経路を走行するときを、往路走行および復路走行と称する。往路走行および復路走行においては、掃除機 1 は、壁面区間 2 2、2 4 際まで走行する。 40

【0040】

ループ状走行経路を走行中に障害物が検出されたら、障害物に対して右沿い走行して回避する。具体的には、往路走行中であれば、往路基準線 L A に戻り往路走行を続ける。同様に、復路走行中であれば復路基準線 L B に戻り復路走行を続ける。往路走行中に障害物を回避して復路基準線 L B に到達したら、復路走行に移行して壁面区間 2 2 に戻る。なお、往路基準線 L A と復路基準線 L B を仮想的な壁面とみなし、往路基準線 L A と復路基準線 L B、実際の壁面および障害物に沿って走行するようにしてもよい。

【0041】

手順 1 1 1 において、自走式掃除機 1 を往路基準線 L A あるいは復路基準線 L B に達するまで、壁面 2 0 に対して右沿い走行させる。つまり、自走式掃除機 1 は、壁面区間 2 2 に沿って経路 2 1 1 をたどって走行し、往路基準線 L A の位置 L 4 まで移動する。その際、ジャイロ 1 0 およびロータリーエンコーダ 1 5 a , 1 5 b が検出した位置を、記録経路 4 2 としてメモリに記憶する。走行して掃除が済んだ領域であって、地図情報 4 1 データのマークが「未確認」のところは、地図情報 4 1 に「掃除済」のマークを書き込む。後述する手順 1 1 5 , 1 1 6 , 1 1 8 , 1 2 0 においても、同様にこのマークを書き込む。

【 0 0 4 2 】

手順 1 1 2 において、往路基準線 L A に達したかどうかを判定する。往路基準線 L A に達したと判断したときは手順 1 1 3 に進み、達していないときは手順 1 1 8 に進む。手順 1 1 3 と 1 1 4 では、手順 1 1 1 の走行中に記録した記録経路 4 2 の方位角 Q 1 と、地図情報 4 1 に記録されている壁面の方位角 Q 2 とを比較し、方位角 Q の検出誤差を補正する。

10

【 0 0 4 3 】

図 7 に、壁面 2 0 に沿って走行する自走式掃除機 1 の走行経路の一部を拡大して示す。図 5 に示した地図情報で表されたところと同じ場所である。壁面 2 0 に沿って走行しているので、自走式掃除機 1 が実際に走行した経路 4 6 を直線近似して求めた方向 Q 3 は、壁面 2 0 の方位角 Q 2 に等しい。しかしながら検出した方位角 Q に含まれる検出誤差により、手順 1 1 1 の走行中に記録した記録経路 4 2 の方向 Q 1 と実際の走行方向 Q 3 との間にずれが生じ、その結果、記録経路 4 2 の方向 Q 1 と壁面 2 0 の方向 Q 2 が一致しない場合がある。手順 1 1 3、1 1 4 ではこのずれを補正する。

20

【 0 0 4 4 】

手順 1 1 3 において、メモリに記憶された記録経路 4 2 が直線に近いかな否かを判断する。壁面の凹凸や側方近接センサ 1 2 の誤差、走行制御のふらつきのため、記録経路 4 2 は曲線になる。記録経路 4 2 の揺らぎが大きいと、正確な方向が得られない。記録経路 4 2 の直線からの偏差 E が予め定めた範囲内であって直線とみなせるときは、手順 1 1 4 に進み、方位角 Q の検出誤差を補正する。記録経路 4 2 を直線とみなせないときは、方位角 Q の検出誤差を補正しないで手順 1 1 5 に進む。偏差を判定するときは、離散点で表された記録経路 4 2 を直線近似して平均経路 4 3 を求める。そして、記録経路 4 2 と平均経路 4 3 偏差 E を演算する。

30

【 0 0 4 5 】

手順 1 1 4 においては、自走式掃除機 1 が壁面に沿い走行するときの平均経路 4 3 の方位角 Q 1 と地図情報 4 1 に記憶された壁面の方位角 Q 2 とを用いて、時々刻々の方位角記憶値 Q_m を補正する。具体的には、方位角 Q 1 と方位角 Q 2 の偏差 ($Q_1 - Q_2$) を前回の方位角記憶値 Q_{m_i} に加えて、新たな記憶値 $Q_m (= Q_{m_i + 1} = Q_{m_i} + Q_2 - Q_1)$ として記憶する。地図情報 4 1 から方位角 Q 2 を求めるときは図 5 に示すように、地図情報 4 1 に記憶された記録経路 4 2 近傍の壁面マーク 4 4 を抽出する。この抽出した壁面マーク 4 4 を直線近似して平均壁面 4 5 を求め、平均壁面 4 5 の傾きから方位角 4 5 を演算する。本実施例では、自走式掃除機 1 が壁に沿って移動したときに計測した記録経路 4 2 を方位角の補正に用いている。その際、壁沿い距離を長くして壁面の凹凸等の影響を低減している。

40

【 0 0 4 6 】

手順 1 1 5 では、壁面あるいは障害物に自走式掃除機 1 が達するまで、自走式掃除機 1 が往路基準線 L A 上を走行する。図 1 に示した例では、自走式掃除機 1 は経路 2 1 2 を走行して壁面区間 2 4 に到達する。自走式掃除機 1 が壁面区間 2 4 に達したら、往路基準線 L A または復路基準線 L B に達するか記録経路 4 2 上に戻るまで壁面あるいは障害物に対して右沿い走行させる (手順 1 1 6)。この走行中、壁面または障害物を検出した場所を地図情報 4 1 に「障害物」のマークを記録する。ただし、地図情報 4 2 における壁面情報が「未確認」の場合に限る。この記録動作は、手順 1 2 0 でも実施する。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示した走行では、最初のループの復路基準線 L B は壁面区間 2 1 の外側の線 L 1 で

50

あるから、自走式掃除機 1 は経路 2 1 3 をたどって壁面区間 2 4 沿いに走行して壁面区間 2 1 に達する。壁面区間 2 2 上の位置が現在の記録経路 4 2 である経路 2 1 1 上なので、手順 1 1 6 が終了する。

【0048】

手順 1 1 7 では、自走式掃除機 1 が往路基準線 L A に達したかどうかを判定する。自走式掃除機 1 が往路基準線 L A に達していれば、手順 1 2 2 に進む。自走式掃除機 1 が往路基準線 L A に達していないときは、自走式掃除機 1 が復路基準線 L B に到達するか記録経路 4 2 に戻るまで、自走式掃除機 1 を壁面または障害物に対して右沿い走行させる（手順 1 2 0）。手順 1 2 1 は、自走式掃除機 1 が記録経路 4 2 に戻ったか否かを判断するステップで、記録経路 4 2 に戻っているのであれば手順 1 2 2 に進む。自走式掃除機 1 が記録経路 4 2 に戻っていないのであれば手順 1 1 8 に進む。図 1 に示した走行例の最初のループでは、手順 1 6 で既に記録経路 4 2 に達しているため、その位置から移動しないで手順 1 1 7 から 1 1 9、1 2 2 と進む。

10

【0049】

記録経路 4 2 上の点に到達したら、手順 1 2 2 において新ループ作成のために往路基準線 L A と復路基準線 L B を、基準方位 Q S の方向に進み幅 W S だけ進めて、それぞれ L 3 および L 6 に位置させる。進み幅 W S は、吸口 3 の幅の 1 倍から 2 倍の間である。この手順 1 1 1 ~ 手順 1 2 2 までを繰り返す。その際、往路基準線 L A と復路基準線 L B を、L 1 ~ L 1 7 に設定する。

【0050】

この螺旋走行においては、往路基準線 L A と復路基準線 L B を、進み幅 W S ずつ移動させ、両者の間隔であるループ幅 W L を進み幅 W S の半分の奇数倍に設定している。これにより、往路基準線 L A と復路基準線 L B は重なることがない。進み幅 W S の半分の間隔で交互に往路基準線 L A と復路基準線 L B が現れるるので、往路走行と復路走行が重ならず、重複掃除することがない。

20

【0051】

掃除機 1 の走行間隔が進み幅 W S の半分であるので、最も効率よく掃除するには、進み幅 W S を、吸口 3 の幅の 2 倍に設定すればよい。しかしながら、走行の誤差による掃除漏れが生じるおそれがあるので、進み幅 W S は吸口 3 幅の 2 倍よりも小さいのが望ましい。そこで、進み幅 W S を吸口 3 の幅の 1 倍から 2 倍の間に設定する。

30

【0052】

ところで上記実施例では 2 回目の螺旋走行時に、自走式掃除機 1 が往路基準線 L 6 上を走行しているときに障害物 3 1 に突き当たる。このとき自走式掃除機 1 は、障害物に沿って右沿い走行して一旦往路基準線 L 6 から離れるが、右沿い走行（経路 2 2 3）中に往路基準線 L 6 の位置まで戻ったらその後は、往路基準線 L 6（経路 2 2 4）上を走行する。室内には、椅子の脚などや小さい障害物が多く置かれているが、小さい障害物を回り込んで回避する。自走式掃除機 1 は、壁面区間 2 4 に沿う走行（経路 2 2 5）および復路基準線 L B の位置 L 3 上の走行を続けて壁面区間 2 2 に戻る。

【0053】

また、5 回目の螺旋走行時に、自走式掃除機 1 が往路基準線 L 1 2（経路 2 5 2）上を走行しているときに障害物 3 2 に突き当たる。このとき自走式掃除機 1 は、2 回目の螺旋走行時と同様に、障害物に沿って右沿い走行（経路 2 5 3）して進む。しかし障害物 3 2 が大きいので、自走式掃除機 1 が障害物 3 2 の反対側に回り込む前に、復路基準線 L B の位置に到る。そこで往路走行を中断して、復路走行（経路 2 5 4）に移行する。

40

【0054】

この場合、障害物の向こう側が掃除されずに残る。しかし、走行基準線を L 1 から L 1 7 まで変化させた一通りの掃除が終了した後に、地図情報 4 1 を活用して未掃除領域を把握し上記と同様の手法を用いれば、未掃除領域を減らすことができる。ループ幅 W L に比べて大きい障害物の場合には、回り込み経路を低減した本法によれば、効果的に掃除できる。

50

【0055】

手順123では、螺旋走行が完了したか否かを判定する。螺旋走行の反復が進み、往路基準線LAと復路基準線LBが壁面区間23の外側まで移動したら、これ以上掃除機1を走行させることができない。その場合、螺旋走行を完了したと判定する。この判定は、前回の環状走行経路が新たに作成したループ内にあったか否かを調べて実行される。そして、新ループが前回の走行経路を含まないときは、螺旋走行完了と判断する。螺旋走行が完了した場合には手順124に進み、完了していないときは手順111に戻る。

【0056】

螺旋走行が完了したので、手順124では壁面20に対して右沿い走行し、次の角を曲がって壁面区間23に移動する。手順125において、現在位置が掃除開始点36であるか否かを調べる。掃除開始点36でないときは、手順109～手順124までを繰り返す。ただし、地図情報41を参照して、不要な走行を省く。各螺旋走行前に、地図情報41を参照する。そして第2の横移動経路上に、「未確認」とマークされた領域がないときは、第2の横移動経路を第1の横移動経路に近づける。螺旋走行の経路全体に「未確認」とマークされた領域がないときは、螺旋走行を省いて壁面に沿って進む。これにより、壁面区間23における螺旋走行は、破線で示した経路となる。無駄な走行が減り、迅速に掃除を終えることができる。

【0057】

壁面区間23について螺旋走行を終えたら、同様に、壁面区間24、21について螺旋走行する。本実施例では、未清掃領域がないので、掃除機1は単に壁面区間24、21伝いに移動して掃除開始点36に戻る。掃除開始点36に戻ったので、手順126に進み集塵機4を停止する。本実施例によれば、壁面区間22に沿った螺旋走行では障害物の陰になり掃除され残った部分をも、掃除できる。集塵機4の停止により、自走式掃除機1の掃除が完了する。

【0058】

本実施例によれば、自走式掃除機を壁面に沿って移動させて移動基準方向を決定し、さらに予め求めた地図情報上の壁面の方向と比較して方位角Qを補正しているため、自走式掃除機の走行方向の狂いを低減できる。走行方向の狂いが小さいので、重複掃除幅を小さくすることができ、掃除効率が向上する。螺旋走行毎に頻繁に方位角Qを補正しているため、方位角検出センサは高精度のものでなくてよく、安価なセンサを利用できる。

【0059】

上記実施例では、方位角検出手段にジャイロ10を用いているが、ジャイロ10を省いてロータリーエンコーダ15a, 15bの出力から左右の車輪5a, 5bの回転速度の差を求め、この速度差から方位角Qを検出してもよい。その場合、ジャイロ分だけ安価になる。

【0060】

壁面探索および螺旋走行においては、掃除機1の一側面だけが壁面や障害物に沿えばよいので、側方検出センサ12を一方にのみ設ければよく、センサの数が減り、制御が容易になるとともに安価になる。また、壁際を掃除する吸口3を一方向のみに突き出せばよく、吸口移動機構12が簡単になる。壁際掃除用のブラシ等を自走式掃除機1に設ける場合にも、一方のみに搭載すれば済む。したがって、自走式掃除機1を低コスト化および小型化できる。

【0061】

本実施例では、螺旋走行のループ幅に比べて小さい障害物については、障害物の周りを回り込んで向こう側まで掃除している。そして、ループ幅に比べて大きい障害物については、障害物の手前側と向こう側とに掃除領域を分け、手前側は一連の螺旋走行時に掃除し、向こう側は他の壁面区間の走行時にまとめて掃除している。したがって、掃除残し領域がなく、迅速に掃除できる。

【0062】

なお、上記実施例においては、最初に壁面20に沿って一周走行して、地図情報41に壁

10

20

30

40

50

面の情報を書き込んでいる。そして、書き込まれた情報に基づいて、方位角Qを補正している。しかしながら、最初の準備作業における壁面一周走行や、地図情報41の作成を省略してもよい。このように元になる情報がないときは、手順114においてQ2の代わりに基準方向QSを用いる。壁面20を基準として、第1および第2の縦移動経路を常に壁面に垂直に補正するので、走行経路を簡便に設定できる。4壁がすべて直線とみなされる部屋を掃除するときには、この方法で未掃除領域を発生することなく掃除可能となる。

【0063】

上記実施例においては、自走式掃除機がリモコンを有しているが、リモコンの代わりに本体に操作手段を設けてもよい。また、自走式掃除機の集塵機に貯えられた塵埃を除去する手段や、自走式掃除機の電池を充電する手段を設けてもよい。さらに、自走式掃除機をプログラミング制御して、操作者が不在もしくは立ち会わない状態でタイマー作動させてもよい。また、インターネットや携帯端末等を利用して作動させてもよい。いずれにしても、本発明によれば、自走式掃除機が掃除領域を限なく掃除できるので、操作者の立会いを必ずしも要求しない。

10

【0064】

【発明の効果】

本発明によれば、壁面に沿う走行時に自走式掃除機の基準方位を設定し、この基準方位を用いて自走式掃除機を螺旋走行させているので、自走式掃除機により迅速に掃除できるとともに、未掃除領域を低減できる。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】本発明に係る自走式掃除機の走行経路を説明する図。

【図2】本発明に係る自走式掃除機の一実施例の上面図および側面図。

【図3】本発明に係る自走式掃除機の運転方法の一実施例のフローチャート。

【図4】本発明に係る自走式掃除機の運転方法の一実施例のフローチャート。

【図5】本発明に係る自走式掃除機に用いる地図情報を説明する図。

【図6】本発明に係る自走式掃除機の走行経路を説明する図。

【図7】本発明に係る自走式掃除機の走行経路を説明する図。

【図8】本発明に係る自走式掃除機の走行経路を説明する図。

【符号の説明】

1... (自走式)掃除機、2...本体、3...吸口、4...集塵機、5a, 5b...車輪、6a, 6b...モータ、7...制御装置、8...電池、10...ジャイロ、11...前方近接センサ、12...側方近接センサ、15a, 15b...ロータリーエンコーダ、20...壁面、21~24...壁面区間、30...部屋、31, 32...障害物、41...地図情報、42...記録経路、43...平均経路、45...平均壁面、44...壁面マーク、QS...基準方位、Q1...平均経路の方位、Q2...平均壁面の方位、WS...進み幅、WL...ループ幅。

30

フロントページの続き

(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

(72)発明者 田中 博文

茨城県日立市東多賀町一丁目1番1号 日立ホーム・アンド・ライフ・ソリューション株式会社多
賀事業所内

Fターム(参考) 3B057 DA00

5H301 AA02 AA10 BB11 CC06 DD02 GG07 GG12 GG17 GG29 HH01

LL01 LL06 LL11 LL14