

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5241306号
(P5241306)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int. Cl. F I
G05D 1/02 (2006.01) G O 5 D 1/02 L
 G O 5 D 1/02 J

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2008-114664 (P2008-114664)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年4月24日 (2008.4.24)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-265941 (P2009-265941A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年11月12日 (2009.11.12)	(74) 代理人	100084375
審査請求日	平成22年11月18日 (2010.11.18)		弁理士 板谷 康夫
		(74) 代理人	100121692
			弁理士 田口 勝美
		(74) 代理人	100125221
			弁理士 水田 慎一
		(72) 発明者	上松 弘幸
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電工株式会社内
		(72) 発明者	酒井 龍雄
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律移動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

目的地の情報を含む走行のための各種パラメータおよび走行領域の地図を記憶する記憶手段と、周囲の物体との距離を検出する距離検出手段と、前記地図上における自己位置を取得する位置認識手段と、前記地図上における自己位置および記憶手段に記憶された目的地をもとに走行するための経路を生成する経路生成手段と、走行のための走行手段と、前記位置認識手段により自己位置を認識するとともに前記経路生成手段の生成した経路に基づいて前記走行手段を制御して前記目的地まで走行する走行制御手段と、を備え、前記走行領域に設定された閉領域を所定の掃引幅で走行して塗り潰す自律移動装置において、

前記閉領域は、該閉領域の端部にある少なくとも4つの領域定義点によって設定され、

前記経路生成手段は、前記閉領域を前記掃引幅で走行して塗り潰すように、隣り合う領域定義点を結ぶ互いに対向する2つの線分にそれぞれ該線分を前記掃引幅に基づいて分割した分割点を仮目的地として設定すると共に、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを順次接続して経路を生成し、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路を、直線的に移動する経路とするか、または前記距離検出手段によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路とするかが予め設定されていることを特徴とする自律移動装置。

【請求項2】

前記経路生成手段は、前記2つの線分のうち長い方の線分において設定した仮目的地に基づいて他方の線分における仮目的地を設定することを特徴とする請求項1に記載の自

律移動装置。

【請求項 3】

前記経路生成手段は、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路と、1つの線分内の2つの仮目的地間を移動する経路とを組み合わせ、当該閉領域を渦巻状に外側から内側に向けてまたは内側から外側に向けて移動する経路を順次生成することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の自律移動装置。

【請求項 4】

前記経路生成手段は、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路と、1つの線分内の2つの仮目的地間を移動する経路とを組み合わせ、前記線分の一端側から他端側に向けて順次移動する経路を順次生成することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の自律移動装置。

10

【請求項 5】

前記距離検出手段によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路を生成するように設定されている場合に、

前記経路生成手段は、経路から物体までの距離を、より外側の経路から物体までの距離に前記掃引幅を加えた距離とすることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の自律移動装置。

【請求項 6】

前記経路生成手段は、周囲の物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路を生成する際に、距離を一定に保っている物体がある側とは移動方向反対側にある物体の方が近くなる場合には両側の物体との距離が等しくなる経路を生成することを特徴とする請求項 5 に記載の自律移動装置。

20

【請求項 7】

前記経路生成手段は、前記仮目的地から所定範囲内においては、周囲の物体との距離を保ちつつ移動する経路に代えて当該仮目的地に直線的に接続する経路を生成することを特徴とする請求項 5 に記載の自律移動装置。

【請求項 8】

前記経路生成手段は、前記 2 つの線分のうち長い方の線分を前記掃引幅に基づいて分割し、その分割点を仮目的地として設定する際に、前記長い方の線分の長さを前記掃引幅で割り算して商を求め、前記商を整数となるように切り上げた整数値を該線分を分割するための分割数とすることを特徴とする請求項 2 に記載の自律移動装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、指定された領域を塗り潰すように移動して清掃や環境測定などの作業を行うための自律移動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、住居内において自走し、壁の位置や障害物の位置を取得して住居内の各部屋の全領域の地図情報を生成する自走式ロボットが知られている。この自走式ロボットは、住居内の壁の内壁面から所定の間隔を空けて形成される仮想面に沿って繰り返し周回し、1周回毎に仮想面を内側にシフトさせることにより住居内の全領域を塗り潰すように移動して部屋内部にある障害物の位置を取得する（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0003】

また、両側を壁などで囲まれた廊下などの領域において、壁を検出しては壁沿いに一定距離移動し、その後反対側の壁に向かって移動する動作を繰り返して、両側の壁を交互に伝いながらその領域を塗り潰すように移動する装置が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】特開 2005 - 339408 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 293976 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述した特許文献1に示されるような自走式ロボットによる塗り潰し移動の方法は、対象とする領域の全周囲が壁などで囲まれた領域でしか利用できない。また、上述した特許文献2に示されるような装置による塗り潰し移動の方法は、例えば、廊下の対向する壁の間隔に比べて廊下の長さが長いような領域の場合に、両壁の間を何回も往復移動するのは、移動が小刻みで不自然であり、また、他の移動体や人の移動の邪魔になるなどの問題がある。

【0005】

本発明は、上記課題を解消するものであって、走行領域の種々の形状に柔軟に対応して自然な移動で効率的に領域を塗り潰しできる自律移動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を達成するために、請求項1の発明は、目的地の情報を含む走行のための各種パラメータおよび走行領域の地図を記憶する記憶手段と、周囲の物体との距離を検出する距離検出手段と、前記地図上における自己位置を取得する位置認識手段と、前記地図上における自己位置および記憶手段に記憶された目的地をもとに走行するための経路を生成する経路生成手段と、走行のための走行手段と、前記位置認識手段により自己位置を認識するとともに前記経路生成手段の生成した経路に基づいて前記走行手段を制御して前記目的地まで走行する走行制御手段と、を備え、前記走行領域に設定された閉領域を所定の掃引幅で走行して塗り潰す自律移動装置において、前記閉領域は、該閉領域の端部にある少なくとも4つの領域定義点によって設定され、前記経路生成手段は、前記閉領域を前記掃引幅で走行して塗り潰すように、隣り合う領域定義点を結ぶ互いに対向する2つの線分にそれぞれ該線分を前記掃引幅に基づいて分割した分割点を仮目的地として設定すると共に、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを順次接続して経路を生成し、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路を、直線的に移動する経路とするか、または前記距離検出手段によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路とするかが予め設定されているものである。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、前記2つの線分のうち長い方の線分において設定した仮目的地数に基づいて他方の線分における仮目的地を設定するものである。

【0013】

請求項3の発明は、請求項1または請求項2に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路と、1つの線分内の2つの仮目的地間を移動する経路とを組み合わせ、当該閉領域を渦巻状に外側から内側に向けてまたは内側から外側に向けて移動する経路を順次生成するものである。

【0014】

請求項4の発明は、請求項1または請求項2に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、前記一方の線分における仮目的地と他方の線分における仮目的地とを接続する経路と、1つの線分内の2つの仮目的地間を移動する経路とを組み合わせ、前記線分の一端側から他端側に向けて順次移動する経路を順次生成するものである。

【0015】

請求項5の発明は、請求項3または請求項4に記載の自律移動装置において、前記距離検出手段によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路を生成するように設定されている場合に、前記経路生成手段は、経路から物体までの距離を、より外側の経路から物体までの距離に前記掃引幅を加えた距離とするものである

10

20

30

40

50

。

【0016】

請求項6の発明は、請求項5に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、周囲の物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路を生成する際に、距離を一定に保っている物体がある側とは移動方向反対側にある物体の方が近くなる場合には両側の物体との距離が等しくなる経路を生成するものである。

【0017】

請求項7の発明は、請求項5に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、前記仮目的地から所定範囲内においては、周囲の物体との距離を保ちつつ移動する経路に代えて当該仮目的地に直線的に接続する経路を生成するものである。

10

【0019】

請求項8の発明は、請求項2に記載の自律移動装置において、前記経路生成手段は、前記2つの線分のうち長い方の線分を前記掃引幅に基づいて分割し、その分割点を仮目的地として設定する際に、前記長い方の線分の長さを前記掃引幅で割り算して商を求め、前記商を整数となるように切り上げた整数値を該線分を分割するための分割数とするものである。

【発明の効果】

【0020】

請求項1の発明によれば、ユーザが閉領域を設定すると、自律移動装置が閉領域を所定の掃引幅で走行して塗り潰しを行うので、走行領域の種々の形状に柔軟に対応して容易に閉領域を設定できる。

20

【0021】

また、大略四角形の閉領域を容易に設定でき、自律移動装置が自然な移動で効率的に塗り潰しを実現できる。例えば、廊下の対向する壁の間隔に比べて廊下の長さが長いような領域の場合に、廊下の両端に設定した領域定義点に基づく線分を設定して閉領域とすれば、従来例に見られたような両壁の間を廊下を横切って何回も往復移動する小刻みで不自然な移動をすることなく、廊下に沿って移動する他の移動体や人の移動の邪魔にならないように、移動の流れに沿って自然な塗り潰し移動ができる。また、自律移動装置は、線分の分割点として線分に沿って仮目的地を設定するので仮目的地を容易に設定できる。

【0024】

30

また、走行領域に物体が連続的または一定離間間隔以内で不連続的に存在して形成された移動の案内役となるような境界（以下においてこのような境界を境界縁と呼ぶことにする）が存在するときに、このような境界縁に沿って移動しながら塗り潰すように指定できるので、自律移動装置は走行領域の種々の形状に柔軟に対応して、設定された領域を塗り潰すことができる。また、走行領域の塗り潰し予定領域において塗り残しがないように閉領域を容易に設定できる。

【0025】

請求項2の発明によれば、自律移動装置は、掃引の繰り返し回数、すなわち仮目的地の数がより多く必要となる長い方の線分側で設定した仮目的地に基づいて仮目的地を設定するので、塗り残しを生じることなく塗り潰すことができる。

40

【0027】

請求項3の発明によれば、自律移動装置は、繰り返し動作の組合せにより、効率的に閉領域塗り潰しができる。

【0028】

請求項4の発明によれば、地図における半島部分や岬部分、建物における展望用の張り出し部分などのように、走行領域における全体的に外方に膨らんでいる部分に対して、その部分を切り取るような閉領域を容易に設定でき、自律移動装置は、そのような領域を塗り潰すことができる。

【0029】

請求項5の発明によれば、自律移動装置は、境界縁に沿って移動することにより閉領域

50

を、塗り残しを生じることなく塗り潰すことができる。

【0030】

請求項6の発明によれば、自律移動装置は、設定された閉領域に2つの境界線の間隔が大きく変化している場所があっても、平均的な経路に沿って自然な塗り潰し移動を実現できる。

【0031】

請求項7の発明によれば、自律移動装置は、境界線の端部における境界線同士の間隔が境界線の両端で大きく異なる閉領域が設定された場合であっても、間隔が狭い側において自然な移動を実現できる。

【0033】

請求項8の発明によれば、互いに平行ではない経路によって塗り潰す場合であっても、請求項13と同様の効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明の実施形態に係る自律移動装置について、図面を参照して説明する。なお、図1に示す自律移動装置1のブロック構成は、以下に示す各実施形態において共通であって、適宜参照される。

【0035】

(第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態に係る自律移動装置のブロック構成を示し、図2は同装置によって塗り潰し移動が行われる閉領域を示し、図3(a)(b)(c)は同装置によって行われる塗り潰し移動の経路の例を示す。

【0036】

自律移動装置1は、図1に示すように、目的地の情報を含む走行のための各種パラメータおよび走行領域の地図を記憶する記憶手段11と、周囲の物体との距離を検出する距離検出手段12と、地図上における自己位置を取得する位置認識手段13と、地図上における自己位置および記憶手段11に記憶された目的地をもとに走行するための経路を生成する経路生成手段14と、走行のための走行手段15と、位置認識手段13により自己位置を認識するとともに経路生成手段14の生成した経路に基づいて走行手段15を制御して目的地まで走行する走行制御手段16と、目的地や走行のためのパラメータなどを入力するための操作インターフェイス17と、を備えている。

【0037】

記憶手段11は、走行領域の地図を記憶している。現実の走行領域は、例えば、後述の第14の実施形態(図23)に示すように、店舗境界、建物の境界や外壁等によって構成される物理的な境界の他に、物体や段差などの存在しない概念的な境界などによって規定されている。また、現実の走行領域を規定する境界には、物体が連続的または一定離間間隔以内で不連続的に線状に存在して形成された移動の案内役となるような境界も存在する。前者は物理的な境界のみで構成された境界であり、後者は、例えば、ポールが一定間隔で並んでいる例では、ポール(物体)による物理的な境界と、ポール間の隙間による概念的な境界との混合により構成された境界である。このような連続的または離散連続的、またはこれらの混合による境界は、距離検出手段12によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動するために用いることができる。そこで、以下において、このような移動の案内役となる境界を「境界線」と呼ぶことにする。境界線は閉領域を設定する際に、自律移動装置が塗り潰し時の移動に用いるように、ユーザが指定することができる。記憶手段11は、現実の走行領域における要所々々の座標を用いて走行領域の地図を記憶している。また、記憶手段11は、ユーザによって指定される閉領域20の情報(領域定義点P0~P3などの情報)を記憶する。

【0038】

距離検出手段12は、走行方向前方の水平面内を所定一定角度でスキャンするレーザーダヤ、超音波受波素子をアレイ状に複数配列して電子的スキャンによって3次元距離画

10

20

30

40

50

像を得る超音波アレクセンサなどを用いて構成される。距離検出手段12は、自己位置から周囲の物体までの距離を検出すると共に距離データを演算処理して、その物体表面位置の座標を取得する。

【0039】

位置認識手段13は、距離検出手段12が取得した壁などの位置情報と、記憶手段11に記憶された地図上の環境認識用のデータとを照合することにより、地図上における自己の位置を取得する。

【0040】

経路生成手段14は、後述する仮目的地を設定すると共に、地図上における自己位置および記憶手段11に記憶された目的地や設定した仮目的地を順次接続して走行するための経路を生成する。その際に、経路生成手段14は、距離検出手段12によって検出される周囲の物体との距離をもとに当該周囲の物体との衝突を回避するように仮目的地を設定する。

10

【0041】

走行手段15は、電池BTで駆動されるモータを備えている。このモータには、その回転数や回転速度を計測するエンコーダが設けられている。自律移動装置1の走行制御手段16は、このエンコーダの出力によって移動距離や移動方向を知ることができ、これをもとに、デッドレコニング (dead reckoning、推定航法) を行う。また、操作インターフェイス17は、人が直接操作できるタッチパネルやキーボード、または、人が遠隔操作できる無線通信手段などにより構成することができる。

20

【0042】

記憶手段11、距離検出手段12の演算部、位置認識手段13、経路生成手段14、および走行制御手段16等を構成するため、CPUやメモリや外部記憶装置や表示装置や入力装置などを備えた一般的な構成を備えた電子計算機、およびその上のプロセスまたは機能の集合を用いることができる。

【0043】

上述の構成を備えた自律移動装置1は、操作インターフェイス17を介してユーザにより指定された走行領域内の特定の閉領域(目的地)まで移動し、または、ユーザにより移動させられて、その閉領域の全域を効率的に塗り潰す。ここで、「塗り潰す」とは、自律移動装置1が行う所定の作業、例えば、環境計測、清掃、ワックス塗布、種まき、施肥、消毒液散布、芝刈りなどの作業を閉領域の全域にわたって行うという意味である。自律移動装置1は、これらの作業に必要な機器を備えたものである。

30

【0044】

上述の閉領域は、例えば、図2に示すように、地図上に設定された走行領域2における2つの境界縁3と2つの線分4とで囲まれた閉領域20である。閉領域20の境界縁3は、壁や塀、フェンス、種々の配置物などの物体が連続または不連続に存在することにより形成される境界であり、距離検出手段12によって検出できる物理的な境界である。この点、閉領域20の線分4による境界は、何らかの物体で形成されることなく地図上でのみ設定された概念的な境界である。

【0045】

40

閉領域20は、さらに述べると、当該閉領域20の境界に位置する4つ(4点)の領域定義点P0, P1, P2, P3(総称して領域定義点Pとする。他の実施形態においても同様)を定義して設定される。言い換えると、閉領域20は、一般に閉領域20の端部にある複数の領域定義点によって設定される。図2の閉領域20の場合、4つの領域定義点Pが2つの境界縁3の近傍に設定されている。閉領域20は領域定義点Pを結んで成る互いに対向する2つの線分4と、互いに対向する2つの境界縁3とによって大略四角形の領域として設定されている。なお、領域定義点Pは、自律移動装置1が自己位置に基づいて認識することができる点として設定され、また、後述するように、相互に接続して経路を構成する既定の仮目的地とされる。

【0046】

50

閉領域 20 は、複数の領域定義点 P だけで領域定義点 P を結ぶ線分 4 によって囲まれた多角形領域として、または、境界線 3 を援用して、結果的に領域定義点 P を結ぶ線分 4 と境界線 3 とによって囲まれた領域として、ユーザによって設定され、自律移動装置 1 にその情報が与えられる。本実施形態では境界線 3 を援用している。

【0047】

ここで、「境界線 3 を援用する」とは、自律移動装置 1 が距離検出手段 12 によって、境界線 3 を構成している物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動することである。ユーザは、現実空間の知識から、このような案内役となる境界線 3 とすることができる環境物体の存在を知った上で、閉領域 20 を設定する。自律移動装置 1 は、境界線 3 を援用する旨の指示が与えられた閉領域について塗り潰し作業を開始するとき、境界線 3 を構成している物体を自ら検出する作業を行う。つまり、ユーザは、境界線 3 を援用するかどうかの指示を、操作インターフェイス 17 を介して自律移動装置 1 に与えるだけであり、境界線 3 を構成する壁や物体などの情報を自律移動装置 1 に与えるわけではない。この指示は、領域定義点 P と共に明示的に、または閉領域 20 の設定情報に付随させて暗示的に与えることができる。

【0048】

境界線 3 が援用されるのは領域定義点 P が境界線 3 の近く（例えば、後述の距離 d_1 の位置）に設定された場合とすることにより、暗示的に境界線 3 を援用する旨の指示を与えることができる。従って、この暗示的指示の場合、図 2 の場合と異なって領域定義点 P がいずれも境界線 3 の近くに設定されていない場合には、自律移動装置 1 は所定の距離内に境界線 3 を構成している物体を検出することができず、結果的に境界線 3 は援用されないことになり、閉領域 20 は、複数の領域定義点 P によって定まる多角形の領域となる。

【0049】

また、明示的に、仮目的地間を直線移動するように、または、境界線に沿って移動するように指示することもできる。仮目的地間を直線移動するように指示された場合であっても、障害物が検出されれば、自律移動装置 1 はその障害物を回避するように自律的に移動する。また、境界線に沿って移動するように指示された場合であっても所定の距離内に物体が検出されない場合に、予め与えた設定条件に基づいて、自律移動装置 1 は仮目的地に向かって直線的に移動するか、または、操作インターフェイス 17 を介してエラー信号を発報する。

【0050】

経路生成手段 14 は、設定された閉領域 20 を所定の掃引幅 W で走行して塗り潰すために、複数の追加の仮目的地を設定する。領域定義点 P は既定の仮目的地とする。さらに、経路生成手段 14 は領域定義点 P に基づく線分、すなわち領域定義点 P を端点とする線分 4 の長さを掃引幅 W で除算した商を切り上げて整数化して得た分割数によって線分 4 を分割した分割点 a 、 b を仮目的地に追加する。線分 4 の長さが短くて分割できない場合には、仮目的地は追加されない。また、既定の仮目的地 $P_0 \sim P_3$ （領域定義点 $P_0 \sim P_3$ ）のどの点間において追加の仮目的地を設定するかは、例えば、暗示的に、 P_1 と P_2 間、および P_3 と P_0 間のように各点を設定する順番などによって予め設定するものとする。また、明示的に指定してもよい。以上のように、仮目的地は、領域定義点 P と分割点 a 、 b から成る。これらを総称して仮目的地 K とする。また、機能面から見て仮目的地 P_0 、 P_1 、仮目的地 a 、 b などとも表記する。他の実施形態においても同様とする。経路生成手段 14 は、これらの各仮目的地 K を経由するように順次接続して走行するための経路 R とする。

【0051】

なお、目的地と仮目的地の違いは特になく、いずれも経路生成手段 14 が経路（閉領域 20 における経路 R に限らず走行領域 2 内の経路）を生成するための目標点または経路の通過点とされる地点である。仮目的地 K は、記憶手段 11 に記憶される。また、経路 R は、最初にその全経路が確定されるのではなく、次の目的地や仮目的地に向かうための当面の道順であり、随時生成されたり修正されたりする。経路 R は移動距離と移動方角の変化

10

20

30

40

50

の積み重ねによって結果として決まる。また、これらの仮目的地 K は、全て、閉領域 20 の端部に設定されている。

【0052】

次に、閉領域 20 と仮目的地 K、経路 R 等について詳細に説明する。閉領域 20 における仮目的地 P0, P3 の組、および仮目的地 P1, P2 の組は、上述のように領域定義点 P であり、自律移動装置 1 は、操作インターフェイス 17 を介してこのような領域定義点 P の座標を与えられて閉領域 20 を認識する。

【0053】

自律移動装置 1 は、距離検出手段 12 によって検出された物体の位置情報、通常、複数の位置情報を、記憶手段 11 に記憶された地図上において確認することにより、またはデッドレコニングを援用して、閉領域 20 の仮目的地 P0 ~ P3 を認識する。閉領域 20 における仮目的地 P0 ~ P3 の認識をより容易とするには、仮目的地 P0 ~ P3 の近くに位置確認用の物体を設置したり、逆に、位置確認の容易な位置の近くに領域定義点 P を設定したりすればよい。

【0054】

自律移動装置 1 が、線分 4 上で自己位置を確実に認識し、自己位置の補正を行うことができるようにすると、塗り潰しを確実にできる。そこで、線分 4 の近くにある自己位置認識に用いることができる位置に、例えば、光を効率的にもとの方向に反射する再帰反射シートによる反射板などを設置すれば、距離検出手段 12 としてレーザ光や赤外線を用いてその位置を容易に検出でき、自己位置を確実に認識できる。

【0055】

仮目的地 K のうち追加の仮目的地は、1 つの線分 4 上で、互いに掃引幅 W の間隔、または掃引幅 W 以下の間隔（割り切れない場合や重ね塗りの場合など）で設定される。領域定義点 P0, P3 等は、境界縁 3 から所定の距離 d1 離れた位置に設定される。距離 d1 は、自律移動装置 1 による塗り潰し動作の内容、閉領域 20 における動作環境条件、掃引幅 W などを考慮して決定される。例えば、 $d1 = W / 2 + d0$ （d0 は逃げ代）とされる。

【0056】

掃引幅 W の値は、実際に塗り潰しに用いる装置、例えば、清掃用ブラシ幅などの実装置幅ではなく、塗り潰し作業を行う際の重ね代などを考慮した実効幅とすればよい。同様に、仮目的地 a, b 等を定めるために線分 4 を分割する際の掃引幅 W も、その分割の実体に合わせて適宜変更することができる。

【0057】

本実施形態は、閉領域 20 が、4 つの領域定義点 P を用いることにより互いに対向する 2 つの境界縁 3 と、その 2 つの境界縁 3 の端部を結ぶように配置されると共に互いに対向配置された 2 つの線分 4 と、で設定されている場合に関する。この場合、経路生成手段 14 は、閉領域 20 内で 2 つの線分 4 の一方における仮目的地 K と他方の線分 4 における仮目的地 K とを接続して経路 R とする。経路生成手段 14 は、各仮目的地を接続する順番を決める。

【0058】

このような経路 R は、境界縁 3 側から見て最初の経路の場合、境界縁 3 に沿って距離 d1 を保つように形成される。2 番目の経路 R は、境界縁 3 側から距離 $d2 = d1 + W$ を保つように形成される。以下同様である（なお、図 2 に示した閉領域 20 の例は、境界縁 3, 3 間の距離が大略一定の場合である）。経路生成手段 14 は、このような経路 R を決定するために、仮目的地 P0, P3 の間に、掃引幅 W に応じて仮目的地 a, a を設定し、仮目的地 P1, P2 の間に、仮目的地 b, b を設定する。仮目的地の個数は、両線分 4 において同じである。

【0059】

次に、各仮目的地 K を経由する経路 R に沿って移動する手順（道順）を説明する。自律移動装置 1 が、一定の掃引幅 W で閉領域 20 を塗り潰す移動を行うには、往復移動などの繰り返し移動が必要である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

その繰り返し移動の1つとして、図3(a)に示すように、閉領域20を設定している境界線3から一定の距離を保ちつつ境界線3に沿って移動する経路と、1つの線分4における仮目的地K(領域定義点Pと分割点a1, a2, b1, b2の総称)の2点間、すなわち同一線分内を移動する経路とを組み合わせ、閉領域20を渦巻状に外側から内側に向けて移動する方法が取られる。この例の場合、自律移動装置1は、仮目的地P0から移動開始して、P0, P1, P2, P3, a1, b1, b2, a2の順番で移動する。この移動において、境界線3から一定の距離を保ちつつ境界線3に沿って移動するために、(本例では左巻きの移動だから)より近い側となる進行方向右側の境界線3との距離を一定に保つようにすれば効率良く移動できる。この場合、移動の向きが変わる毎に、参照する境界線3が入れ替わる。図3(b)に示す例は、上述の渦巻状の移動を、逆に内側から外側に向けて行うものである。塗りつぶし開始位置は、例えば、本例に示すように、中央部に位置する点であって領域定義点P3に近い仮目的地(すなわち仮目的地a2)などのように決めておけばよい。この場合も、回る向きに応じて、進行方向の右か左の一方の境界線3との距離を保つようにすればよい。

10

【 0 0 6 1 】

また、図3(c)に示す例は、閉領域20を設定している境界線3から一定の距離を保ちつつ境界線3に沿って移動する経路と、1つの線分4における仮目的地間を移動する経路とを組み合わせ、1つの境界線3から次第に離れていく、いわばつづら折り状またははしご状の経路Rを、閉領域20を塗り潰すための経路Rとして生成するものである。この場合は、境界線3から一定の距離を保ちつつ境界線3に沿って移動するために、仮目的地の位置に近い側の境界線3との距離を一定に保つようにすればよい。従って、塗りつぶしの前半と後半で、距離を参照する境界線3が入れ替わることになる。

20

【 0 0 6 2 】

上述の渦巻状の経路Rやつづら折り状の経路Rのいずれを採用するかは、塗り潰し作業の内容や閉領域の状態等によって定めればよい。これらの方式の指定は、閉領域20を設定する際に自律移動装置1に適宜操作インターフェイス17を介して与えて設定してもよく、予めいずれかに設定して記憶手段11に記憶させておいてもよく、設定された領域定義点Pの配置に基づいて経路生成手段14が自ら設定するようにしてもよい。また、渦巻状の経路における左回りか右回りかについても、同様に設定される。

30

【 0 0 6 3 】

上述した本実施形態の自律移動装置1は、領域定義点P(2つの線分4を規定する4点)の位置座標を与えられることによって閉領域20を指定されると、経路生成手段14が線分4上に追加の仮目的地を設定し、各仮目的地P0等を経由するように走行するための経路Rを生成する。追加の仮目的地を設定するために必要な掃引幅Wや、境界線3からの距離d1等の情報は、上述のように自律移動装置1が自己の特性データとして記憶手段11に記憶したもの、または、適宜操作インターフェイス17を介して与えられたものなどが用いられる。

【 0 0 6 4 】

本実施形態の自律移動装置1によれば、塗り潰すための閉領域20を2つの境界線3と領域定義点Pに基づく2つの線分4とで囲まれた閉領域20として設定するので、このような閉領域20を走行領域2に複数設定することにより複雑な形状の走行領域2であっても、自律移動装置1は所定の掃引幅Wで走行して効率的に塗り潰しを行うことができる。また、閉領域20の設定には、領域定義点Pの座標を指定すればよいので、走行領域の形状に柔軟に対応して容易に閉領域20を設定できる。また、折り返し移動のために線分4に沿って設定した仮目的地P0, P1等を経由するように経路Rを生成するので、自律移動装置1が、少なくとも領域定義点Pの位置を確実に認識可能としておくことにより、経路Rが大きく外れることなくより安定に自律的に塗り潰し移動ができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、境界線3は、その近傍を塗り潰すための境界であって、連続した壁である必要は

50

なく、閉領域 20 の設定に融通性があり、走行領域 2 の塗り潰し移動を容易に実現できる。自律移動装置 1 は、明確に物理的な連続線として検知できない境界をもつ走行領域であっても閉領域 20 を設定することにより効率的に塗り潰すように移動できる。さらに、長い廊下などのように、境界線 3 沿いに長い閉領域の場合に、自律移動装置 1 は長手方向に移動する他の移動体や人の移動の邪魔にならないように、閉領域 20 の長手方向に、移動の流れに沿って経路を生成しつつ往復移動しながらその閉領域に対して自然な塗り潰しができる。

【0066】

また、塗り潰しのための移動が一定動作の繰り返し動作で構成されるので、閉領域 20 に対して、共通化した簡単な所定の手順（プログラム）を用いて塗り潰し動作を容易に実現できる。

10

【0067】

（第 2 の実施形態）

図 4 は第 2 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示し、図 5 は同装置による物体の検出と経路生成を示し、図 6 は同装置による物体の検出と経路生成の他の例を示し、図 7 は同装置による物体の検出と経路生成のフローチャートを示す。

【0068】

本実施形態では、図 4 に示すように、外から内に向かう渦巻状の経路 R に沿って、境界線 3 との距離 d_1 , d_2 , d_3 等を一定に保ちつつ移動する様子を具体的に説明する。閉領域 20 は、第 1 の実施形態と同じく、2 つの境界線 3 と 2 つの線分 4 とに囲まれた領域である。仮目的地 $P_0 \sim P_3$ の間の仮目的地（不図示）は、経路生成手段 14 によって決定されている。本例の経路 R は、全体として左回りの渦巻形状となっている。

20

【0069】

自律移動装置 1 は、境界線 3 に沿って移動して仮目的地に達した後、各線分 4 の周辺における折り返し領域 2a , 2b において、線分 4 に沿って次の仮目的地に向かって移動し、その後、対向する他の線分 4 における仮目的地に向かって、境界線 3 に沿って移動する。境界線 3 に沿う移動は、境界線 3 から所定の距離 d_1 , $d_2 = d_1 + W$, $d_3 = d_2 + W$ を保つように行われる。

【0070】

上述の距離 d_1 , d_2 , d_3 を保つ移動は、距離検出手段 12 による境界線 3 における物体 M の検出結果（下記）、および、デッドレコニングによる自己位置認識の結果などに基づいて行われる。最初の距離 d_1 を保つ移動は、境界線 3 を検出しながら移動することにより、境界線 3 に近接して塗り潰し移動を行うことができる。また、次の距離 d_2 等を保つ移動は、自律移動装置 1 が本来備えている自律移動の機能（デッドレコニング等に基づく推定航行）のみに基づいて仮目的地に向かうようにしてもよい。いずれの移動方式で移動するかは、予めユーザが与えることができる。このような経路 R を生成しつつ経路 R に沿った移動をする間も、他の移動体や人や放置障害物などとの衝突の回避が行われる。また、予め掃引幅 W に余裕を持たせておく（実際より狭めに設定する）ことにより、塗り潰し移動における重ね代を大きく取ることができ、経路 R に求められる位置精度を緩和することができる。

30

40

【0071】

自律移動装置 1 は、図 5 に示すように、距離センサ 12a を進行方向前面に備えている。距離センサ 12a は距離検出手段 12 を構成するセンサである。図中に示した XY 座標系は、自律移動装置 1 と共に移動する座標系であり、Y 方向が自律移動装置の進行方向である。距離センサ 12a は、扇型の検出エリア S_R , S_L における物体の位置を検出する。検出エリア S_R , S_L は、前面の左右所定高さの水平面にそれぞれ設定され、その大きさは、距離測定値の大きさを判断する距離閾値によって、自律移動装置 1 の移動速度や移動環境、塗り潰しの作業内容等に応じて、適宜段階的に設定できる。

【0072】

距離検出手段 12 が距離センサ 12a を介して、境界線 3 側、すなわち、図 5 における

50

右側の検出エリアSRに境界線3を構成する物体Mを検出すると、経路生成手段14は、進行方向に直交する方向であって、境界線3（物体M）から所定の距離Xだけ離れた位置Tに向かう経路Rを生成する。これにより、自律移動装置1は矢印eで示す方向に進むことになる。

【0073】

上述のように経路Rを生成すると、例えば、境界線3が平面から成る壁であって物体Mが壁の一部である場合に、自律移動装置1は、その壁を検出している間、壁から一定の距離Xを保って、壁（境界線3）と平行な直線の経路Rに沿って移動することになる。

【0074】

図6に示す状態は、自律移動装置1が、右前方に加え、さらに左前方に物体Mを検出して、矢印eで示すように左側に旋回する様子を示す。この状況は、例えば、仮目的地P0、P3側の線分4に沿って、仮目的地P0に向かって移動した後左折する場合などが想定される。

【0075】

距離検出手段12が距離センサ12aを介して、左側の検出エリアSLに物体Mを検出すると、経路生成手段14は、進行方向手前側に境界線3（物体M）から所定の距離Yだけ離れた位置Tに向かう経路Rを設定する。このような位置Tは、記憶手段11に記憶されている仮目的地Kに向かうために随時設定される仮目的地であり、その名の通りの仮の目的地である。この経路Rに向かって移動することにより、自律移動装置1は左旋回することになる。

【0076】

図7のフローチャートは、上述の一連の動作の処理を示している。自律移動装置1が仮目的地P0から塗り潰しの移動を開始すると、距離検出手段12は、境界線3側の所定距離内（本例の場合、検出エリアSR内）で一番近い障害物（この場合、他の移動体などではなく境界線3を構成する物体）までの距離を検出する（#1）。障害物が検出エリア内に検出されなかった場合（#2でNo）、経路生成手段14は、所定の仮目的地に向かう経路を設定する（#3）。

【0077】

障害物が検出エリアSR内に検出された場合（#2でYes）、距離検出手段12は、境界線3の反対側の所定距離内（検出エリアSL内）で一番近い障害物までの距離を検出する（#4）。障害物が、検出エリアSLにおいて検出された場合（#5でYes）、経路生成手段14は、障害物の手前に向かう経路を設定する。これは、図6に示した状況に対応する。

【0078】

また、障害物が、検出エリアSLにおいて検出されなかった場合（#5でNo）、経路生成手段14は、進行方向に直交する方向であって、所定の距離だけ離れた位置に向かう経路を設定する（#7）。これは、図5に示した状況に対応する。

【0079】

自律移動装置1は、ステップ#3、#6、#7のいずれかのステップの後、設定された経路Rに沿って移動し、最終でない仮目的地に達したら経路を変更する（#8）。

【0080】

ステップ#8の後、自律移動装置1は、塗り潰し終了かどうかを判断し（#9）、塗り潰し終了なら現在処理中の閉領域20の処理を終了し（#9でYes）、塗り潰しが終了していない場合には、ステップ#1に戻って、上述の処理を所定の制御周期のもとで繰り返す。なお、フローチャートにおける終了判断のステップ#9の位置は、上記に限らず適宜変更設定することができる。

【0081】

（第3の実施形態）

図8は第3の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示し、図9は同装置による仮目的地を設定する処理のフローチャートを示し、図10(a)は図

10

20

30

40

50

9のフローチャートの一部を実行するプログラムを示し、図10(b)は(a)のプログラムにおける変数 i floor のグラフを示し、図10(c)は(a)のプログラムにおける変数 i mod のグラフを示し、図11は同装置による経路生成を位置ベクトルによって示す。

【0082】

本実施形態では、仮目的地 P_1 , P_2 間、および仮目的地 P_3 , P_0 間の仮目的地を予め設定するのではなく設定しつつ移動する場合の手順について説明する。図8に示す閉領域20における経路 R は、境界線3に沿った経路 R_1 , R_3 , R_5 と、線分4に沿った経路 R_2 , R_4 とから成る。

【0083】

経路生成手段14は、塗り潰し移動の開始にあたり、図9に示すように、仮目的地数 m を算出し、仮目的地を指定する変数 i を初期化して、 $i = 1$ とする (S1)。図9の処理において、自律移動装置1は、仮目的地 P_0 に居る状態から処理を開始するものとする。そこで、変数 $i = 0$ は仮目的地 P_0 に対応し、 $i = 1$ は仮目的地 P_1 に対応する。

【0084】

仮目的地数 m は、図8に示す例の場合、 $P_0 \sim P_5$ の6つ、 $m = 6$ である。ここで、2つの線分4が領域定義点 P (仮目的地 $P_0 \sim P_3$) によって決定されており、2つの線分4の長さが等しいとして、その長さを L とする。すると、 $m = \text{ceil}(L/W) \times 2 + 2$ 、と表される。関数 $\text{ceil}(x)$ は、 x より小さくない(すなわち x 以上の)最小の整数を返す関数である。例えば、図8において、 $L/W = 1.8$ の場合、 $\text{ceil}(1.8) = 2$ であり、 $m = \text{ceil}(1.8) \times 2 + 2 = 2 \times 2 + 2 = 6$ である。2つの線分4において、仮目的地は同数とされており、 m は偶数となる。なお、2つの線分4の長さが等しくない場合には、塗り残しが発生しないように、より長い方の長さに基づいて仮目的地数 m を求めればよい。

【0085】

経路生成手段14は、ステップS2において、 i 番目の仮目的地 P_i の座標 (P_{ix} , P_{iy}) を設定する。この座標は、少なくとも閉領域20の全体に共通に固定された xy 座標系に関する座標である。なお、 $i = 0, 1, 2, 3$ に対する仮目的地 P_i の座標は、領域定義点 P の座標であって既知である。仮目的地の座標は、線分4を掃引幅 W に基づいて分割する点として決定される。より詳しくは、上述の仮目的地数 m に基づいて、さらには、 $\text{ceil}(L/W)$ による分割数によって分割する分割点として決定される。本例の場合の分割点は、 $\text{ceil}(1.8) = 2$ であるから、各線分の長さを2分割した点である。本例のように2つの線分の長さが等しい場合は、仮目的地を均等間隔に配置することになるが、2つの線分の長さが異なる場合は、各線分4毎に異なる配置となる。

【0086】

自律移動装置1は、座標が設定された i 番目の仮目的地 P_i に到達するまで自ら経路 R を生成しつつ移動し (S3, S4)、仮目的地に到達したら変数 i をインクリメント、 $i = i + 1$ する (S5)。

【0087】

その後、経路生成手段14は、変数 i と仮目的地数 m とを比較し、 i が m 以上でなければ (S6でNo)、ステップS2からの処理を繰り返す。

【0088】

また、経路生成手段14は、変数 i と仮目的地数 m とを比較し、 i が m 以上ならば ($i = m$)、途中の全ての仮目的地を経由して最終の仮目的地 (図8の場合、 P_5) に到達したことになる、閉領域20における塗り潰しの移動処理を終了する。

【0089】

次に、上述の仮目的地 P_i の座標を設定する処理プログラムの例を説明する。簡単のため、仮目的地 P_3 , P_0 間、および仮目的地 P_1 , P_2 間の距離 L が、共に $2W$ であると仮定する。一般に、距離 L が掃引幅 W の整数倍ではない場合には、前処理を行って、 $W_0 = L / (\text{ceil}(L/W)) = L / ((m - 2) / 2)$ として求めた W_0 を新たな W に

10

20

30

40

50

置き換えればよい。例えば、図 8 の場合、 $L/W = 1.8$ 、 $m = 6$ であるので、 $W_0 = L/2$ 、逆に、 $L = 2 \times W_0$ であり、この W_0 が新たな W とされる。このような掃引幅の置き換えは、他の実施形態においても同様に適用される。図 10 (a) に示すプログラムリストの 1 行目における $\text{floor}(x)$ 関数は、 x より大きくない (すなわち x 以下の) 最大の整数を返す関数である。従って整数 i に対して、 $\text{ifloor} = \text{floor}(i/4)$ は、図 10 (b) に示すように、整数 4 毎に 1 増加するステップ関数となる。

【 0 0 9 0 】

また、プログラムリストの 2 行目における $i \bmod = i - \text{ifloor} \times 4$ は、図 10 (c) に示すように、整数 i に対して、0, 1, 2, 3 の値を順番にとる関数を整数 4 毎に繰り返す関数となる。

【 0 0 9 1 】

プログラムリストにおける UP_{12x} 、 UP_{12y} は、図 11 に示すように、仮目的地 P_1 、 P_2 を結ぶベクトル P_{12} 方向の単位ベクトル UP_{12} の x 、 y 成分であり、 UP_{30x} 、 UP_{30y} は、図 11 に示すように、仮目的地 P_3 、 P_0 を結ぶベクトル P_{30} 方向の単位ベクトル UP_{30} の x 、 y 成分である。

【 0 0 9 2 】

各仮目的地 P_0 、 \dots 、 P_5 の位置ベクトルを p_0 、 \dots 、 p_5 とすると、 $p_4 = p_0 - UP_{30x}W$ 、 $p_5 = p_1 + UP_{12x}W$ である (仮定により、 P_0 、 P_4 の間隔が P_3 、 P_4 の間隔に等しい)。

【 0 0 9 3 】

従って、 $i = 0, 1, \dots, 5$ 、すなわち $m = 6$ の場合に、プログラムリストにおける「case 0」において P_0 、 P_4 、「case 1」において P_1 、 P_5 、「case 2」において P_2 、「case 3」において P_3 の xy 座標が算出される。

【 0 0 9 4 】

本実施形態では、自律移動装置 1 が移動しつつ各仮目的地の座標を設定する例を示したが、これに限らず、予め全ての仮目的地の座標を設定して記憶した後、移動するようにしてもよい。

【 0 0 9 5 】

上述のように、閉領域 2_0 を、境界線 3 に沿って移動する経路と、線分 4 に沿って移動する経路に基づいて塗り潰しを行う場合、仮目的地の設定が、単純な繰り返し処理によって達成されるので、処理プログラムの作成や保守が容易となる。なお、最初に仮定した仮目的地 P_3 、 P_0 間および仮目的地 P_1 、 P_2 間の距離 L が共に等しい、という仮定が成り立たない場合には、各線分 4 毎に区別して上述の W を 2 種類準備して処理すればよい。

【 0 0 9 6 】

(第 4 の実施形態)

図 12 は第 4 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す。本実施形態は、上述の第 3 の実施形態の閉領域 2_0 における仮目的地数 $m = 6$ が、 $m = 8$ に増加したものであり、仮目的地 $P_0 \sim P_7$ となった点を除いて、上記と同様である。従って、増加した仮目的地 P_6 は、プログラムリストにおける「case 2」において算出され、仮目的地 P_7 は、「case 3」において算出される。

【 0 0 9 7 】

(第 5 の実施形態)

図 13 は第 5 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、上述の各実施形態において、2 つの境界線 3 が直線であって互いに一定距離を隔てて平行である場合について示すものであり、自律移動装置 1 の経路生成手段 14 は、境界線 3 に平行な経路 R を形成するように追加の仮目的地 a 、 b を設定する。この場合において、自律移動装置 1 は、既定の仮目的地としての領域定義点 P を与えられると共に、適切な追加の仮目的地を決定するための情報が与えられる。例えば、平行な境界線 3 間の距離 (垂直距離) および平行な経路 R を形成する旨の指示が与えられる。自律移動装置 1 は、この垂直距離と掃引幅 W に基づいて、追加の仮目的地を決定することができる

10

20

30

40

50

。他の方法として、自律移動装置 1 が、自ら、領域定義点 P の 4 点の座標と地図情報とから閉領域 20 が平行な境界線 3 を有することを判断して垂直距離を算出するようにしてもよい。

【0098】

本実施形態の自律移動装置 1 によれば、例えば、建物内の一定の幅の直線廊下を一定の長さで区切って閉領域を設定する場合、廊下に沿って往復移動しながらその閉領域 20 を所定の掃引幅 W で塗り潰すことができる。この場合、仮目的地 a, b は、2 つの境界線 3 を隔てている一定距離を掃引幅 W に基づいて分割した位置とすることにより、容易に設定することができる。

【0099】

(第 6 の実施形態)

図 14 は第 6 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、上述の第 1 乃至第 4 の各実施形態において、2 つの境界線 3 が直線ではない場合であって互いに一定距離を隔てて対向している場合(2 つの境界線 3 が各局所局所において平行となっている)について示すものであり、自律移動装置 1 の経路生成手段 14 は、境界線 3 に平行な経路 R を形成するように追加の仮目的地 a, b を設定する。本実施形態では、境界線 3 が直線とは限らないので、上述の第 5 の実施形態とは異なり、境界線 3 間の距離(垂直距離)を与えるのが好ましい。他の方法として、領域定義点 P によって定まる線分 4 が各境界線 3 に垂直となるように領域定義点 P を設定すれば、適切な仮目的地と経路 R を生成することができる。

【0100】

本実施形態の自律移動装置 1 によれば、例えば、建物内の一定の幅の蛇行している廊下を両端における線分で区切って閉領域を設定する場合、廊下に沿って往復移動しながらその閉領域 20 を所定の掃引幅 W で塗り潰すことができる。この場合、仮目的地 a, b は、図示のように 2 つの境界線を隔てている一定距離を掃引幅 W に基づいて分割した位置とすることにより、容易に設定することができる。

【0101】

(第 7 の実施形態)

図 15 は第 7 の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う閉領域を示し、図 16 は図 15 の閉領域における塗り潰し移動の経路を示す。

【0102】

本実施形態は、領域定義点 P を 3 点用いることにより、閉領域 20 が、1 つの境界線 3 と、境界線 3 の端部近傍を走行領域内の 1 点に結ぶ 2 つの線分 4 (領域定義点 P を結んで成る 2 つの線分)とで設定されている場合について示すものであり、自律移動装置 1 の経路生成手段 14 は、2 つの線分 4 のうち一方の線分における仮目的地 P0, a と他方の線分 4 における仮目的地 P1, b とを結ぶ経路を生成する。

【0103】

本実施形態の閉領域 20 は、第 1 の実施形態の閉領域 20 における境界線 3 の一方が長さゼロになった場合と見做すこともできる。この場合、例えば、仮目的地 P2, P3 が互いに同じ位置を示すことになる。本実施形態の自律移動装置 1 によれば、走行領域に三角形や扇形の閉領域 20 を設定して塗り潰し移動できる。

【0104】

(第 8 の実施形態)

図 17 は第 8 の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う閉領域を示す。本実施形態は、第 1 の実施形態の閉領域 20 における互に対向する 2 つの線分 4 の長さが異なる場合について示すものであり、自律移動装置 1 の経路生成手段 14 は、互に対向する 2 つの線分 4 のうち、より長い方の線分 4 に沿って設定した仮目的地、より詳しくは、その仮目的地を設定する際に算出した仮目的地数 m に基づいて他方の線分 4 の仮目的地を設定するものである。

【0105】

10

20

30

40

50

図17に示す閉領域20の場合、仮目的地P3, P0間の長さすなわち距離Laよりも、仮目的地P1, P2間の距離Lbの方が長いので、距離Lbを掃引幅Wに基づいて分割するように仮目的地数mを求めて(第3の実施形態参照)仮目的地b, bが決定される。この場合、距離Laの方は、距離Lbを分割した分割数と同じ分割数(本例の場合3分割)で分割されて、仮目的地a, aが決定される。なお、線分4は、通常、可能な限り両境界線3に対し、より垂直となるように設定される。

【0106】

本実施形態の自律移動装置1によれば、閉領域20を設定するための2つの線分4の長さが大きく異なる場合、すなわち境界線3の端部における境界線3同士の間隔が境界線3の両端で大きく異なる場合でも、塗り残しの生じない、空間的に偏りのない平均的な経路に沿って自然な塗り潰し移動を実現できる。

10

【0107】

(第9の実施形態)

図18は第9の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、閉領域20が、領域定義点Pを2点用いるものであり、湾曲する1つの境界線3と、境界線3の両端部の近くに設定された領域定義点P0, P1を結ぶ1つの線分4とで設定されている場合について示すものである。この場合の塗り潰しの移動経路は、結果的に、1つしかない線分4の中心側から外側に向けて、または、外側から中心側に向けて、当該線分の中心に対して互いに反対側に位置する仮目的地を交互に経路するような経路となる。

20

【0108】

図18に示す例では、経路Rは、線分4の一方の端に設定された仮目的地P0から(すなわち外側から)出発して、反対側の端に設定された仮目的地P1、仮目的地P0に近い側の仮目的地a、仮目的地P1に近い側の仮目的地bを経由するものとなる。経路Rは、線分4に沿って移動する経路と、1つしかない境界線3に沿って湾曲しながら移動する経路とからなっている。また、経路Rを仮目的地bから逆に辿れば、線分4の中心側から外側に向けて、当該線分4の中心に対して互いに反対側に位置する仮目的地を交互に経路する経路となる。

【0109】

ユーザは、このような閉領域20を設定する際に、塗り潰しに必要な指示を自律移動装置1に与える。例えば、いずれの仮目的地P0, P1から塗り潰しを開始するか、また、そこからいずれの方向に移動開始するか、すなわち、2つの領域定義点P0, P1を結ぶ線分で2分されるいずれかの側において距離検出手段14によって周囲の物体との距離を検出して物体との距離を一定に保ちつつ移動するか、などの指示を自律移動装置1に与える。

30

【0110】

本実施形態の自律移動装置1によれば、走行領域における湾曲部に閉領域20を設定して、その閉領域20を塗り潰すことができる。また、境界線3は、湾曲したものに限らず、走行領域を規定する全体的に外方に膨らんでいる領域を規定する境界線3、例えば、地図における半島部分や岬部分のように、走行領域における全体的に外方に膨らんでいる部分における曲線形状や直線形状の境界線を対象とすることができ、その膨らんだ部分を切り取るような閉領域を設定することができる。従って、複雑な境界線形状を有する走行領域であっても、上述の第1の実施形態における大略四角形の閉領域や第7の実施形態における大略三角形の閉領域と、本実施形態における閉領域20とを組み合わせることにより、自律移動装置は閉領域で分割したその走行領域の全体を余すことなく塗り潰すことができる。

40

【0111】

(第10の実施形態)

図19は第10の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、第1、第2の実施形態におけるように対向する2つの境界線3がある

50

場合であって、一方の境界線 3 に沿って一定間隔を保ちながら移動する経路 R が、現在注目している当該境界線 3 よりも他方の境界線 3 の方に近づく場合には、両方の境界線 3 との距離が等しくなる経路を生成する経路生成について示すものである。

【 0 1 1 2 】

図 1 9 に示す例では、現在注目している一方側の境界線 3 の中央部付近に、閉領域 2 0 の内部側に大きくくびれた境界線 3 の位置を示す境界点 n 1 が検出され、反対側の境界線 3 に境界点 n 3 が検出されている。

【 0 1 1 3 】

自律移動装置 1 は、第 2 の実施形態の図 4 について説明したように、仮目的地 P 0 から出発して、境界線 3 との距離 d 1 を保つ経路 R を生成しつつ移動し、折り返し領域 2 a で折り返して、境界線 3 との距離 d 2 を保つ経路 R を生成しつつ移動する。自律移動装置 1 は、通常、進行方向の右側だけでなく左側についても、距離検出手段 1 2 による境界線 3 に沿った物体（従って、左側の境界線 3）の検出を行っている。

10

【 0 1 1 4 】

ところが、図 4 の場合と異なり、図 1 9 における境界線 3 のくびれた境界点 n 1 に対して距離 d 2 を保つ経路は、現在注目している境界線 3 とは反対側の境界線 3 における境界点 n 3 に近づいてしまい、自律移動装置 1 と境界点 n 3 との距離が、境界点 n 1 との距離、すなわち距離 d 2 よりも近くなってしまう。このような場合には、経路 R として、境界点 n 1 , n 3 の中点 n 2 を通る経路が生成される。境界点 n 1 と中点 n 2 との間の距離、中点 n 2 と境界点 n 3 との間の距離 の関係は、 $= < d 2$ である。

20

【 0 1 1 5 】

本実施形態の自律移動装置 1 によれば、経路生成手段 1 4 が、周囲の物体との距離を一定に保ちつつ移動する経路を生成する際に、距離を一定に保っている物体がある側とは移動方向反対側にある物体の方が近くなる場合には両側の物体との距離が等しくなる経路を生成するので、閉領域 2 0 に 2 つの境界線 3 の間隔が大きく変化している場所があっても、空間的に偏りのない平均的な経路に沿って自然な移動と塗り潰しを実現できる。

【 0 1 1 6 】

（第 1 1 の実施形態）

図 2 0 は第 1 1 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、線分 4 上の移動ではなく閉領域 2 0 内から移動して仮目的地に近づいたとき、または、逆に仮目的地から閉領域 2 0 の内部に移動するときの処理を説明するものである。自律移動装置 1 は、仮目的地 b 1 から仮目的地 a 1 に向かって境界線 3 との距離 d 2 を保って経路 R に沿って移動し、仮目的地 a 1 から所定範囲 D e 内に近づいた地点 c 1 以降は、境界線 3 から一定の距離を保ちつつ境界線 3 に沿って移動する経路 R に代えて、仮目的地 a 1 に直接すなわち直線的に向かう経路 R 2 に沿って移動する。このような経路 R 2 は、経路 R と同様に、自律移動装置 1 の経路生成手段 1 4 が生成する。

30

【 0 1 1 7 】

また、自律移動装置 1 は、仮目的地 b 2 から仮目的地 a 2 に向かう際にも、同様に、仮目的地 a 2 から所定範囲 D e 内に近づいた地点 c 2 以降は、経路 R に変えて仮目的地 a 2 に直接すなわち直線的に向かう経路 R 2 に沿って移動する。他の場合も同様である。

40

【 0 1 1 8 】

上述の経路 R 2 が生成される状況は、境界線 3 の端部における境界線同士の間隔が境界線 3 の両端で大きく異なる場合に、間隔が狭い側（本例の場合、仮目的地 P 3 側）の線分に関する仮目的地において発生する。

【 0 1 1 9 】

本実施形態の自律移動装置 1 によれば、境界線 3 の端部における境界線同士の間隔が境界線の両端で大きく異なる場合であって間隔が狭い側、言い換えれば、閉領域を設定する 2 つの線分の長さが大きく異なる場合であって線分の長さが短い側における、自然な移動を実現できる。つまり、本実施形態の自律移動装置 1 によれば、塗り残しなく閉領域 2 0 を塗り潰すために、必然的に間隔が広い側において十分な数の仮目的地を設定するので、

50

間隔が狭い側において仮目的地の間隔が必要以上に狭くなった場合であっても、そのような状況に柔軟に対応できる。

【 0 1 2 0 】

なお、上記では、仮目的地 a 1 , a 2 等に向かう場合を説明したが、逆に、仮目的地 a 1 , a 2 等から仮目的地 b 1 , b 2 等に向かう場合においても、本実施形態を同様に適用できる。例えば、移動の向きを逆にした場合を想定して仮目的地間の互いの間隔が狭い仮目的地 a 1 から閉領域 2 0 内に出発する場合に、仮目的地 a 1 から所定の範囲 D e 内において、境界縁 3 との距離が漸近的に距離 d 2 となるまで経路 R 2 に沿って直線的に移動し、距離 d 2 となった地点 c 1 以降は経路 R に沿って移動するようによればよい。他の仮目的地についても同様である。

10

【 0 1 2 1 】

(第 1 2 の実施形態)

図 2 1 は第 1 2 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、閉領域 2 0 が、1つの境界縁 3 と、4つの領域定義点 P 0 ~ P 3 を端点とする第 1 乃至第 3 の3つの線分 4 とで設定されている場合について示すものである。第 1 および第 2 の線分 4 は互いに対向しており、その各一端部は境界縁 3 側にあり、各他端部は、第 3 の線分 4 の両端部側にある。つまり、本実施形態の閉領域 2 0 は、第 1 の実施形態 (図 2) に示した閉領域 2 0 において、2つの境界縁 3 の1つの境界縁 3 を第 3 の線分 4 に置き換えたものとなっている。

【 0 1 2 2 】

仮目的地は、第 1 の線分 4 上に P 0 , P 3 , a 等が設定され、第 2 の線分 4 上に P 1 , P 2 , b 等が設定されている。塗り潰し移動のための経路は、これらの互いに対向する線分について設定された仮目的地を結ぶように生成される。経路は、境界縁 3 側では境界縁に沿って生成され、第 3 の線分 4 側では直線的な経路が生成される。領域定義点 P によってどのように線分 4 を構成かを決定して各線分の役割を一意的とするために、操作インターフェイス 1 7 を介して自律移動装置 1 に付加的な情報が渡される。その情報は、例えば、線分を領域定義点 P の対で指定して、線分 (P 0 , P 3) と、線分 (P 1 , P 2) とはそれぞれ追加の仮目的地を設定する線分であり、線分 (P 2 , P 3) は追加の仮目的地を設定しない線分である、などの情報である。他の方法として、各領域定義点 P を設定する順番によって、自律移動装置 1 が線分の役割を判断するようにしてもよい。この他に、境界縁 3 を援用するか否かの情報も渡される。

20

30

【 0 1 2 3 】

(第 1 3 の実施形態)

図 2 2 は第 1 3 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路と閉領域を示す。本実施形態は、閉領域 2 0 が、2つの互いに対向する境界縁 3 と、境界縁 3 の端部を結ぶ2つの線分 4 と、2つの境界縁 3 の中程を結ぶ線分 4 からなる3つの線分 4 とによって設定されている場合について示すものである。

【 0 1 2 4 】

つまり、本実施形態の閉領域 2 0 は、第 1 の実施形態 (図 2) に示した閉領域 2 0 において、閉領域 2 0 の中に2つの境界縁 3 を結ぶ第 3 の線分 4 を追加したものとなっている。本例は、領域定義点 P を 6 点用いた例となっている。また、別の見方をすれば、第 1 の実施形態 (図 2) に示した閉領域 2 0 を 2 つ隣り合わせに接合して設定したものと言える。この場合、接合部における線分 4 は 2 つの閉領域 2 0 に共通の線分 4 となっている。

40

【 0 1 2 5 】

上述のような閉領域 2 0 において、中央の第 3 の線分 4 には、その両側の線分 4 と同様に仮目的地 P 4 , P 5 , c 等が設定されている。但しこれらの仮目的地 P 4 , P 5 , c 等は、互いの間では折り返し用の経路が形成されず、左右の線分 4 に含まれる仮目的地を結ぶ経路の通過点となっている。このような仮目的地 P 4 , P 5 , c 等を有する線分 4 は、例えば、直角に曲がる廊下などの曲がり角に設定することができる。この場合、左右の線分 4 は、その廊下の曲がり角の両側に設定されることになる。また、本例において、境界

50

縁3が援用されない場合には、6つの領域定義点Pを頂点とする六角形の領域が、閉領域として設定されることになる。領域定義点Pに基づいて線分を設定するために、上述の第12の実施形態におけると同様に、付加的な情報が自律移動装置1に与えられる。

【0126】

(第14の実施形態)

図23は第14の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う複数の閉領域を含む走行領域を示す。本実施形態は、上述した第1乃至第12の実施形態における閉領域の例を含む具体的な走行領域の例2を説明するものである。本図は、複数の店舗が設けられている建物内のフロアを示しており、各店舗部分と吹き抜け部分を除いた領域が走行領域2となっている。走行領域2の境界は、点線で示した店舗境界、実線で示した吹き抜け部分の境界、および建物の外壁等で構成されている。境界には、太い実線で示した実障害物が散在している。これらの実障害物、吹き抜け部分の境界、および建物の外壁は、自律移動装置1が、距離検出手段12によって検出して自己位置を参照できる物理的な境界であって、閉領域を設定する境界縁とされる。

10

【0127】

走行領域2は、閉領域A～Fが設定されて区分されている。各閉領域は、上述の物理的な境界を含む境界に沿う壁沿い移動(破線矢印に沿った移動)、およびデッドレコニングのもとで地図上で自己の位置を認識しながら行う位置確認移動(実線矢印に沿った移動)の組合せによって、自律移動装置1による塗り潰しが行われる。

【0128】

20

破線矢印で示した壁沿い移動が行われる「壁」を含む境界が、上記した各実施形態における閉領域20の「境界縁3」に相当する。この壁沿い移動は、壁に近い経路や、壁から段階的に離れて生成される経路に沿った移動を含む。

【0129】

実線矢印で示した位置確認移動は、上記した各実施形態における閉領域20の「線分4」に沿った移動に相当する。つまり、実線矢印で示した位置に線分4が設定され、この実線矢印上の位置に仮目的地Pが設定される。自律移動装置1がこの実線矢印の位置、従って、実線矢印上での自己位置を認識できるように、参照できる物理的境界以外に、位置検出用のマークを設けることによって自律移動装置1の動作をより確実なものとすることができる。

30

【0130】

閉領域Aは、3ヶ所あり、2つの直線から成る境界縁と2つの線分によって設定された閉領域であって、2つの境界縁が互いに平行な場合の閉領域である。この場合、渦巻移動により、常に進行方向の片方の境界縁(進行方向が逆転する毎に2つの境界縁3が交互に入れ替わる)との距離を一定に保ちながら移動することができる。

【0131】

閉領域Bは、2ヶ所あり、2つの境界縁と2つの線分によって設定された閉領域であって、境界縁が直線ではない場合の閉領域である。

【0132】

閉領域Cは、1ヶ所あり、1つの境界縁と2つの線分によって設定された三角形の閉領域である。

40

【0133】

閉領域Dは、中央上部と右下の2ヶ所にあり、1つの多角形状に張り出した境界縁と1つの線分とによって設定された閉領域である。境界縁は、必ずしも連続した物理境界である必要はなく、右下の閉領域Dにおける湾曲した境界縁の一部は走行領域2を横切る境界縁を含むものとなっている。

【0134】

閉領域Eは、1つの境界縁と3つの線分によって設定された長方形の閉領域である。このような形状の閉領域Eは、上記の閉領域Aと異なって、1つだけ存在する一方側の境界縁との距離を一定に保つようにして壁沿い移動を行うことができる。

50

【 0 1 3 5 】

閉領域 F は、下部中央に示されており、4つの線分によって設定された四角形の閉領域である。この閉領域 F には、物理的境界を有する境界縁が含まれていない。すなわち、閉領域 F は、第 1 の実施形態等における境界縁 3 を援用しない領域定義点 P だけによる閉領域である。このような閉領域には、実線矢印の位置、従って、実線矢印上での自己位置を地図上で認識できるように、位置検出用のマークを設けることで、より確実に塗り潰しを行うことができる。また、閉領域 F の上方に隣接している閉領域 E における境界縁を閉領域 F の境界縁と見做すこともできる。この場合、距離 d_1 は、図 2 等に示した距離 d_1 に塗り潰し作業に直接関係しない追加の距離を加えたものとなる。

【 0 1 3 6 】

なお、本発明は、上記構成に限られることなく種々の変形が可能である。例えば、各実施形態において向きを指定して示した経路 R は、その向きを逆にした経路であってもよい。また、上述した境界縁 3 を有する各閉領域 20 において、境界縁 3 が存在しない状態を想定すると、領域定義点 P だけ（すなわち線分だけ）による閉領域とすることもできる。境界縁 3 を閉領域 20 の設定に援用するかどうか（すなわち、境界縁 3 沿いの移動をするか、直線移動するか）の指示は、操作インターフェイス 17 を介して自律移動装置 1 に与えることができる。基本的には、領域定義点 P が境界縁 3 に所定の距離（例えば、距離 d_1 ）に設定されている場合に、そのことを地図情報から判断してその境界縁 3 に沿う移動をするようにすればよい。なお、上述した各実施形態の構成を互いに組み合わせた構成とすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 7 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る自律移動装置のブロック構成図。

【 図 2 】 同上装置によって塗り潰し移動が行われる閉領域の平面図。

【 図 3 】 (a) (b) (c) は同上装置によって行われる塗り潰し移動の経路の例を示す平面図。

【 図 4 】 第 2 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 5 】 同上装置による物体の検出と経路生成を説明する平面図。

【 図 6 】 同上装置による物体の検出と経路生成の他の例を説明する平面図。

【 図 7 】 同上装置による物体の検出と経路生成の処理を説明するフローチャート。

【 図 8 】 第 3 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 9 】 同上装置による仮目的地を設定する処理のフローチャート。

【 図 10 】 (a) は図 9 のフローチャートの一部を実行するプログラムの説明図、(b) は (a) のプログラムにおける変数 `ifloor` のグラフ、(c) は (a) のプログラムにおける変数 `imod` のグラフ。

【 図 11 】 同上装置による経路生成を位置ベクトルによって説明する平面図。

【 図 12 】 第 4 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 13 】 第 5 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 14 】 第 6 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 15 】 第 7 の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う閉領域の平面図。

【 図 16 】 図 15 の閉領域における塗り潰し移動の経路を示す平面図。

【 図 17 】 第 8 の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う閉領域の平面図。

【 図 18 】 第 9 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【 図 19 】 第 10 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域

10

20

30

40

50

の平面図。

【図 2 0】第 1 1 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【図 2 1】第 1 2 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【図 2 2】第 1 3 の実施形態に係る自律移動装置による塗り潰し移動の経路を示す閉領域の平面図。

【図 2 3】第 1 4 の実施形態に係る自律移動装置が塗り潰し移動を行う複数の閉領域を含む走行領域の平面図。

【符号の説明】

10

【 0 1 3 8 】

1 自律移動装置

2 走行領域

3 境界線

4 線分

1 1 記憶手段

1 2 距離検出手段

1 3 位置認識手段

1 4 経路生成手段

1 5 走行手段

20

1 6 走行制御手段

2 0 閉領域

A ~ F 閉領域

a , a 1 , a 2 , b , b 1 , b 2 , c 仮目的地

K 仮目的地

M 物体

P , P 0 ~ P 5 領域定義点

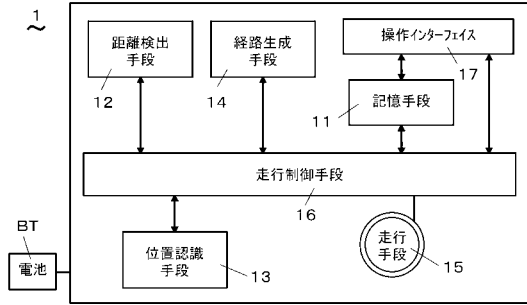
P 0 ~ P 7 仮目的地

R , R 1 ~ R 7 経路

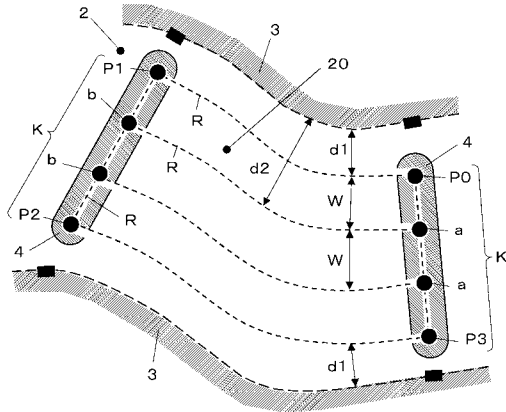
W 掃引幅

30

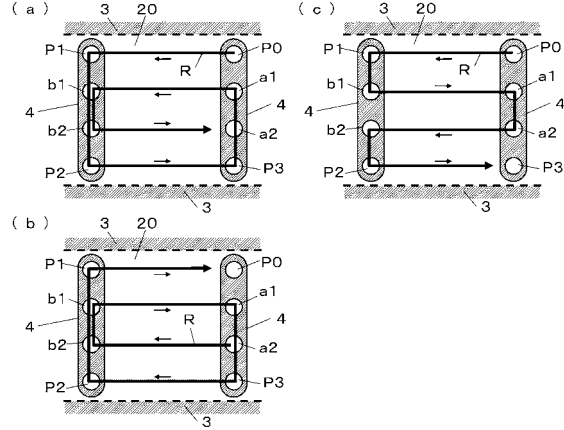
【図1】



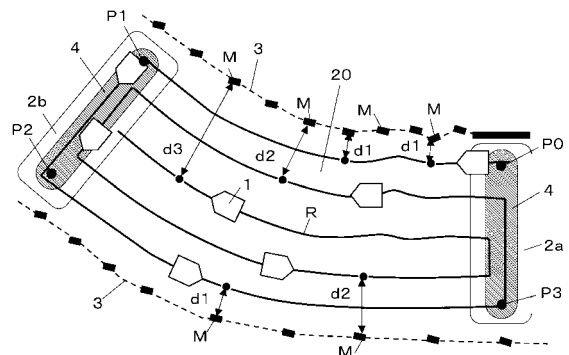
【図2】



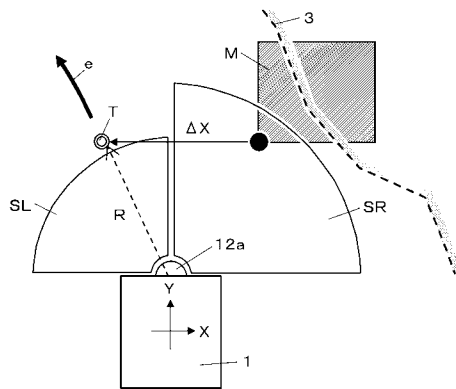
【図3】



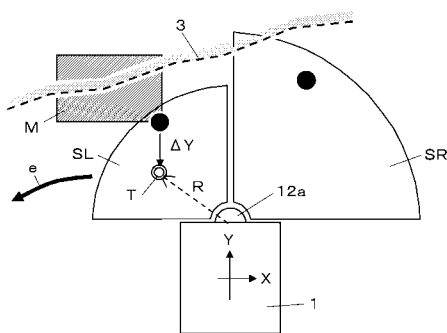
【図4】



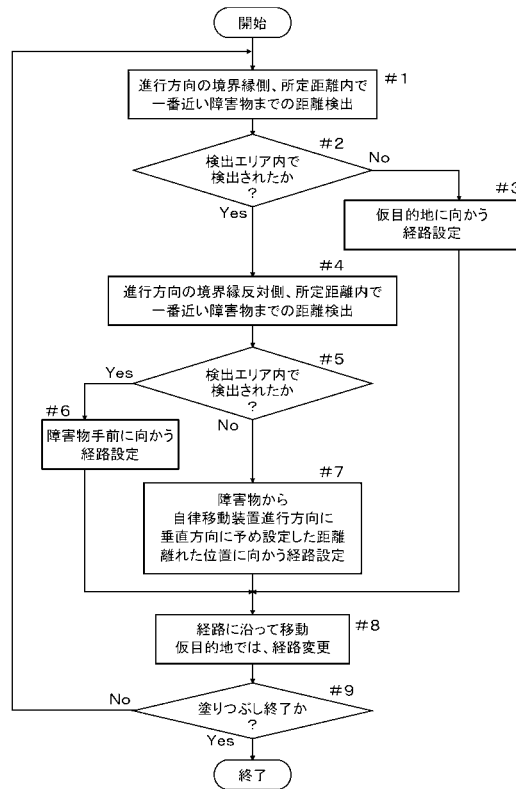
【図5】



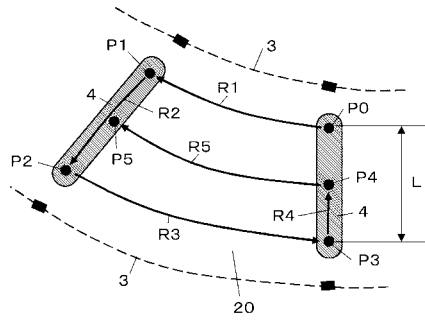
【図6】



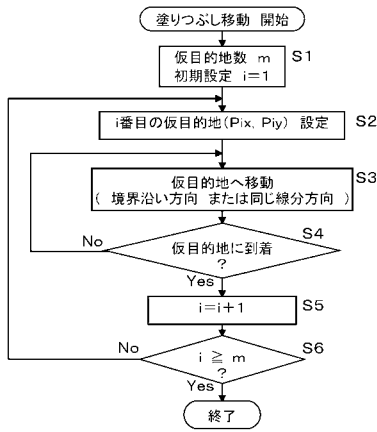
【図7】



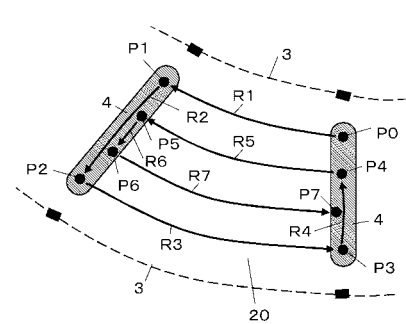
【図8】



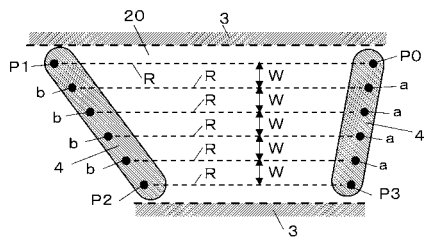
【図9】



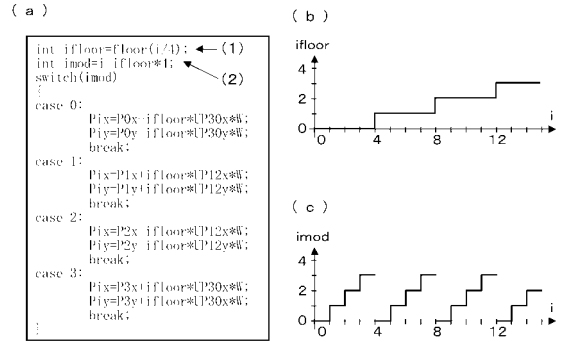
【図12】



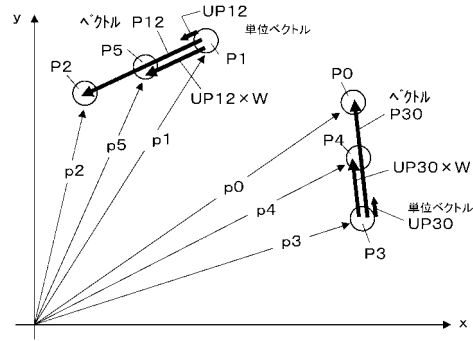
【図13】



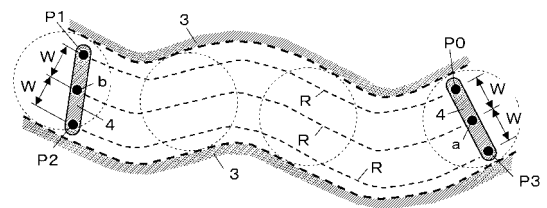
【図10】



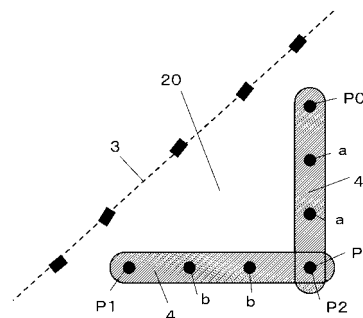
【図11】



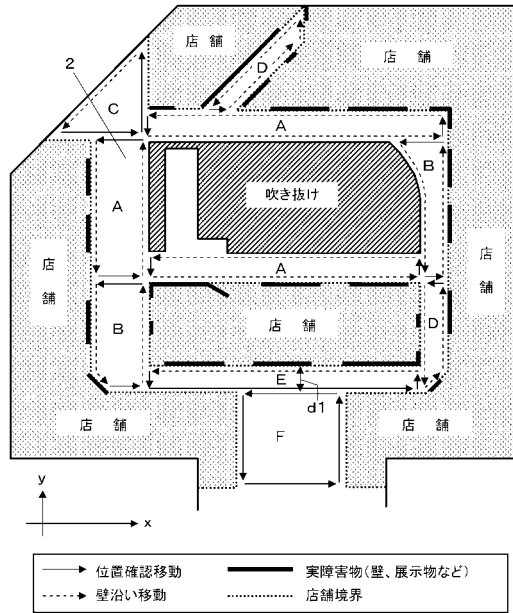
【図14】



【図15】



【図 23】



フロントページの続き

- (72)発明者 村井 亮介
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
- (72)発明者 木下 慎太郎
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

審査官 佐々木 一浩

- (56)参考文献 特開平03-201109(JP,A)
特開2007-330567(JP,A)
特開平05-165517(JP,A)
特開2006-293976(JP,A)
特開平06-149364(JP,A)
特開2003-036116(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05D 1/02