

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4680955号
(P4680955)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl. F1
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/02 J

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-126406 (P2007-126406)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成19年5月11日(2007.5.11)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2008-47095 (P2008-47095A)		SAMSUNG ELECTRONICS
(43) 公開日	平成20年2月28日(2008.2.28)		CO., LTD.
審査請求日	平成19年5月11日(2007.5.11)		大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
(31) 優先権主張番号	10-2006-0078398		416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
(32) 優先日	平成18年8月18日(2006.8.18)		Gyeonggi-do 442-742
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		(KR)
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動ロボットの領域分離方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

障害物および壁面との距離を感知できるセンサを有するロボットを自律走行させて、複数の点で構成する格子点を獲得し、前記障害物および前記壁面の位置と存在に対して0から1の間の値を指定することで、前記障害物および前記壁面を確率的に認識する地図である占有率格子地図を作成する占有率格子地図作成ステップと、

前記占有率格子地図における前記複数の点が有する0と1との間の確率分布に所定の閾値を適用して、前記閾値以上の値を有する点を前記障害物または前記壁面となる格子点とし、前記閾値以下の値を有する点に関しては自由空間として、該自由空間と前記障害物または前記壁面とよりなる格子地図を作成する格子地図補正ステップと、

前記格子地図補正ステップ後に、前記障害物または前記壁面と認識された格子点に対して、前記障害物および前記壁面の厚さを一定の厚さだけ厚くする侵食処理と、前記障害物および前記壁面の厚さを一定の厚さだけ薄くする膨張処理とを行って、前記自由空間にあるノイズを除去する自由空間ノイズ除去ステップと、

前記自由空間ノイズ除去ステップ後に、前記ノイズが除去された格子地図に対して、前記ロボットの大きさに基づき、前記障害物および前記壁面の厚さを厚くする別の侵食処理によって構成空間地図を作成する構成空間地図作成ステップと、

前記構成空間地図内でバンド型のスライスを一方向にスライスし、該バンド型スライスが前記障害物又は前記壁面によって分断されるときに、前記構成空間地図内の領域を分離して、該分断されたバンド型スライスに対応する複数の自由空間断片を取得する領域分離

10

20

ステップと、

を含むことを特徴とする移動ロボットの領域分離方法。

【請求項 2】

前記センサは、超音波、赤外線またはレーザセンサのような距離測定センサであることを特徴とする請求項 1 に記載の移動ロボットの領域分離方法。

【請求項 3】

前記構成空間地図内に存在する複数のラインのそれぞれが前記構成空間地図の枠線との間に形成する角度のうち最も出現頻度が高い角度を、ハフ変換、ラドン変換およびヒストグラム技法のうちいずれか 1 つを用いて取得し、該角度を形成するラインに対して垂直な方向を前記スイープの方向として抽出するスイープ方向抽出ステップ、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の移動ロボットの領域分離方法。

10

【請求項 4】

前記構成空間地図作成ステップ後に、前記自由空間断片の幅が一定の幅より小さいか、または前記自由空間断片の面積が一定値より狭いノイズセルに対応する前記自由空間断片を隣接した他の自由空間断片と併合するノイズセル除去ステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の移動ロボットの領域分離方法。

【請求項 5】

前記ノイズセル除去ステップ後に、2 つの相互に接している自由空間断片を 1 つに併合する併合ステップをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の移動ロボットの領域分離方法。

20

【請求項 6】

障害物および壁面との距離を感知できるセンサを有するロボットを自律走行させて、複数の点で構成する格子点を獲得し、前記障害物および前記壁面の位置と存在に対して 0 から 1 の間の値を指定することで、前記障害物および前記壁面を確率的に認識する地図である占有率格子地図を作成する占有率格子地図作成部と、

前記占有率格子地図における前記複数の点が有する 0 と 1 との間の確率分布に所定の閾値を適用して、前記閾値以上の値を有する点を前記障害物または前記壁面となる格子点とし、前記閾値以下の値を有する点に関しては自由空間として、該自由空間と前記障害物または前記壁面とよりなる格子地図を作成する閾値適用部と、

前記障害物または前記壁面と認識された格子点に対して、前記障害物および前記壁面の厚さを一定の厚さだけ厚くする侵食処理と、前記障害物および前記壁面の厚さを一定の厚さだけ薄くする膨張処理とを行って、前記自由空間にあるノイズを除去する自由空間ノイズ除去部と、

30

前記ノイズが除去された格子地図に対して、前記ロボットの大きさに基づき、前記障害物および前記壁面の厚さを厚くする別の侵食処理によって構成空間地図を作成する構成空間地図作成部と、

前記構成空間地図内でバンド型のスライスを一方向にスイープし、該バンド型スライスが前記障害物又は前記壁面によって分断されるときに、前記構成空間地図内の領域を分離して、該分断されたバンド型スライスに対応する複数の自由空間断片を取得する領域分離部と、

40

を含むことを特徴とする移動ロボットの領域分離装置。

【請求項 7】

前記占有率格子地図作成部は、距離測定センサを用いて距離を感知することを特徴とする請求項 6 に記載の移動ロボットの領域分離装置。

【請求項 8】

前記距離測定センサは、超音波、赤外線およびレーザセンサのうちの一つであることを特徴とする請求項 7 に記載の移動ロボットの領域分離装置。

【請求項 9】

前記自由空間ノイズ除去部は、前記障害物および前記壁面の厚さを一定の厚さだけ薄くする膨張処理を行うことを特徴とする請求項 6 に記載の移動ロボットの領域分離装置。

50

【請求項 10】

前記構成空間地図内に存在する複数のラインのそれぞれが前記構成空間地図の枠線との間に形成する角度のうち最も出現頻度が高い角度を、ハフ変換、ラドン変換およびヒストグラム技法のうちのいずれか1つを用いて取得し、該角度を形成するラインに対して垂直な方向を前記スイープの方向として抽出するスイープ方向抽出部を含む、

ことを特徴とする請求項6に記載の移動ロボットの領域分離装置。

【請求項 11】

前記自由空間断片の幅が一定の幅より小さいか、または前記自由空間断片の面積が一定値より狭いノイズセルに対応する前記自由空間断片を隣接した他の自由空間断片と併合するノイズセル除去部をさらに含むことを特徴とする請求項6に記載の移動ロボットの領域分離装置。

10

【請求項 12】

前記ノイズセルに対応する自由空間断片を併合後に、2つの相互に接している自由空間断片を1つに併合する併合部をさらに含むことを特徴とする請求項11に記載の移動ロボットの領域分離装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動ロボットの領域分離方法および装置であって、より詳しくは、移動ロボットが作業を行う空間地図を作成し、これを1つ以上の領域に分離する方法および装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

一般的にロボットは工場や産業界で自動化工程に対する方案として開発された。自動制御技術と遠隔操縦技術などの進歩に伴い、高温、低温などの極限の環境や宇宙や海底などの危険な環境で作業したり、単調な作業を繰り返したりする場合にロボットが主に応用された。

【0003】

最近では産業界で使われる産業用ロボットだけでなく、一般家庭や事務室などで家事や事務補助としてロボットが実用化されている。これに該当する代表的な例として、清掃用ロボット、案内ロボット、防犯ロボットなどが挙げられる。

30

【0004】

このようなロボットは、一定の領域内でロボットに与えられた作業を行うことができる。しかし、領域が広くなる場合にはランダムに軌跡を描いたり、領域内のどこかで作業を行う場合には効率的に全体領域に対する作業を行うことができなかつたりする。このようにして、与えられた空間内で領域を効果的に分離して、分離した領域に対し作業を行うことで効率を上げようとする試みがあった。

【0005】

図1は、従来技術による領域分離方法を示す概略図である。従来の領域を分離する方法では、与えられた格子地図に対しスイープライン100という直線を格子地図内でスキャンしながら領域を分離した。図1に示すように格子地図内ではスイープライン100とクリティカルポイント(150)が接する地点で領域を分けられる。クリティカルポイントはスイープラインが障害物と接しながら、上下に障害物がなくなる点をいう。よって、図1では原則的に2つのクリティカルポイント150が生成され、これにより4つの領域が生成される。

40

【0006】

しかし、ロボットが距離を測定するセンサなどによって、認識する格子地図は壁面や障害物が滑らかでなく屈曲が激しく生じている場合がある。例えば図1のように左右両側の面において屈曲や凹凸が多数生じ、それがスイープラインによりスキャン時に多数の不必要なクリティカルポイント160を発生させて、領域分離時に不必要な領域が生成され得

50

るとい問題があった。

【0007】

このような問題を解決するための方案として、格子地図を滑らかに生成する方法と、領域分離時に不必要なクリティカルポイントを考慮しながら領域分離をする方法とがある。

【0008】

しかし、格子地図を滑らかに生成する方法は、ロボットに装着されているセンサによって距離を測定し、格子地図を作成することによってセンサの誤差範囲内で常に可变的に動くことができ、ロボットが動くことによりロボットの正確な位置の感知が難しく、したがって、これに対する相対的な壁面または障害物との距離に対する誤差が発生し得る状況であるため、滑らかな格子地図作成には限界があった。

10

【特許文献1】韓国公開特許第2006-14715号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、前記のような問題点を考慮して案出されたものであり、構成空間地図を作成して、作成した空間地図に対してバンド型スライスを用いてスキャンしながら領域を分離することを目的とする。

これと共に、ノイズセルを除去し不必要に分離された領域を併合することによって、移動ロボットが効率的に作業できる領域を提供することを目的とする。

本発明の目的は、以上で言及した目的に制限されず、言及していないまた他の目的は下記記載によって当業者が明確に理解できるものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一観点によれば、障害物および壁面との距離を感知できるセンサを有するロボットを自律走行させて、複数の点で構成する格子点を獲得し、前記障害物および前記壁面の位置と存在に対して0から1の間の値を指定することで、前記障害物および前記壁面を確率的に認識する地図である占有率格子地図を作成する占有率格子地図作成ステップと、

前記占有率格子地図における前記複数の点が有する0と1との間の確率分布に所定の閾値を適用して、前記閾値以上の値を有する点を前記障害物または前記壁面となる格子点とし、前記閾値以下の値を有する点に関しては自由空間として、該自由空間と前記障害物または前記壁面とよりなる格子地図を作成する格子地図補正ステップと、

30

前記格子地図補正ステップ後に、前記障害物または前記壁面と認識された格子点に対して、前記ロボットの半径または大きさに基づき、前記障害物および前記壁面の厚さを厚くする侵食処理を行って、前記自由空間を縮小させて、前記格子地図の前記自由空間にあるノイズを縮小させる自由空間ノイズ除去ステップと、

前記自由空間ノイズ除去ステップ後に、前記ノイズが除去された格子地図に対して、前記ロボットの大きさを考慮した第1の侵食処理を行い、その後、前記障害物および前記壁面の厚さ、または面積を大きくする第2の侵食処理を行うことで、自由空間を減らして構成空間地図を作成する構成空間地図作成ステップと、

前記構成空間地図内でバンド型のスライスを使って一方向にスweepさせることにより前記構成空間地図内の領域を分離して、複数の自由空間断片を取得する領域分離ステップと、を含むことを特徴とする移動ロボットの領域分離方法が提供される。

40

【0011】

本発明の他の一観点によれば、障害物および壁面との距離を感知できるセンサを有するロボットを自律走行させて、複数の点で構成する格子点を獲得し、前記障害物および前記壁面の位置と存在に対して0から1の間の値を指定することで、前記障害物および前記壁面を確率的に認識する地図である占有率格子地図を作成する占有率格子地図作成部と、

前記占有率格子地図における前記複数の点が有する0と1との間の確率分布に所定の閾値を適用して、前記閾値以上の値を有する点を前記障害物または前記壁面となる格子点とし、前記閾値以下の値を有する点に関しては自由空間として、該自由空間と前記障害物ま

50

たは前記壁面とよりなる格子地図を作成する閾値適用部と、

前記障害物または前記壁面と認識された格子点に対して、前記ロボットの半径または大きさに基づき、前記障害物および前記壁面の厚さを厚くする侵食処理を行って、前記自由空間を縮小させて、前記格子地図の前記自由空間にあるノイズを縮小させる自由空間ノイズ除去部と、

前記ノイズが除去された格子地図に対して、前記ロボットの大きさを考慮した第1の侵食処理を行い、その後、前記障害物および前記壁面の厚さ、または面積を大きくする第2の侵食処理を行うことで、自由空間を減らして構成空間地図を作成する構成空間地図作成部と、

前記構成空間地図内でバンド型のスライスを使って一方向にスイープさせることにより前記構成空間地図内の領域を分離して、複数の自由空間断片を取得する領域分離部と、を含むことを特徴とする移動ロボットの領域分離装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0012】

上記のような本発明は、次のような効果が1つあるいはそれ以上ある。

第1に、バンド型スライスにより領域分離をすることで、壁面または障害物感知の誤差によって壁面または障害物近辺に生じる多数の領域を減らすことができる。

第2に、構成マップを作成することでロボットの大きさを考慮せずに領域分離することができる。

第3に、領域を分離する時に発生する複数の小さい領域のノイズセルを併合し、ロボットが効率的に作業することができる。

20

第4に、ノイズセル除去、および領域分離した複数の領域を併合することによってロボットが実質的に作業できる領域に分離することができる。

【0013】

本発明の効果は以上で言及した効果に制限されず、言及していないまた他の効果は請求の範囲の記載から当業者に明確に理解できるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

その他、実施形態の具体的な事項は、詳細な説明および図面に含まれている。本発明の利点および特徴、そしてそれらを達成する方法は、添付する図面と共に詳細に後述する実施形態を参照すれば明確になる。しかし、本発明は以下にて開示される実施形態に限定されず、互いに異なる多様な形態によって実施され、単に本実施形態は本発明の開示が完全なものとなるようにし、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に発明の範疇を完全に知らせるために提供されるものであって、本発明は、請求項の範疇によってのみ定義されるものである。明細書全体に亘り、同一参照符号は同一構成要素を指し示す。

30

【0015】

以下、本発明の好ましい実施形態について、添付する図面を参照しながらより詳しく説明する。

【0016】

図2は、本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離方法を示すフローチャートである。

40

本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離方法は、占有率格子地図作成ステップ(S210)と、閾値を適用する格子地図補正ステップ(S220)と、自由空間ノイズ除去ステップ(S230)と、構成空間地図作成ステップ(S240)と、スイープ方向抽出ステップ(S250)と、領域分離ステップ(S260)と、ノイズセル除去ステップ(S270)と、領域併合ステップ(S280)とを含むことができる。

【0017】

領域を分離するためには、先ず領域を分離する地図を作成することができる。ロボットが作業を行う空間に対して地図を作成する方法は、ロボットが自律的に走行しながら位置および距離情報を利用して地図を作成することができる。

50

【 0 0 1 8 】

図 3 は、構成空間地図の概念を示す図面である。

一般的な格子地図 (Grid map) は、一定の領域内で壁面または障害物と自由空間を示す役割をする。このような格子地図はロボットの大きさを考慮しないものであり、ロボットが走行しながらロボットの枠の部分と衝突したり、ロボットに過度な前進または後進をさせ得る。したがって、図 3 の右側図面のようにロボットの大きさを考慮する構成空間地図 (Space) を定義し、ロボットを一点に縮小し、壁面 3 2 0 や障害物 3 1 0 をロボットの大きさを考慮した自由空間 3 1 1, 3 2 1 を生成することができる。構成空間地図を作成することによりロボットの大きさを考慮せずにロボットの移動経路を生成したり、ロボットの作業領域を分離したりすることができる。

10

【 0 0 1 9 】

まず、ロボットが自律走行をしながら周囲の障害物を認識する占有率格子地図を作成する (S 2 1 0)。占有率格子地図は、ロボットが距離を感知できる 1 つ以上のセンサを装着し、障害物または壁面を確率的に認識する地図を意味する。ロボットのセンサなどが正確度とロボットの走行による位置誤差が発生し得るため、障害物の位置と存在に対して 0 から 1 の間の確率的な値として指定することができる。便宜上、本発明では障害物または壁面を形成する複数の格子点が確率的な値と指定された場合に、これを確率格子点 (Probability grid points) と定義する。言い換えれば、0 が与えられれば自由空間となり、1 が与えられれば障害物が 1 0 0 % の確率であることになり、その他 0 から 1 の間の数は確率的に障害物が存在することを意味する。原則的には、空間上では障害物があったり自由空間になったり 2 つに 1 つであり、0 と 1 との間の数でマップが作られるのはセンサの距離感知誤差とロボットが自身の位置認識に対する誤差により障害物の位置に対する誤差を持ち得るためである。

20

【 0 0 2 0 】

図 4 a は、本発明の一実施形態により占有率格子地図を作成した図面であり、図 4 b は、本発明の一実施形態により自由空間と障害物だけからなる格子地図を作成した図面である。

例えば、図 4 a とアパート内部空間で占有率格子地図を得ることができる。まず、移動ロボットは探索しようとする地域に対して自律的に走行をするようになる。移動ロボットは、距離を感知できる超音波、赤外線またはレーザセンサなどの距離感知センサを用いて移動ロボットの前方にある障害物を感知することができる。ロボットから構造物または壁面までの距離を感知して、複数の点で構成する格子点を獲得でき、このような格子点を用いて占有率格子地図を完成することができる。ただし、占有率格子地図では地図上の点の分布は絶対的なものではなく、0 と 1 との間に確率を有することができる。

30

【 0 0 2 1 】

占有率格子地図において、空間上の全ての点が有する 0 と 1 との間の確率分布に所定の閾値を適用し、自由空間と障害物だけからなる格子地図を得ることができる (S 2 2 0)。

【 0 0 2 2 】

閾値を適用する方法は 0 と 1 との間の値を有する点に関し、例えば、閾値として 0 . 5 を適用すれば格子点のうちで 0 . 5 以上である値に関しては 1 になり、0 . 5 未満である値に関しては 0 になる。よって 1 になる点は障害物になる格子点になり、0 になる点は自由空間になる。したがって閾値を適用して得られる格子地図は、図 4 b に示すように、占有率格子地図を相対的に明確にすることができる。これは確率的に分布する格子点を存在 1 または無存在 0 に変換することにより、補正された格子地図は自由空間と障害物が明らかに分けられる。ただし閾値はセンサの誤差などを考慮して、本発明に属する通常の知識を有する者によって多様に変更され得る。

40

【 0 0 2 3 】

図 5 a は、図 4 b の結果に侵食過程を経た格子地図を作成した図面であり、図 5 b は図 5 a の結果に膨張過程を経て、自由空間のノイズを除去した図面である。

50

【0024】

障害物と自由空間からなる格子地図を得た後には自由空間にあるノイズを除去するために映像処理過程を行える(5230)。映像処理は侵食および膨張を通して行える。

【0025】

侵食および膨張は自由空間上にあるノイズを除去することによって侵食と膨張を順次利用することができる。侵食を先ず適用すれば、障害物または壁面と認識される格子点に対し、その厚さを各々一定の大きさだけ厚くして自由空間を縮小させられる。例えば、図5aに示すように図4bの格子地図に対して侵食処理をすると、各障害物の厚さまたは広さを一定の大きさだけ大きくできる。図5aで白色の部分が自由空間であり、黒い色の部分が障害物に該当する。

10

【0026】

膨張処理は、障害物または壁面と認識される格子点を一定の大きさまたは厚さだけ減らし、自由空間を障害物が減る分増やすことができる。例えば、図5bでは図5aで侵食処理によって処理された格子地図に対して膨張処理を行い、自由空間を膨張させることによってノイズが除去された自由空間および障害物だけからなる格子地図を得ることができる。

【0027】

これと共に、膨張処理後に侵食処理をすることもできる。このような場合にも自由空間上の存在する点や微細な大きさの面積をノイズによって処理して除去することができる。

【0028】

上記のように侵食および膨張の映像処理によって、自由空間上にあるノイズを除去することができる。ノイズが処理された格子地図に対してロボットの大きさを考慮した侵食処理をすることによって、構成空間地図を獲得することができる(5240)。ノイズ処理された格子地図は、障害物の大きさおよび位置を推定することができ、これを再び侵食処理して障害物および壁面の厚さ、または面積を大きくして自由空間を減らすことができる。そのようにして、領域分離においてロボットが1つの点から変換され、これ以上ロボットの大きさなどが問題にならない構成空間地図を得ることができる(5240)。

20

【0029】

獲得された構成空間地図を用いて領域分離を行う。このような領域分離のためには一定の方向で全体領域をスイープすることができる。スイープする道具は線でなくバンド型スライスを用いて自由空間断片(Segment)を得ることができる。したがってこのようなバンド型スライスを用いて自由空間を分離することによって、壁面や障害物にできる不必要なクリティカルポイントによって生じる狭い領域の数を減らすことができる。

30

【0030】

バンド型スライスを適用して、スイープするステップを適用する前に、先ずスイープする方向を決定することができる(5250)。構成空間地図の領域内で多様な方法を用いて、全体領域内で優勢な頻度を有するラインの角度を求められる。例えば、このために、先ず領域内に存在する1つ以上のラインを検出した後に、これを角度が同一のグループに分けて、その中で最も加重値が高いラインのグループの角度をスイープラインが成す角度として決定することができる。これを実現するためにはハフ変換、ラドン変換またはヒストグラム技法を用いることができる。ハフ変換、ラドン変換またはヒストグラム技法は、二次元映像のデータ点を係数空間(Parameter Space)に変換して、係数空間で直線や輪郭線を検出することができる。したがって検出した複数の直線について最も頻度が高い直線方向をスイープ角度として定められる。

40

【0031】

算出されたスイープ角度を構成空間地図領域においてバンド型スライスのスイープ角度として用いることができる。算出されたスイープ角度に対して垂直方向がバンド型スライスのスイープ方向になる。

【0032】

図7aは、本発明の一実施形態についてバンド型スライスを構成空間地図に適用する過

50

程を示す図面であり、図7bは本発明の一実施形態についてバンド型スライスを適用し、領域を分離した結果を示す図面である。

【0033】

スイープ方向が決定すればバンド型のスライスを構成空間地図に適用し、領域分離をする(5260)。バンド型スライスをスイープ方向に沿って移動させながら、自由空間断片を得ることができる。例えば、図7aのように構成空間地図においてバンド型スライスのスイープ角度が90度でスイープ方向が右側方向(すなわち0度)であると仮定する。バンド型スライスを順に移動させながら、自由空間断片に対しIDを割り当てる。これと共に、バンド型スライスが自由空間内部の障害物に当たる場合には、自由空間断片を分離できる。

10

【0034】

図7aを参照すると、スライスを右側にスイープしながら自由空間断片700が形成され、このように形成された自由空間断片700が障害物に邪魔にならずに隣接していれば、自由空間断片を1つにし、1つのIDを付与することができる。言い換えれば、図7aの左側にある2つの自由空間断片に1つのIDである「1」を付与して1つの領域にすることができる。

【0035】

これに反して、障害物によって自由空間断片710、720が分けられる場合には、各自由空間断片にIDを各々付与することができる。例えば、図7aで障害物によって自由空間断片が2つに分けられる場合に、上部にある自由空間断片には「2」のID710を割り当て、下部にある自由空間断片には「3」のID720を割り当てられる。

20

【0036】

そして、スライスにより構成空間地図をスイープしながら自由空間断片を得て、このような自由空間断片にIDを付与することで図7bと同じように領域を分離することができる。

【0037】

このような領域分離は、図7bのように構成空間地図が壁面320や障害物310を滑らかに認識する場合には従来のラインによるスイープ方式と差がないこともある。しかし、図1にすでに示したように、センサなどの誤差によって獲得された構成空間地図において壁面や障害物の枠が均一でない場合には、多数の不必要なクリティカルポイント160が生じ、これによって壁面または障害物近辺で複数の小さい領域が生じる問題があった。本発明の一実施形態において適用するバンド型スライスにより構成空間地図をスイープすることによって、壁面または障害物における不必要なクリティカルポイントによる効果を遮断することができる。

30

【0038】

図8は本発明の一実施形態によってバンド型スライスを適用しながら、IDを付与する4つの場合を示す図面であり、図9は本発明の一実施形態によって図6で作成された構成空間地図にバンド型スライスを適用して、領域を分離した結果を示す図面である。

【0039】

図8を参照すれば、自由空間断片にIDを付与する方法は次の4つの場合に分けることができる。

40

第1に、2つ以上の自由空間断片が、共通する以前の自由空間断片と接している場合である。例えば、図8-1に示すようにIDが「1」が割り当てられた共通の自由空間断片に対して2つの自由空間断片が接している場合には、各自由空間断片に対して新しいIDを付与することができる。そして、1つの自由空間断片には「2」というIDを付与し、他の1つには「3」というIDを付与する。

第2に、自由空間断片が以前の多数の自由空間断片と接している場合である。例えば、図8-2に示すように、上部と下部に各々「1」と「2」のIDが割り当てられた自由空間断片に新しい自由空間断片が接している。このような場合には、新しい自由空間断片に新しいIDを付与することができる。したがって新しい自由空間断片には「3」というID

50

を付与することができる。

第3に、自由空間断片が障害物903や壁面だけと接している場合である。この場合は、スライスによるスイープを始めることによって新しいIDを付与する。例えば、図8-3においても新しいIDの「1」を付与することができる。

第4に、自由空間断片に以前の自由空間断片が接している場合である。言い換えれば、自由空間断片が1対1で付着しているという意味である。このように連続して接している自由空間に対しては、以前のIDを付与する。例えば、図8-4のように連続して連結している自由空間断片に対しては、以前のIDである「1」を付与することができる。

【0040】

上記のような4種類の自由空間断片にIDを割り当てる方法によって、領域を分離することができる。例えば、図7aに示す構成空間地図上で詳述した4種類のケースに分けて領域を分離をすると仮定する。右側方向でスイープしながら初期には3番目と4番目のケースに該当し、IDに1が割り当てられる。継続的なスイープによって障害物に当たり、自由空間断片が上と下へ分けられながら、1番目のケースになり得る。よって上の自由空間断片には2というIDを付与し、下の自由空間断片には3というIDを付与することができる。障害物が終わる地点でのスイープは2番目のケースに該当する。よって新しいIDである4を割り当てることができる。

10

【0041】

IDが割り当てられた後にバンド型スライスによって、次の自由空間断片が形成される。形成された自由空間断片が以前の自由空間断片と1対1で接していれば新しいIDを付与しないため、図7aでの自由空間領域では各IDが割り当てられた後には4番目のケースに該当し、障害物に当たったり障害物がなくなる前までのスライスによるスイープにおいて新しいIDを付与しない。したがって、図7bと同じように「4」までのIDが割り当てられ、4つの領域に分離することができる。

20

【0042】

上述したようなバンド型スライスによるスイープによって、領域分離をする方法を一般的なアパート空間に適用し、領域分離をした図面が図9に示されている。このような領域分離は、図6に示される構成空間地図を用いて作られる。作成された構成空間地図に対して優勢な方向を抽出し、スイープ角度を決める。例えば、スイープ角度が90度に選択された場合にはスイープ方向が右側になり、よって図9のように多数の領域に分離される。

30

【0043】

バンド型スライスを使うことによって壁面または障害物の境界地点で多数の領域が分離される問題点を減らすことができる。図9に示すように、領域内の左側と右側末端面での領域が多数に分けられずに1つまたは2つ程度に分けられ、壁面または障害物の境界地点でのノイズによって、領域が多数に分離する問題が減ることがわかる。ただし、スライスの幅の大きさによって壁面または限の部分で狭い面積の領域ができることもある。

【0044】

図10は、ノイズセルを除去して領域を併合する過程を示す図面であり、図11は、図9で得られた結果にノイズセルを除去して領域を併合した結果を示す図面である。

バンド型のスライスを使ったスイープにより領域分離をした後にはノイズセルを除去し (S270)、ノイズセルを除去しながら領域併合する段階を経る (S280)。

40

【0045】

壁面の屈曲が激しい場合や壁面に柱があって壁面が一部突出している場合には、スライスによって領域分離をしても多数の領域が作られ得る。例えば、図10-1で左側図面に示すように自由空間断片が形成されたと仮定する。3というIDが割り当てられた部分は、非常に小さい空間であるため領域と認定するには不足となり得、これをノイズセルで処理することによって既存の領域に併合することができる。

【0046】

セルの幅またはセルの面積を基準として閾値以下に値するセルに対しては、ノイズセルとして指定することができる。ノイズセルとして指定されれば、隣接する他領域と併合す

50

ることができる(S 2 7 0)。これと共に、ノイズセルが除去されることによる領域上の分離が正しいのかを確認し、ノイズセルによって領域が分離した部分があればこれを併合することができる(S 2 8 0)。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 - 1 に示されるように、ノイズセルを除いて 2 つの領域が接していたり 1 つの領域だけある場合には、ノイズセルを除けば 1 つの領域にすることができる。よってノイズセルを併合しながら、全体で 1 つの領域に併合することができる。図 1 0 - 1 はノイズセルを併合しながらノイズセルを除いた 2 つの領域がノイズセルによって分けられた場合であるため、これを併合して 1 つの領域になるようにする。

【 0 0 4 8 】

一方、ノイズセルを除いても接している領域が 3 つ以上になる場合には、ノイズセルがない場合にも 3 つ以上の領域に分けられ得るため、ノイズセルに対してのみ併合することができる。図 1 0 - 2 に示すように、ノイズセルに接している領域に併合した後も 3 つの領域に分けられるため、他の領域とは併合することができない。

【 0 0 4 9 】

図 9 で得られた結果において、上のようなノイズセル除去および領域併合ステップを適用して図 1 1 を得ることができる。図 1 1 ではバンド型のスライスを使ってスイープによって領域分離をし、領域一部に幅が小さいか面積が狭いノイズセルが存在する。このようなノイズセルを上記にて詳述したノイズ除去方法によって併合し、ノイズ除去後に領域に対する併合をすることで全体領域の数を減らすことができる。これと共に、ノイズセルを除去して領域を併合することにより 1 つの領域と認識される領域の広さを広め、ロボットが 1 つの領域で効率的に作業を行えるようにできる。

【 0 0 5 0 】

図 1 2 a と図 1 2 b とは、図 9 および図 1 1 の領域分離の結果の中で左側下段の部分を拡大して示す図面である。

図 1 2 a ではバンド型スライスによって、領域分離をした結果を示す図面であり、比較的領域分離が効果的であるが領域 2、1 1 および 2 5 のノイズセルによって、領域がもう少し細かく分離され得る。

【 0 0 5 1 】

このようなノイズセル 2、1 1、2 5 を接している領域に併合させて(S 2 7 0)、ノイズセル除去後に領域併合を行うことによって(S 2 8 0) 多数の領域に分離した部分が 1 つの領域に併合されることがわかる。

【 0 0 5 2 】

例えば、ロボットが清掃用ロボットの場合には、図 1 2 b のように障害物がない部屋 1 つを、スライスを使ってスイープすることによって、領域を分離してノイズセルを除去しながら、領域併合することによって分離する領域の数を減らすことができる。そして、清掃用ロボットが部屋の内部を領域の数分に分けて清掃をするようになるが、領域の数が減るために効率的に清掃することができる。

【 0 0 5 3 】

図 1 3 は本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離装置を示すブロック図である。

本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離装置は、占有率格子地図作成部 1 3 0 0、閾値適用部 1 3 1 0、自由空間ノイズ除去部 1 3 2 0、構成空間地図作成部 1 3 3 0、スイープ方向抽出部 1 3 4 0、領域分離部 1 3 5 0、ノイズセル除去部 1 3 6 0 および領域併合部 1 3 7 0 を含める。

【 0 0 5 4 】

占有率格子地図作成部 1 3 0 0 は作業を行う空間に対してロボットが自律的に走行しながら、格子地図を作成する役割をする。占有率格子地図作成部によって多数の格子点が抽出されるが、このような格子点は 0 から 1 の間に確率値と表現される確率格子点である。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

閾値適用部 1310 は、確率格子点に対して閾値を適用することにより、各点の確率値と閾値とを比較することによって、0 または 1 の値に変換する。したがって 1 になる格子点は壁または障害物などの物体が占有する部分になり、0 になる格子点は自由空間になる。

【0056】

自由空間ノイズ除去部 1320 は、侵食または膨張を通して自由空間のノイズを除去する役割をする。したがって侵食後に膨張過程を経たり膨張後に侵食過程を通してノイズを除去することによって、障害物がある部分と自由空間からなる地図を得ることができる。

【0057】

構成空間地図作成部 1330 は、侵食処理によって、構成空間地図を作成する役割をする。侵食処理は障害物または壁面に対してロボットの大きさを考慮し、障害物または壁面を厚く処理することによって自由空間を減らす。よって作成された構成空間地図を用いてロボットが 1 つの点から変換されて、自由空間上で領域分離を行うことができる。

【0058】

スイープ方向抽出部 1340 は、獲得された構成空間地図において最も優勢な線グループを探し、これをスイープ角度として抽出する役割をする。空間地図において線を検索するためにハフ変換、ラドン変換またはヒストグラム技法を用いることができる。

【0059】

領域分離部 1350 は、獲得された構成空間地図をスイープ方向に沿ってスイープしながら領域を分離する役割をする。バンド型スライスを用いて空間地図をスイープすることでセンサなどの誤差によって構成空間地図上の壁面または障害物近辺での不必要な領域分離を減らすことができる。領域分離部は自由空間断片に ID を付与する方式を用いて領域を効率的に分けることができる。

【0060】

ノイズセル除去部 1360 は、領域分離部によって分けられた領域の中で幅または面積が一定値より小さい領域をノイズと指定し、これを除去する役割をする。ノイズセルとして指定されれば、このようなノイズセルを隣接した領域に併合することができる。

【0061】

領域併合部 1370 は、ノイズセルを併合後に領域分離が正しいかを判断し、正しく分離されなかった領域を併合する役割をする。ノイズセルによって互いに異なる領域に分けられる場合には、領域併合部がこれを判断して 1 つの領域に併合することができる。そして、屈曲が激しい環境で多数のノイズセルが生じ、それによって多数の領域も発生した場合には、ノイズセルを除去しながら、多数の領域に対しても併合を試みることによってノイズセルによる領域分離効果を除去し、ロボットが効率的に作業を行う領域を提供することができる。

【0062】

以上、添付した図面を参照して本発明の実施形態を説明したが、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者であれば、本発明がその技術的思想や必須の特徴を外れない範囲内で様々に置換え、変形および変更が可能であるため、他の具体的な形態で実施されるということを理解できる。したがって、以上で記述した実施形態はすべての面で例示的であり、限定的なものではないことを理解しなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】従来技術に係わる領域分離方法を示す概略図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離方法を示すフローチャートである。

【図 3】構成空間地図の概念を示す図である。

【図 4 a】本発明の一実施形態によって占有率格子地図を作成した図である。

【図 4 b】本発明の一実施形態によって自由空間と障害物だけからなる格子地図を作成した図である。

10

20

30

40

50

【図 5 a】図 4 b の結果に侵食過程を経た格子地図を作成した図である。

【図 5 b】図 5 a の結果に膨張過程を経て自由空間のノイズを除去した図である。

【図 6】本発明の一実施形態によって侵食過程により構成空間地図を作成した図である。

【図 7 a】本発明の一実施形態によってバンド型スライスを構成空間地図に適用する過程を示す図である。

【図 7 b】本発明の一実施形態によってバンド型スライスを適用して領域を分離した結果を示す図である。

【図 8】本発明の一実施形態によってバンド型スライスを適用しながら I D を付与する 4 つのケースを示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態によって図 6 で作成された構成空間地図にバンド型スライスを適用して領域を分離した結果を示す図である。

10

【図 10】ノイズセルを除去して領域を併合する過程を示す図である。

【図 11】図 9 で得られた結果にノイズセルを除去して領域を併合した結果を示す図である。

【図 12 a】図 9 の領域分離の結果のうちで左側下段の部分を拡大して示す図である。

【図 12 b】図 11 の領域併合の結果のうちで左側下段の部分を拡大して示す図である。

【図 13】本発明の一実施形態に係わる移動ロボットの領域分離装置を示すブロック図である。

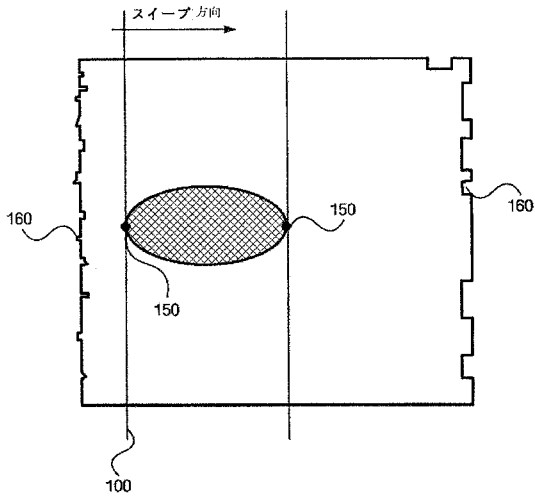
【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

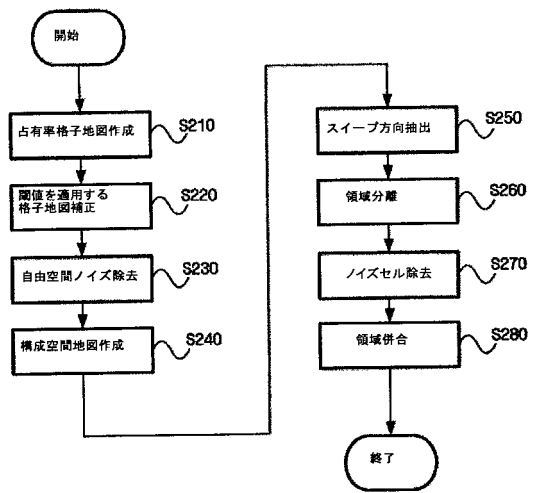
20

- 1 3 0 0 占有率格子地図作成部
- 1 3 1 0 閾値適用部
- 1 3 2 0 自由空間ノイズ除去部
- 1 3 3 0 構成空間地図作成部
- 1 3 4 0 スイープ方向抽出部
- 1 3 5 0 領域分離部
- 1 3 6 0 ノイズセル除去部
- 1 3 7 0 領域併合部

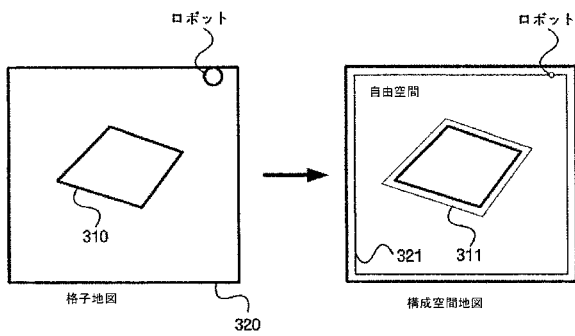
【図1】



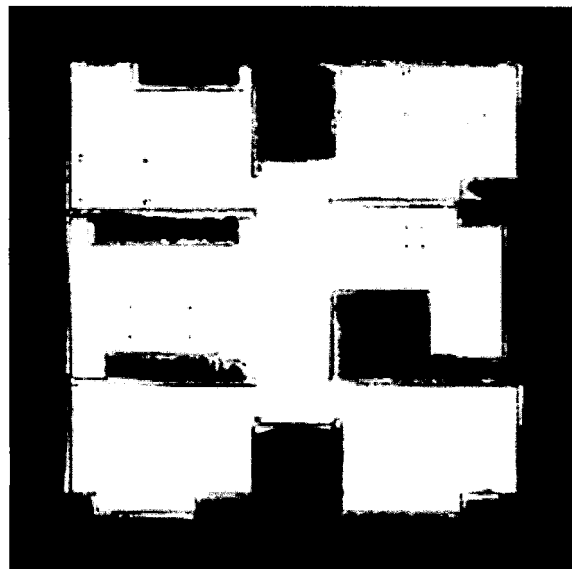
【図2】



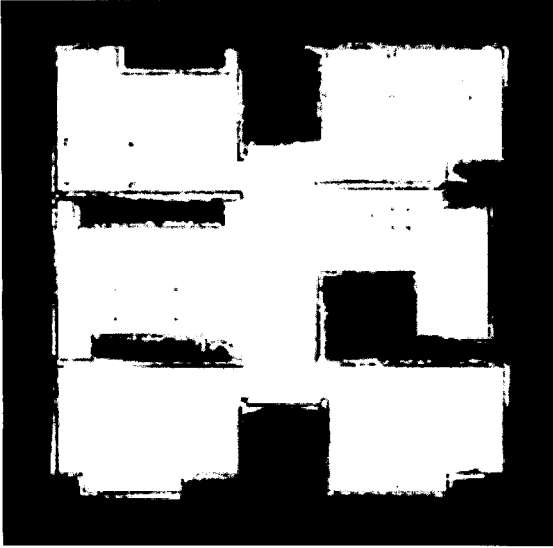
【図3】



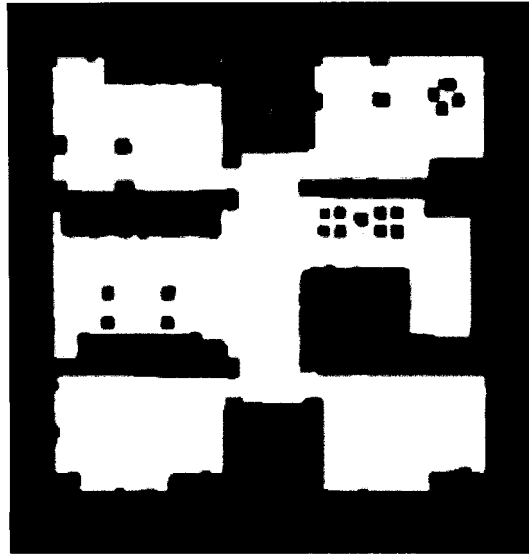
【図4a】



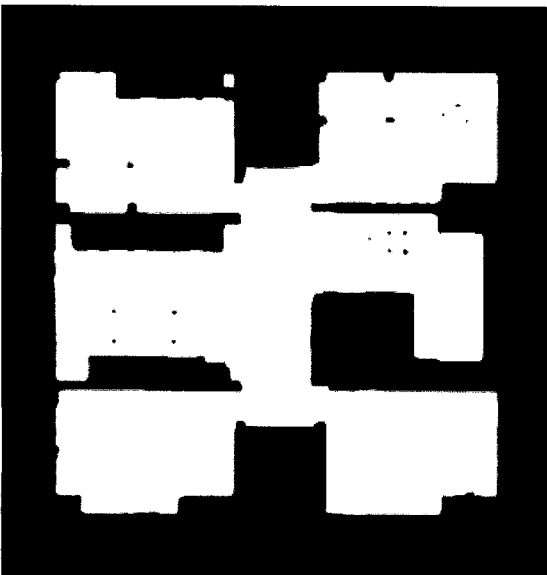
【図 4 b】



【図 5 a】



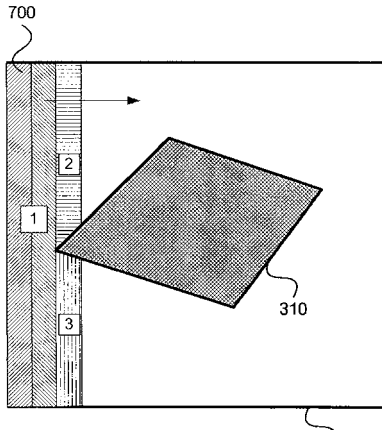
【図 5 b】



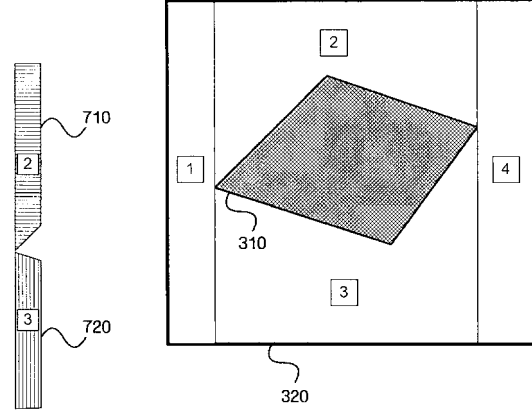
【図 6】



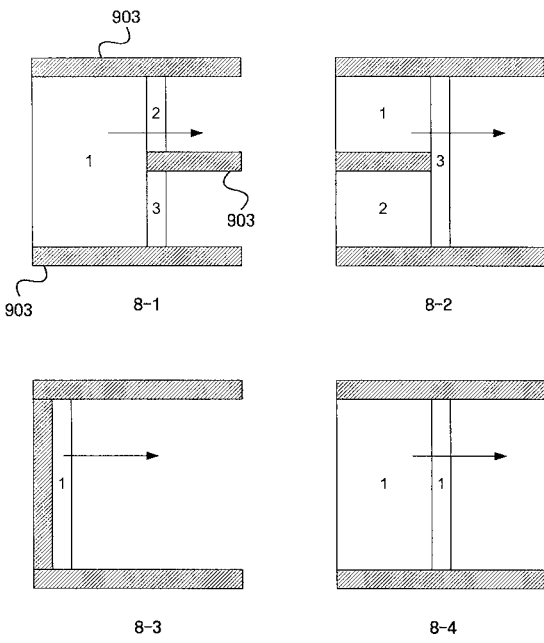
【図 7 a】



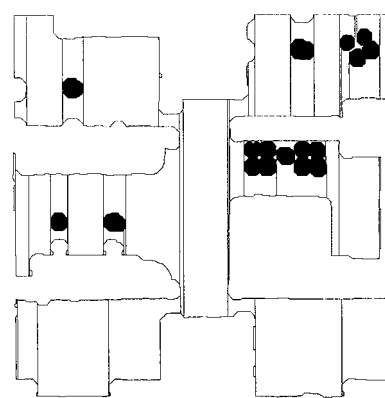
【図 7 b】



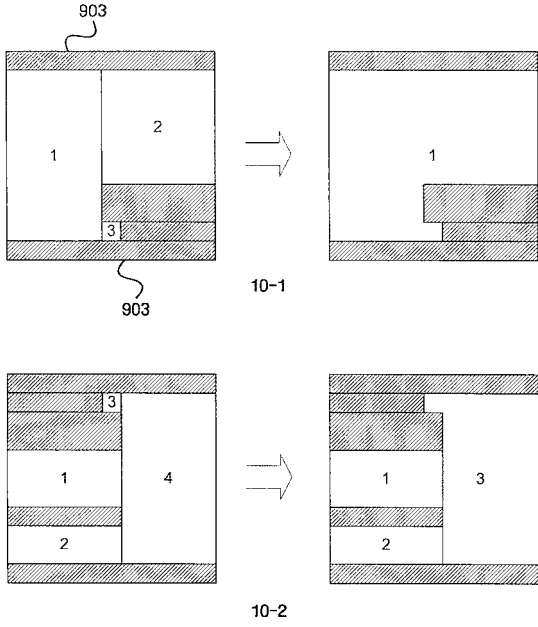
【図 8】



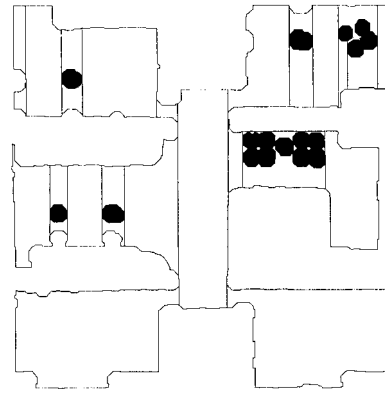
【図 9】



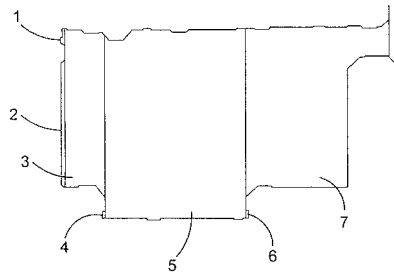
【図10】



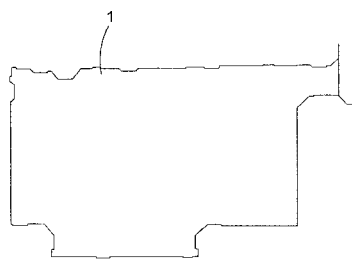
【図11】



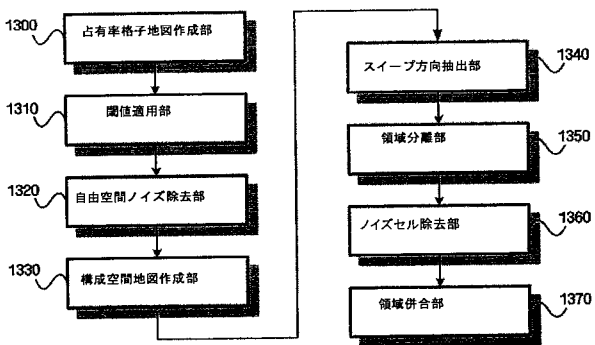
【図12a】



【図12b】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 明 鉉
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)
- (72)発明者 方 錫 元
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)
- (72)発明者 姜 政 範
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)
- (72)発明者 金 し 鍾
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)
- (72)発明者 鄭 明 振
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)
- (72)発明者 李 受 珍
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞三星綜合技術院内(番地なし)

審査官 佐藤 彰洋

- (56)参考文献 特開2005-332204(JP,A)
特開2005-032196(JP,A)
特開2003-269937(JP,A)
特開昭63-265312(JP,A)
特開平09-212238(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 1/02
B25J 5/00
B25J 13/08
B25J 19/02 - 19/04