

(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2008-33633  
(P2008-33633A)

(43) 公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/02 E 5H301

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2006-206368 (P2006-206368)  
(22) 出願日 平成18年7月28日(2006.7.28)

(71) 出願人 000108085  
セコム株式会社  
東京都渋谷区神宮前一丁目5番1号  
(74) 代理人 100067323  
弁理士 西村 敦光  
(74) 代理人 100124268  
弁理士 鈴木 典行  
(72) 発明者 大町 洋正  
東京都三鷹市下連雀八丁目10番16号セコム株式会社内  
Fターム(参考) 5H301 AA01 BB05 CC03 CC06 DD01  
EE08 GG01 GG08 HH01 JJ01  
LL01 LL06 LL11 MM05

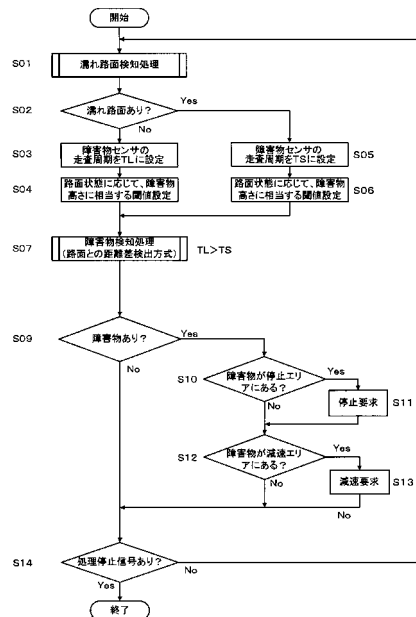
(54) 【発明の名称】 移動ロボット

(57) 【要約】

【課題】 移動ロボットにおいて、走行路面が雨で濡れていても、障害物検出の誤報が少なく高い判定精度を得ること。

【解決手段】 移動ロボットは、測距センサと路面状態判定手段と障害物判定手段と測距センサの測定周期を制御する制御手段を有している。路面の濡れ状態が検出されると測距センサの測定周期を路面が濡れていないときの値(TL)よりも短い値(TS)として走行距離に対するデータサンプリング間隔を短くし、サンプル数を増加させて走行路面と障害物の距離差をより細密に得られるようにし、これにより閾値を高い値として障害物を見落としなくより正しい距離差で検出するとともに、誤報を避ける。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

路面上を走行する移動ロボットであって、

前記路面に対して距離計測用の検知波を送波するとともに反射波を受波して移動ロボットまでの距離を測定する測距センサと、

前記測距センサにて計測した距離データに基づき、前記路面上に存在する所定閾値を越える大きさの障害物を検出する障害物判定手段と、

前記路面の濡れ状態を検知する路面状態判定手段と、

前記測距センサの測定周期を制御する制御手段を具備し、

前記制御手段は、前記路面状態判定手段にて路面の濡れ状態を検出すると、前記測定周期を前記路面の濡れ状態を検出していないときよりも短くするように制御することを特徴とした移動ロボット。 10

## 【請求項 2】

前記障害物判定手段は、前記路面状態判定手段にて路面の濡れ状態を検出すると、前記所定閾値を前記路面の濡れ状態を検出していないときの閾値よりも前記障害物を検出しにくい値とする請求項 1 に記載の移動ロボット。

## 【請求項 3】

前記所定閾値は、前記路面からの障害物の高さに相当する値に基づいて定める請求項 1 または 2 に記載の移動ロボット。

## 【請求項 4】

前記路面状態判定手段は、前記測距センサにて計測した所定範囲外または計測不能な距離データに基づき前記路面の濡れ状態を検知する請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一つに記載の移動ロボット。 20

## 【請求項 5】

さらに、前記移動ロボットが路面上を走行する速度を検出する速度検出手段と、

路面が濡れている場合と乾燥している場合について、前記移動ロボットの速度と該速度に対応する前記測距センサの測定周期との対応関係をそれぞれ規定した速度周期対応データを記憶する記憶部を有しており、

前記制御手段は、前記路面状態判定手段の検出結果と前記速度検出手段の検出結果に応じて前記速度周期対応データに基づき前記測定周期を制御することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の移動ロボット。 30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、走行路面の障害物を検出しつつ屋外を走行する移動ロボットに関し、特に走行路面が濡れていても障害物の検出精度を確保するための技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、走行路面の障害物を検出しつつ走行する移動ロボットは、特許文献 1 にあるように距離検知センサを用いて、床面（走行路面）に向けて距離測定用のレーザ光を左右方向に所定の測定周期にて投受光し、得られた距離データに基づいて障害物を検出していた。 40

## 【0003】

図 1 1 は、従来の移動ロボット R による障害物検出の状態を説明する図であって、右側に移動ロボット R、レーザ光 L、走行路面 S 及び障害物 H の位置関係を側面視した図を示し、左側には距離検知センサにて計測した距離データを平面視した図を示している。左側の距離データは、距離検知センサを中心に左右（X 軸方向）及び前後（Y 軸方向）に平面視した直角座標系にて模式的に示している。また、移動ロボット R の移動の履歴を見るために、時刻  $t$ 、 $t + 1$ 、 $t + 2$ 、 $t + 3$ 、 $t + 4$  の時刻の経過順に上下に並べて示している。

## 【0004】

10

20

30

40

50

時刻  $t$  では、移動ロボット R のレーザ光 L は走行路面 S に投光され、走行路面 S からの反射光を受光する。このため、左欄にあるように、走行路面 S のレーザ光 L が当たっているところまでの距離が計測されている。

【0005】

時刻  $t + 1$  では、移動ロボット R が障害物 H にやや近づき、レーザ光 L が障害物 H の走行路面 S に近い高さに当たった状態である。この場合、計測される距離データは、左欄に示すように走行路面 S からの反射光による距離と障害物 H からの反射光による距離に差が生じる。

【0006】

時刻  $t + 2$  では、移動ロボット R が  $t + 1$  時点より更に近づき、レーザ光 L が障害物 H の中間的な高さに当たった状態である。この場合、計測される距離データは、左欄に示すように走行路面 S からの反射光による距離と障害物 H からの反射光による距離の差が  $t + 1$  時点より大きく生じる。

【0007】

時刻  $t + 3$  では、移動ロボット R が  $t + 2$  時点より更に近づき、レーザ光 L が障害物 H の上方部に当たった状態である。この場合、計測される距離データは、左欄に示すように走行路面 S からの反射光による距離と障害物 H からの反射光による距離の差が  $t + 2$  時点より更に大きくなる。

【0008】

時刻  $t + 4$  では、移動ロボット R のレーザ光 L は障害物 H の上方を通過して走行路面 S に投光され、走行路面 S からの反射光を受光する。このため、左欄にあるように、走行路面 S のレーザ光 L が当たっているところまでの距離が計測されている。

【0009】

なお、通常では、移動ロボット R が障害物に衝突するのを防ぐために、障害物 H を検出した時点で停止または回避動作を行うので、 $t + 4$  時点まで移動させないように制御されるが、今回は説明のために記載している。

【0010】

移動ロボット R では、図 11 の左欄に示すような距離データに基づいて、障害物 H を検出している。すなわち、同図から明らかのように、走行路面 S からの反射光による距離データは、略等距離のデータとして計測され、障害物 H は走行路面 S からの反射光による距離データよりも近距離のデータとなる。そこで、移動ロボット R では、走行路面 S による距離データより所定閾値以上の距離差があれば障害物として検出していた。なお、所定閾値は、距離差が障害物の走行路面からの高さに相当することを考慮し、走行に障害となるか否かを判定するのに使用している。

【特許文献 1】特開平 1-293410 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、雨が降り、走行路面が濡れるとレーザセンサによる正しい距離値が得にくくなる。特にレーザセンサを走行路面に対して浅い角度で設置している場合、走行路面の状況によっては、レーザ光が鏡面反射して距離値がまったく得られなかったり、受光した反射光による信号の波形の立ち上がり位置が判断しにくい等のため、距離値の誤差が大きくなることがあり、距離値の誤差によって実際の走行路面よりも短い値（近い距離）が得られた場合には、障害物と間違えて判定してしまうことがある。

【0012】

例えば、移動ロボットが速度  $10\text{km/h}$  ( $277.7\text{cm/s}$ ) で走行し、レーザセンサの測定周期が  $33\text{ms}$  とすると、移動ロボットが  $9.2\text{cm}$  移動するごとに距離データが得られることになる。ここで、障害物にレーザ光が当たる場合、センサの取付角度が約  $10$  度とすると、レーザ光が障害物に当たる位置は、ロボットが移動するにつれて障害物の高さ方向に  $1.6\text{cm}$  ( $=\tan 10^\circ \cdot 9.2$ ) ずつずれていくことになる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

ここで移動ロボットが5cm までの段差を乗り越えることができる場合には、5cm 以上の高さの物体を走行を阻害する障害物として検出することが必要となる。

## 【 0 0 1 4 】

したがって、5cm 高の障害物を発見するにはセンシング結果が $3.4\text{cm} < h < 5\text{cm}$  の範囲内である必要があり、すなわち5cm のものを確実に見つけるには高さを判定するための閾値を3.4cm として設定する必要がある。

## 【 0 0 1 5 】

しかし、前述の通り、走行路面が濡れることにより誤差が大きくなり、実際の距離よりも短い値が得られると、高さの低い物体であっても高さ3.4 cm以上の障害物として誤検出される可能性があるという問題点があった。

10

## 【 0 0 1 6 】

また、レーザセンサの測定周期が遅いと、走行速度との関係から、測定周期に対する移動距離が長くなり、結果として障害物の高さ方向の分解能が悪くなる。すなわち、図11の例ではレーザセンサの測定周期が速ければ、 $t \sim t + 4$  までの間に5周期分の距離データを取得できるが、レーザセンサの測定周期が2倍の長さになると $t$ 、 $t + 2$ 、 $t + 4$  の3周期分の距離データしか取得できない。この場合速度が一定であれば1周期当りの移動距離が長くなり障害物検出精度が悪化する。また、走行路面が濡れてくると、レーザ光の受光数が少なくなるので、計測できる距離データの数が少なくなる。したがって、レーザセンサの測定周期が長いこと、及び走行路面が濡れていることに起因して、計測できる距離データのサンプル数がかなり少なくなるので、結果的に障害物の検出精度の低下を招いてしまうという問題がある。この問題はレーザセンサの測定周期を常に短くすることで回避可能であるが、その場合、走行路面が乾燥しているときなど、必要がないときまでレーザセンサの測定周期を短くすることになるので消費電力が大きくなるという問題があった。

20

## 【 0 0 1 7 】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、走行路面の状態（雨による濡れ）に応じて、レーザセンサの測定周期を変更し、さらに障害物検出の判定基準である閾値を変更することにより、障害物検出における誤報の可能性を減じて判定精度を向上させることを目的とする。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 8 】

請求項1に記載された移動ロボットは、路面上を走行する移動ロボットであって、前記路面に対して距離計測用の検知波を送波するとともに反射波を受波して移動ロボットまでの距離を測定する測距センサと、前記測距センサにて計測した距離データに基づき、前記路面上に存在する所定閾値を越える大きさの障害物を検出する障害物判定手段と、前記路面の濡れ状態を検知する路面状態判定手段と、前記測距センサの測定周期を制御する制御手段を具備し、前記制御手段は、前記路面状態判定手段にて路面の濡れ状態を検出すると、前記測定周期を前記路面の濡れ状態を検出していないときよりも短くするように制御することを特徴としている。

40

## 【 0 0 1 9 】

請求項2に記載された移動ロボットは、請求項1に記載の移動ロボットにおいて、前記障害物判定手段は、前記路面状態判定手段にて路面の濡れ状態を検出すると、前記所定閾値を前記路面の濡れ状態を検出していないときの閾値よりも前記障害物を検出に低い値とすることを特徴としている。

## 【 0 0 2 0 】

請求項3に記載された移動ロボットは、請求項1または2に記載の移動ロボットにおいて、

50

前記所定閾値は、前記路面からの障害物の高さに相当する値に基づいて定めることを特徴としている。

【0021】

請求項4に記載された移動ロボットは、請求項1乃至請求項3のいずれか一つに記載の移動ロボットにおいて、

前記路面状態判定手段は、前記測距センサにて計測した所定範囲外または計測不能な距離データに基づき前記路面の濡れ状態を検知することを特徴としている。

【0022】

請求項5に記載された移動ロボットは、請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載の移動ロボットにおいて、

さらに、前記移動ロボットが路面上を走行する速度を検出する速度検出手段と、

路面が濡れている場合と乾燥している場合について、前記移動ロボットの速度と該速度に対応する前記測距センサの測定周期との対応関係をそれぞれ規定した速度周期対応データを記憶する記憶部を有しており、

前記制御手段は、前記路面状態判定手段の検出結果と前記速度検出手段の検出結果に応じて前記速度周期対応データに基づき前記測定周期を制御することを特徴としている。

【発明の効果】

【0023】

本発明に係る移動ロボットによれば、走行路面が濡れている場合には測距センサによる測定周期を路面が濡れていないときよりも短くすることにより、走行距離に対する測距センサによるサンプリング間隔を高め、これによって障害物の検出データをより多く取得して走行路面と障害物の距離差をより細密に得ることができるので、判定精度が向上する。また、路面が濡れていないときの消費電力を節約できる。

【0024】

また、測距センサによるサンプリング間隔を高めたために、障害物判定の閾値をより厳しい値に変えることが可能となり、これによって走行路面の濡れによる誤報を減少させつつ、同時に必要な検出精度を達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

1. 全体の構成(図1)

図1は、本発明の一実施形態に係る移動ロボット1が利用される環境である監視区域の平面図と、同移動ロボット1の外観を示す斜視図である。

この移動ロボット1は、例えば警備目的のために使用される自律移動型のロボットであり、監視区域内の所定経路を巡回しながら図示しない異常判定用のセンサや撮像ユニット7、レーザセンサ2にて監視区域内の異常の検出を行うものである。

【0026】

図1(a)において、建物の周囲が、予め設定された移動ロボット1が巡回する移動経路とされており、その移動経路の全長にわたってガイド手段としての白線テープ3が固定的に設けられている。監視区域は、建物と、この建物の周囲を一周するように設定された白線テープ3を含む所定面積の範囲とされている。

【0027】

また経路中の所定の地点には、白線テープ3の近傍に地点指示手段としての指示マーカ4が固定的に配置されている。指示マーカ4は、白色矩形のマークとして移動経路上に設定された走行区間の境界に設けられており、移動経路上に設定された走行区間や指示マーカ4が設定された地点を移動ロボット1に指示するものである。

【0028】

また、白線テープ3の中途には、移動ロボット1による監視巡回行動の1サイクルにおける開始地点(出発点)及び終了地点(到着点)となり、ロボット不使用時の格納庫であるとともに、さらに移動ロボット1のバッテリーを充電する充電装置を備えたロボットボックス5が配置されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

なお、図 1 には示さないが、例えば前記建物内のセキュリティー関連部署等には監視センタが設置されている。この監視センタには、本例の移動ロボット 1 及びこれに関連するシステムを運用するための管制装置等が配置されており、係員がその運用に当たる。

## 【 0 0 3 0 】

図 1 ( b ) にその外観を示すように、移動ロボット 1 は、移動手段である左右の車輪 6 で前記白線テープ 3 に沿って走行しつつ、本体の正面側に装備した障害物検知手段としてのレーザセンサ 2 により、移動方向前方の監視区域を図示一点鎖線で示すように走査する。本体の上部には、全周囲を撮像できる撮像ユニット 7 が装備されており、レーザセンサ 2 等によって異常を発見した場合やその他必要な場合に周囲の必要な位置の画像を撮像できるようになっている。

10

## 【 0 0 3 1 】

そして、この移動ロボット 1 は、監視巡回行動中に監視区域内で異常を検出すると、遠隔の前記監視センタに撮像画像とともに異常信号を送出する。監視センタでは、異常信号を受信すると、受信した撮像画像を表示して異常の確認を行い、移動ロボット 1 を遠隔操作して異常対処を行う。

## 【 0 0 3 2 】

## 2 . 移動ロボット 1 の構成 ( 図 1 及び図 2 )

図 2 は、本例の移動ロボット 1 の具体的な構成を示す機能ブロック図である。

この移動ロボット 1 は、移動手段 6 , 8、ガイド検出部 10、移動制御部 9、自己位置検出部 13、測距センサ 16、記憶部 17、処理部 18、撮像ユニット 7、通信部 20 及びこれら各部を制御する制御部 21、各部に電力を供給する電源部 22 を有している。以下に各部ごとに説明する。

20

## 【 0 0 3 3 】

## (1) 移動手段

移動ロボット 1 は図 1 ( b ) に示すように 4 つの車輪 6 を有しており、それらのうち右前輪 6、左前輪 6 の 2 つが駆動輪として機能する。移動手段は、右前輪 6、左前輪 6 と左右各前輪 6 を独立に駆動する 2 つのモータ 8 で構成されており、左右各前輪 6 の回転速度により直進走行速度、旋回走行速度が制御され、旋回方向も制御される。この左右各前輪 6 の回転速度は移動制御部 9 により制御される。なお、左右前輪 6 を独立に制御する代わりに、舵角を制御して旋回速度を制御する方式でもよいし、車輪駆動でなく、左右のクローラを独立に制御する方式でもよい。

30

## 【 0 0 3 4 】

## (2) ガイド検出部

ガイド検出部 10 は、移動経路上のガイド手段である前述した白線テープ 3 を検出する。ガイド検出部 10 は、白線検出カメラ 11 と路面情報抽出部 12 とから成る。白線検出カメラ 11 は、走行路面を撮影可能な様に移動ロボット 1 の底面に設置されている。路面情報抽出部 12 は、エッジ抽出やハフ変換などの処理により、白線検出カメラ 11 の撮影画像から、移動ロボット 1 の経路を誘導すべき白線テープ 3 及び指示マーカ 4 を検出して制御部 21 に出力する。

40

## 【 0 0 3 5 】

なお、ガイド検出部 10 は、磁気センサ、電磁誘導センサなどで構成されても良く、それぞれ移動経路に設置されたガイド手段としての磁気ガイド、電磁誘導ガイドを検出するようにすることもできる。ガイド手段及びガイド検出部は設置する環境により選択できるようにすることが好ましい。また、巡回経路上にガイド手段や地点指示手段を設けることなく、デッドレコニングや GPS により算出する位置情報に基づき、巡回経路上の各地点を認識するようにしてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

## (3) 移動制御部

移動制御部 9 は、移動手段の車輪 6 を駆動するモータ 8 を制御するための手段である。

50

移動制御部 9 は、ガイド検出部 10 による白線テープ 3 の検知出力に応じて、例えば周知の P I D 制御などにより、移動ロボット 1 が白線テープ 3 に沿って移動するようモータ 8 を制御する。また、移動制御部 9 は、後述する自己位置検出部 13 の位置算出部 15 による走行区間の検出に応じて、予め設定された経路情報に基づき移動速度を制御し、位置算出部 15 による特定地点の検出に応じて走行停止する。

【 0 0 3 7 】

#### (4) 自己位置検出部

自己位置検出部 13 は、前記移動手段の各モータ 8 にそれぞれ設置された回転量検出部としてのレゾルバ 14 と、各レゾルバ 14 にそれぞれ接続された位置算出部 15 からなる。レゾルバ 14 はモータ 8 の回転軸の絶対位置を所定周期毎にそれぞれ検出する。位置算出部 15 はレゾルバ 14 の出力から得られるモータ 8 の回転軸の回転量から左右各前輪 6 それぞれの回転量を算出し、左右各前輪 6 それぞれの回転量と車輪半径から算出された左右各前輪 6 の走行距離の平均から移動ロボット 1 の走行距離を算出する。又レゾルバ 14 がモータ 8 の回転軸の絶対位置を検出する周期と算出された走行距離の関係から移動ロボット 1 の走行速度を算出する。

【 0 0 3 8 】

本例では移動ロボット 1 の巡回経路は固定されているため、走行距離をもって自己位置とすることができる。走行距離として記録するのは、開始地点からの総距離としてもよいし、各指示マーカ 4 の位置からの距離として記録してもよい。なお、位置算出部 15 は左右各前輪それぞれの回転量の差と車輪間隔から移動ロボットの姿勢（向き）の変化を算出して左右各前輪による走行距離と姿勢変化からデッドレコニングにより自己位置を算出してもよい。

【 0 0 3 9 】

また、自己位置算出部 13 は、ガイド検出部 10 による指示マーカ 4 の検知出力に応じて、指示マーカ 4 の検知回数を計数し、経路情報に基づき現在の走行区間を検出するとともに、自己位置の補正などを行う。

【 0 0 4 0 】

#### (5) 測距センサ

測距センサ 16 は、移動ロボット 1 の前方に検知波を送波して走行路面の状態、走行路面上の異物その他の被検出対象を検出するための手段である。

測距センサ 16 は、図 3 に示すように移動ロボット 1 の本体の前面側に、進行方向の前方下方に向けて設置されたレーザセンサ 2 からなり、レーザ発振器より照射される検知波としてのレーザ光が光路上にある物体にて反射した際の反射光を受光する。測距センサ 16 は、走査鏡とこの走査鏡を回転駆動する手段とによりレーザ発振器から発射されるレーザ光の照射方向を制御して、移動ロボット 1 の前方を含む所定の範囲を所定の走査周期（測定周期）で空間走査している。本例において、走査周期とは、一走査毎の時間間隔のことである。この走査周期は制御部 21 からの要求により変更可能であり、後に詳述するが路面状態判定部 23 により路面が濡れていると判定するとレーザセンサの走査周期を短く（例えば 33 m s から 16.5 m s）する。

【 0 0 4 1 】

なお、図 3（a）には、本例の移動ロボット 1 におけるレーザセンサ 2 と測定点との幾何学的位置関係を示し、図 3（b）には、同レーザセンサ 2 の走査角度範囲で示すセンシングエリア（斜線領域）及び同エリア内におけるセンサ測定データ数についての一例を示した。図示したように、本例ではレーザセンサ 2 によるセンシングエリアとして移動ロボット 1 の正面 140° を設定し、走査鏡を 0.5° ずつ回転させてセンシングエリアを走査している。これによりレーザセンサ 2 による一周期の走査で 281 個の測定点のデータが所得される。

【 0 0 4 2 】

そして、測距センサ 16 はレーザ光の照射から反射光検出までの時間により算出される測距センサ 16 とレーザ光を反射した物体（測定点）との距離値と、回転駆動される走査

10

20

30

40

50

鏡の角度とにより、レーザ光を反射した物体（測定点）の相対位置を算出する。相対位置は、移動ロボット1を基準とした測定点の位置（距離値、角度）である。測距センサ16はレーザセンサ2が一周期走査するごとに測定結果を出力する。

【0043】

なお、測距センサ16はレーザセンサ以外のセンサで構成されてもよい。例えば、測距センサ16は赤外線タイプのセンサで構成されてもよく、ミリ波レーダタイプのセンサで構成されてもよい。また、走査鏡により走査する構成に限らず、移動ロボットの周囲所定間隔毎に複数の投受光部を設けて、各投受光部を所定周期で作動させることにより、周囲下方の路面や障害物までの距離値を得るよう構成されてもよい。この場合、測距センサ16は各投受光部の測定結果をまとめて出力する。

10

【0044】

(6) 記憶部

記憶部17は、移動ロボット1の各種処理に使用される情報を記憶している。記憶部17が記憶する情報には、以下1)~4)のものが含まれる。

- 1) 移動経路の情報を示した経路情報
- 2) 障害物マップ
- 3) 位置算出部15により算出された移動ロボット1の位置情報
- 4) 障害物判定用の閾値

【0045】

1)の経路情報は、走行経路中の各区間（ある指示マーカ4から次の指示マーカ4までの区間）番号に対応して、区間内での走行速度、レーザセンサの走査周期TSとTL（TLは移動ロボットが最大速度で走行している際においても必要な密度のサンプリング間隔が得られるように設定された走査周期であり、TSは後述するように路面が濡れている場合に選択される走査周期でありTLよりも相対的に短い走査周期である。すなわちTS<TL）、予め測量した区間距離、区間の始点終点間の方位角の差（角度差）及び各区間を走行している時の車輪径、各指示マーカ4上での移動ロボット1の動作が記憶されている。経路情報では、区間番号が、該当区間までに検出されるべき指示マーカ4の数（検出回数）と対応付けられている。走行制御では、指示マーカ4の検出回数から区間番号や指示マーカ4上での移動ロボット1の動作が特定され、そして区間番号から各区間における車輪径が特定されることとなる。

20

30

【0046】

2)の障害物マップは、測距センサ16、処理部18で検出された障害物情報を一時的に記憶するための移動ロボット1周囲所定範囲を示したマップである。図4に示すように、移動ロボット1に設置されたレーザセンサ2の位置を原点（0,0）としたそのマップエリアの中には、停止エリア、減速エリアが設定されており、検出された障害物や走行路面の濡れ情報がマップに登録される。そして、移動ロボット1が走行するごとに、その移動に応じてマップ上に登録された障害物データの座標変換を行う。

【0047】

3)の位置情報は、自己位置検出部13の位置算出部15によって算出された移動ロボット1の自己位置情報である。

40

【0048】

4)の障害物判定用の閾値は、移動ロボット1が乗り越えられないような走行に支障を与える高さの物体を障害物として検出するために物体の高さに相当する値と比較される閾値である。閾値として設定される値として、相対的に大きな値thH（障害物ありと判定するための閾値として厳しい値）と相対的に低い値thL（障害物ありと判定するための閾値として緩い値）の2つの値が予め記憶されており、この内何れかが、後述する障害物検知に係る制御で障害物判定用閾値として設定される。

【0049】

(7) 処理部

処理部18は路面状態判定部23と障害物判定部19を備えている。路面状態判定部2

50



3は、レーザセンサ2の出力結果に基づき路面状態が乾燥しているか、濡れているかを判定し、判定結果を制御部21に出力する。この結果、制御部21は路面状態に応じたレーザセンサ2の走査周期(TL又はTS)で路面を走査するよう制御部21に信号を出力する。障害物判定部19は、測距センサ16の出力に基づき異常の有無を判定する。障害物判定部19は、測距センサ16の一周期の走査結果として出力されたデータに含まれる距離値の差を閾値(thH又はthL)と比較して、所定以上の高さを持つ障害物が存在するか否かを判定する。前述したように、測距センサ16が路面を走査した結果として出力したデータに含まれる距離値の差は、障害物の高さに相当する値となる。この障害物高さに相当する値を閾値処理することで、移動ロボット1の走行に支障を与える高さの障害物が存在するか否かを判定するのである。そして、移動ロボット1の走行に支障を与える高さの障害物が検出され異常と判定されると、後述する通信部20より異常信号が出力され、また、移動制御部9が移動ロボット1の停止や減速などの予め定められた処理を行う。障害物判定部19は、前記障害物マップを用いて異常を判定する。具体例は後述する。なお、本例では、レーザセンサ2の出力結果から路面の濡れを判定しているが、路面の濡れを判定する手段を別途設けてもよい。この場合、レーザセンサ2の反射波から判定する方法に限られず超音波、赤外線、或いは画像解析、車輪から発生する走行音の違いを解析するなどにより判定してもよい。

10

【0050】

#### (8) 撮像ユニット

撮像ユニット7は、移動ロボット1の本体上面に搭載されて移動ロボット1の周囲を撮像する手段である。本例では、複数のカメラを周方向に外向きに並べて全周をカバーするようにしている。

20

【0051】

#### (9) 通信部

通信部20は、遠隔の監視センタと信号を送受信する無線通信手段である。通信部20は、移動ロボット1が監視領域内で異常を検知した場合、遠隔の監視センタに無線等で異常信号を出力する。また、通信部20は、撮像ユニット7が撮像した画像と自己位置検出部13が算出した移動ロボット1の位置を遠隔の監視センタに送信し、監視センタから送信された制御コマンドの信号を受信して後述する制御部21に入力する。

30

【0052】

#### (10) 制御部

制御部21は、移動ロボット1の各構成部分を統括的に制御する手段であり、CPU等を備えたコンピュータで構成される。

【0053】

なお、上述した各部の構成で、その機能がコンピュータ処理によって実現可能なものは、同コンピュータで実現されてよい。例えば、路面情報抽出部12、位置算出部15、移動制御部9、路面状態判定部23、障害物判定部19などは同コンピュータで実現されてよい。また、記憶部17は、同コンピュータのメモリおよび外部記憶装置などで実現されてよい。

40

【0054】

### 3. 移動ロボットの制御系における情報処理の手順及びこれによる動作

以下、本例の移動ロボット1の走行時における制御動作を説明するが、まず本例の移動ロボット1の走行時における障害物検知の全体的な制御手順を説明し(図5)、次に図5の手順で取得した情報等を用いて行う移動ロボット1の走行制御を説明する(図6)。次に、前記障害物検知時の制御手順における濡れ路面検知制御(図7)と、障害物検知制御(図8)についてそれぞれ詳細に説明する。各フローチャートを用いた以下の説明では、Sで始まる連続番号により制御手順の各ステップを示すものとする。

【0055】

#### (1) 障害物検知に係る全体的な制御(図5)

図5は、本例の移動ロボット1の走行時における障害物検知手順の全体を示すフローであ

50

り、この手順において、濡れ路面検知処理（S01）において走行路面の濡れを検知した場合にはレーザセンサ2の走査周期を短くする設定要求を行うとともに障害物ありと判定するための閾値を上げ、またレーザセンサ2による1回の走査結果から障害物検知処理（S07）を行っている。ここで障害物の有無を検出した場合には検出結果に応じた移動ロボット1の停止・減速の要求を行う。なお、本例では、障害物検知制御の一例を図8、図9に示しているが、これに限らず、測距センサ16で前方路面を走査して得られた距離値の差に基づき障害物の有無を判定する処理であればよい。

【0056】

S01：濡れ路面検知処理において、移動ロボットの進行方向前方の走行路面が濡れているかどうかを判定する。このサブルーチンの詳細は図7に示し、後に詳述する。

S02：走行路面が濡れていると判定された場合はS05へ進む。濡れていないと判定された場合はS03へ進む。

【0057】

S03：走行路面が濡れていないと判定された場合（S02でNO）は、レーザセンサ2の走査周期をTLに設定するよう制御部21へ指令する。この走査周期TLは、走行路面が濡れていない場合の走査周期を示す。なお、路面の凹凸の影響などにより、水たまりが点在し、濡れ路面判定処理の判定結果が短い間隔で濡れと乾燥が変化する場合、走査周期の制御を頻繁に行うのは好ましくない為、濡れを検知した後、所定距離進むまでは走行路面状態が乾燥と判定されても走査周期を変更しないようにしたり、障害物マップ上に濡れと判定された位置を記憶しておき移動ロボット1が走行することによりマップ上の所定エリアから濡れと判定された位置がなくなってから路面状態の判定を再開するようにしてもよい。

【0058】

S04：走行路面状態（濡れなし）に応じて障害物ありと判定するための閾値（障害物高さに相当する値）として、路面が濡れている場合と比較して相対的に低い閾値thLを設定する。すなわち、乾いた走行路面ではレーザセンサ2により検出する距離の誤差が濡れ路面の場合よりも相対的に小さいので、走査周期を相対的に長く（TL）して、この長い走査周期で障害物が検出できるよう障害物ありと判定する際の閾値は相対的に低いもの（thL）とする。設定された閾値thLは記憶部17に記憶されている。このように、路面が濡れていない場合にはレーザセンサ2の走査周期を長くすることで電力消費を省き省電力化を図ることができる。

【0059】

S05：走行路面が濡れている場合（S02でYES）は、レーザセンサ2の走査周期をTS（<TL）に設定するよう制御部21へ指令する。この走査周期TSは、走行路面が濡れている場合の走査周期を示すもので、すなわち走行路面が濡れている場合は濡れていない場合よりもレーザセンサ2の走査周期を短くする。

【0060】

S06；走行路面状態（濡れあり）に応じて障害物ありと判定するための閾値（障害物高さに相当する値）として路面が濡れていない場合と比較して相対的に高い閾値thHを設定する。すなわち、濡れた走行路面ではレーザセンサ2により検出する距離の誤差が乾いている場合よりも相対的に大きいので、走査周期を相対的に短く（TS）して、障害物ありと判定する際の閾値は相対的に高いもの（thH）とする。設定された閾値thHは記憶部17に記憶される。これにより、路面が濡れている場合には、レーザセンサ2の走査周期を短くして走行距離に対するサンプリング密度を密にすることで、障害物判定の閾値として厳格な閾値を用いることが可能となり、誤判定を抑制することができる。

【0061】

S07：障害物検知処理（走行路面との距離差検出方式）を実行する。このサブルーチンは図8に示し、図9も参照して後に詳述する。

【0062】

S09：S07の障害物検知処理において障害物ありと判定されたか否かを判定する。

10

20

30

40

50

障害物有りの場合は S 1 0 へ進み、ない場合は S 1 4 へ進む。

【 0 0 6 3 】

S 1 0 : 障害物が有りと判定された場合 ( S 0 9 で Y E S ) は、この障害物が障害物マップにおいて停止エリア ( 図 4 参照 ) にあるか否かを判定し ( S 1 0 )、あると判定された場合 ( S 1 0 で Y E S ) は S 1 1 で移動ロボット 1 を停止させるよう制御部 2 1 へ指令し、停止エリアに障害物はないと判定した場合 ( S 1 0 で N O ) は S 1 2 へ進む。

【 0 0 6 4 】

S 1 2 : 検出された障害物が障害物マップにおいて減速エリア ( 図 4 参照 ) にあるか否かを判定する。減速エリアにある場合 ( S 1 2 で Y E S ) は S 1 3 で移動ロボット 1 を減速させるよう制御部 2 1 へ指令し、障害物が減速エリアにはない場合 ( S 1 2 で N O ) は S 1 4 へ進む。

10

【 0 0 6 5 】

S 1 4 : 制御部 2 1 から障害物検知処理を停止するよう指令が入力されているか否かを判定し、なければ S 0 1 に戻って以上の処理手順を繰り返し、停止するよう指令があれば終了する。

【 0 0 6 6 】

(2) 全体的な走行制御 ( 図 6 )

図 6 は本例の移動ロボット 1 の走行制御において、指示マーカ 4 と指示マーカ 4 の間を 1 走行区間とした場合のフローチャートを示すものであり、初期の設定に従い規定の移動経路を走行しながら、前述した障害物検知処理 ( 図 5 ) において出力された停止要求、減速要求等に基づいて行う情報処理手順を示すものである。

20

【 0 0 6 7 】

S 5 1 : 制御部 2 1 は、記憶部 1 7 に記憶されている経路情報から、現在の走行区間の速度情報を取得する。

【 0 0 6 8 】

S 5 2 : 制御部 2 1 は、取得した設定速度で移動ロボット 1 を走行させる。

【 0 0 6 9 】

S 5 3 : 制御部 2 1 は、処理部 1 8 が前述した図 5 のフローにおいて制御部 2 1 へ出力した走行速度に関する情報 ( 停止要求、又は減速要求 ) を取得する。

【 0 0 7 0 】

S 5 4 : 制御部 2 1 は、処理部 1 8 からの走行速度に関する情報中、停止要求があるか否かを判定する。停止要求があれば ( S 5 4 で Y E S )、これは、図 4 の障害物マップの停止エリアに障害物を検出したことによるものであるため、走行に支障があるとして、S 5 5 で移動ロボット 1 の走行を停止する。移動ロボット 1 が停止した場合、制御部 2 1 は再び走行開始の指令がくるまで移動ロボット 1 を停止した状態に維持する。

30

【 0 0 7 1 】

S 5 6 : 停止要求がなかった場合 ( S 5 4 で N O ) には、処理部 1 8 からの走行速度に関する情報「指定速度」とする)に基づき、速度変更が必要か否かを判定する。これは例えば、図 4 の障害物マップの減速エリアで障害物を検出した場合などである。制御部 2 1 は、指定速度と現在走行速度を比較して、現在走行速度が指定速度よりも速ければ指定速度まで減速し、現在走行速度の方が指定速度より遅ければ、指定速度まで加速して走行する。

40

【 0 0 7 2 】

S 6 0 : S 6 0 では、制御部 2 1 は、移動ロボット 1 が走行している走行区間が終了したか否かを判定する。終了していなければ S 5 3 へ戻って以上の手順を繰り返す。走行区間が終了していれば、S 5 1 に処理を戻して次の走行区間における走行制御を開始する。また、経路の終点に到着した場合には以上の制御を終了する。

【 0 0 7 3 】

(3) 濡れ路面検知制御 ( 図 7 )

図 7 は、図 5 の S 0 1 においてサブルーチン化されているレーザセンサによる濡れ路面

50

検知処理の具体的フローを示す。

【 0 0 7 4 】

S 7 1 : 路面状態判定部 2 3 は、レーザセンサ 2 からの出力信号によるレーザ光を反射した測定点までの測距データ ( センサデータ ) を取得する。レーザセンサは 1 8 0 度に近い角度の範囲において約 3 m 先の走行路面にレーザ光を照射し、反射光を得ている ( 図 3 参照 ) 。

【 0 0 7 5 】

S 7 2 : 路面状態判定部 2 3 は、センサデータのうち、移動ロボット 1 の進行方向の正面に相当する N 個 ( 例えば正面 6 0 ° 分のデータとなる 1 2 1 個 ) のデータを選択する。

10

【 0 0 7 6 】

S 7 3 : 路面状態判定部 2 3 は、上記の進行方向正面に相当する N 個のデータのうち、各センサデータの値 ( 距離値  $y$  ) が一定値以下であるようなセンサデータの数をカウントする。

【 0 0 7 7 】

ここで一定値としては、路面で反射した場合に得られる距離値よりもやや高い数値としており、得られた各センサデータの値 ( 距離値  $y$  ) が一定値以下である場合とは、レーザ光が走行路面で反射してレーザセンサ 2 に戻ってきた場合であり、走行路面のレーザ光が当たった部分から反射光が得られたことを意味する。すなわち、ここでのカウント数とは、センサデータ N 個のうち、走行路面で反射してレーザセンサ 2 に戻ってきたレーザ光の数を意味する。

20

【 0 0 7 8 】

なお、走行路面が濡れている場合にはレーザ光が走行路面で全反射してレーザセンサ 2 には戻ってこない場合があり、この場合レーザセンサ 2 におけるセンサデータとしては無限遠と評価され、センサデータの値 ( 距離値  $y$  ) としては一定値以上と判定される。あるいは、走行路面が濡れている場合に走行路面で乱反射したレーザ光がレーザセンサにおいて路面からの距離値とは著しく異なる大きな距離値として出力される場合もある。そこで、本例では、路面で反射した場合に比べて著しく大きな距離値を示すセンサデータは濡れた路面で反射したレーザ光によるものとみなして処理する。

30

【 0 0 7 9 】

S 7 4 : 路面状態判定部 2 3 は、上記カウント数が前述のセンサデータの数 N 個に対して占める割合が予め設定しておいた所定値 ( 例えば 7 0 % ) 以上か否かを判定する。

【 0 0 8 0 】

S 7 5 : 上記カウント数が前述のセンサデータの数 N 個に対して占める割合が前述の所定値以上である場合 ( S 7 4 において Y E S )、乾燥路面と判定する。即ち本実施形態では、路面がある程度濡れている場合 ( 例えば、上述のカウント値がセンサデータ数に占める割合が 1 0 0 % ~ 7 0 % の間 ) も乾燥路面と判定する。

【 0 0 8 1 】

S 7 6 : 上記カウント数がセンサデータの総数 N 個に対して占める割合が前述の所定値以上でない場合 ( S 7 4 において N O )、濡れ路面と判定する。

40

【 0 0 8 2 】

(4) 障害物検知制御 ( 図 8 及び図 9 )

この障害物検知制御は、図 5 の S 0 7 においてサブルーチン化されている平坦な走行路面上に存在する何らかの障害物を検知する処理を示している。

【 0 0 8 3 】

S 8 1 : 1 周期分のセンサデータにおいて隣接するデータ間で距離値の差が所定値以下となるものをグループ化してラベリングする。

【 0 0 8 4 】

図 9 は前述の図 1 1 と同様にレーザセンサが 1 周期の走査によって検出した各位置を示す距離値  $y$  のセンサデータを  $x y$  座標平面上にプロットしたものであり、X 軸は移動ロボ

50

ット1の正面からの角度、Y軸は移動ロボット1からの距離値を示す。図示上は連続した直線になっているが実際には測定点の集合であって、図中両脇の水平な直線は平坦な走行路面のデータであり、中央の凸部は走行路面上に置かれた障害物までの距離を示すデータであり、両者の連続部分は障害物の側面からの反射によるデータを示している。また、図示していないが、レーザセンサの位置はXY座標の原点となり図中下方にある。

【0085】

ここで、ラベリングとは、センサデータの順列中、y方向の距離が近くx方向に並んでいる複数のデータをひとつの集合として分類することを意味し、図9の例では図中両脇の水平な2箇所の直線と、中央の凸部がラベリングされている。

【0086】

S82：ラベリングされたひとかたまりのデータ（ラベリングデータ）の1つに着目し、ラベリングデータのX方向についての両脇にそれぞれK個（例えば10個）以上の数の測定点からなるラベリングデータがあるか否かを判断する。Kの値はセンサデータの総数と検出対象の障害物の大きさ等を考慮して適宜設定する。

【0087】

S83：両脇にそれぞれK個以上の数のデータがある場合（S82でYES）、これら両脇のラベリングデータがほぼ同じy座標値であるか否かを判断する。これによって、両脇のラベリングデータが走行路面によるものか否かを判断する。

【0088】

S84：着目したラベリングデータのy座標値の平均値と、両脇のラベリングデータのy座標値の平均値の差を算出する。これにより、着目した検知対象物と、その両脇にある検知対象物との距離値の差が求められる。この距離差は着目した検知対象物の高さに相当するものである。

【0089】

S85：S84で算出した差が、図5に示した検知に係る制御で記憶部17に記憶された障害物判定用の閾値（障害物の高さに相当する閾値：thL又はthH）以上であるか否かを判定する。記憶部17には、路面の状態に応じて、路面が濡れていれば高さに相当する値として相対的に高い値thH、路面が濡れていなければ高さに相当する値として相対的に低い値thLの何れかが障害物判定用の閾値として設定されている。

【0090】

S86：S84で算出した差が障害物判定用の閾値以上である場合（S85でYES）、着目したラベリングデータを障害物として認定し、障害物ありと判定する。

【0091】

障害物ありとされた場合及びS82、S83、S85でそれぞれNOだった場合、全ラベリングデータについて以上の処理を行ったか否かを判断し、全て処理していれば（S87でYES）本フローによる処理手順を終了し、全ラベリングデータについて以上の処理を行っていないければ（S87でNO）S82に戻って次のラベリングデータに着目して以上の手順を繰り返す。

【0092】

4．本例による作用効果（図10）

本例による作用効果を図10を参照して詳述する。

同図は、前述した図11、図9と同様に、レーザセンサ2が1周期走査したときの計測対象（障害物又は非障害物（誤報対象））と移動ロボットとの距離値を示すセンサデータをxy座標平面上にプロットして、レーザセンサ2の測定点の軌跡と、障害物判定用閾値との関係を示したものである。図10にプロットした各図において移動ロボット1は図中下方に位置している。また、図10（a）では、連続する各時刻（周期）毎に得られたセンサデータを重ねてxy座標平面上にプロットしている。図においてX軸は移動ロボット1の正面からの角度、Y軸は移動ロボット1からの距離値を示す。

【0093】

図5において説明したように、本例の移動ロボット1は、路面の濡れを検出すると、レ

10

20

30

40

50

レーザセンサ2の走査周期をTSと短くし、障害物ありと判定するための閾値を厳しい値thHに設定する。

【0094】

また、前述したように、移動ロボット1の走行速度が一定の場合、レーザセンサ2の走査周期が長いほど一回走査した後に次に走査するまでの走行距離が長くなる。つまり、走査周期が短いときは、走行距離に対するサンプリング間隔が密になり、走査周期が長いときは走行距離に対するサンプリング間隔が疎になる。図10(a)左図は走査周期TLでの計測例を示しており、閾値thLでは障害物として検出できるが、閾値thHでは障害物として検出できない。他方、図10(a)右図は走査周期TSでの計測例を示しており、閾値thL及びthHの両方で障害物として検出できる。

10

【0095】

図10(b)は、例えば路面となるアスファルト上に白線が引かれている場合の例を示している。白線は路面が乾燥しているとレーザセンサ2の計測において距離が短く計測されることがあり、左図のような計測例となる。そして、路面とともに白線が濡れると計測誤差の為右図のように更に距離が短く計測される場合がある。すなわち、図10(b)に示す白線のような非障害物(誤報対象)の計測例によれば、走行路面乾燥時には(図10(b)中の左図)、非障害物(誤報対象)の路面との距離差(高さに相当する値)は相対的に低い閾値thLにはかからず、誤報は発生しないが、走行路面濡れ時には乾燥時よりもデータの誤差が大きくなるため(図10(b)中の右図)、閾値が相対的に低いthLのままであると、非障害物(誤報対象)からのデータはこの相対的に低い閾値thLにかかってしまい、誤報となってしまう。そこで誤報を避けるためには閾値を相対的に高くする必要がある。

20

【0096】

しかし、図10(a)に示す障害物計測例の左図のように、走査周期が相対的に長いTLで走行距離に対するデータ取得間隔が相対的に長くサンプル数が少ない場合は、見逃しを避けるために障害物判定用の閾値を相対的に低い値にする必要がある、前述したように誤報を避けるために単に閾値を相対的に高くしたのでは検出すべき障害物を見逃すおそれがある。

【0097】

そこで、図10(a)に示す障害物計測例の右図のように、走査周期を相対的に短くTSとすることで走行距離に対するデータ取得間隔を短くする(サンプル数を増加する)ことにより、走行路面と障害物の距離差をより細密に得られるようにするとともに、閾値を相対的に高い値thHにしても障害物を検出することができ、障害物を見落とさなく、かつより細密な距離差で検出するとともに、誤報を避けることもできる。

30

【0098】

なお、移動ロボット1が障害物を検出するなどして通常時よりも走行速度が低速であれば、移動ロボット1が1周期分のセンサデータを取得するときのサンプリング間隔(移動距離)は走行速度が高速の場合と比較して短くなるため、この場合、レーザセンサ2の走査周期を短くする必要がない。

【0099】

従って、路面の状態に応じて、レーザセンサ2の1走査周期あたりの移動距離が予め設定された値となるよう、レーザセンサ2の走査周期と移動ロボット1の走行速度とを変化させるようにしてもよい。即ち、路面が濡れている場合は、走査周期を短くするとともに走行速度を遅くする制御をし、路面が乾いている場合は走査周期を長くするとともに走行速度を速くする制御をする。このようにすると速度が低速のときは、レーザセンサ2の走査周期のみを短くしてサンプリング密度を密にする場合に比べて走査周期を短くする度合いを緩和できるので、より電力消費を省き省電力化を図ることができる。

40

【0100】

本発明の実施形態は、路面の濡れ状態を検出した場合には、レーザセンサ2の走査周期を路面が濡れていないときよりも短くして障害物検知の判定精度を向上させるものである

50

が、上述したように移動ロボットの速度が障害物検知処理等との関係で可変である場合には、路面が濡れている場合と乾燥している場合の各場合における移動ロボットの速度とレーザセンサ2の走査周期との関係に基づいて、レーザセンサ2の走査周期を制御するものとしてもよい。

【0101】

例えば、移動ロボットが選択しうる複数段階の速度と、移動ロボットのこれら各速度に対応するレーザセンサ2の走査周期との対応関係を、路面が濡れている場合と乾燥している場合のそれぞれについて、それぞれ予めテーブル形式のデータ（速度周期対応データ）として、例えば前記記憶部17等に格納しておく。

【0102】

下記表1は路面が乾燥している場合のテーブルデータを模式的に示すものであり、下記表2は路面が濡れている場合のテーブルデータを模式的に示すものである。

【0103】

【表1】

(乾)

速度	周期
高	短1
中	中1
低	長1

【0104】

【表2】

(濡)

速度	周期
高	短2
中	中2
低	長2

【0105】

上記両表において、移動ロボットの「速度」は、「高」「中」「低」の連続する3段階（各段階はそれぞれ一定の速度範囲を表す）である。レーザセンサ2の走査「周期」は、「短」「中」「長」の3段階で示すとともに、両表の間では、同じ「短」であれば添え字1のある方が長く、添え字2のある方が短く、同一速度においては濡れている場合（表2）の方が周期は短くなっている。その他の速度においても同様である。

【0106】

例えば、路面状態判定部23が路面が乾燥していると判定しており、速度検出手段としての位置算出部15からの信号により制御手段21が移動ロボットの速度を「高」と判断している場合には、移動ロボットは表1のデータに従い、速度「高」、レーザセンサ2の

10

20

30

40

50

走査周期を「短 1」として走行する。

【0107】

ここで、路面状態判定部 23 が路面が濡れていると判定すると、速度が「高」のままであれば、制御手段 21 は表 2 のデータに従い、レーザセンサ 2 の走査周期を「短 1」よりも短い「短 2」とする制御を行う。

【0108】

また、上記の場合において、路面状態判定部 23 が路面が濡れていると判定した時、速度が「中」に落ちていれば、レーザセンサ 2 の走査周期は「短 2」まで短くする必要はなく、「短 2」よりは長い「中 2」でよい。なおここで、「短 1」＝「中 2」であれば、レーザセンサ 2 の走査周期は「短 1」のままで所期の判定精度を維持できることとなる。

10

【0109】

上述した制御を、前記実施形態における図 5 を援用して説明する。制御手段 21 は、同図における S02 で濡れ路面の有無を判断する段階では、位置算出部 15 からの信号により移動ロボットの速度を把握しており、この速度情報と、路面状態判定部 23 による前記判定結果に応じ、S03、S05 でレーザセンサ 2 の走査周期を前記テーブルデータを参照して設定する。

【0110】

なお、速度周期対応データはテーブル形式のデータであるものとしたが、もちろん濡れと乾燥の両状態ごとに移動ロボットの速度に応じてレーザセンサ 2 の周期を算出する所定の数式態様のデータであってもかまわない。

20

【0111】

以上説明したように、本発明によれば、誤報の発生しやすい雨天時にはレーザセンサの走査周期を短くすることで走行路面に対するデータ取得のサンプリング間隔を短くし、走行路面と障害物の距離差をより細密に得られるようにすれば、これにより閾値を厳しくすることができ、誤報削減を図れる効果も得られるのである。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に係る移動ロボット 1 が利用される環境である監視区域の平面図と、同移動ロボット 1 の外観を示す斜視図である。

30

【図 2】図 2 は、本例の移動ロボット 1 の具体的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 3】図 3 (a) は、本例の移動ロボット 1 におけるレーザセンサ 2 と測定点との幾何学的位置関係を示す側面図であり、図 3 (b) は、同レーザセンサ 2 の走査角度範囲で示すセンシングエリア (斜線領域) 等を示す平面図である。

【図 4】図 4 は、本例の移動ロボット 1 の記憶部 17 において、移動ロボット 1 に設置されたレーザセンサの位置を原点 (0, 0) としたマップとして登録されたマップエリアを示す図である。

【図 5】図 5 は、本例の移動ロボット 1 の走行制御における障害物検知手順の全体を示すフローである。

【図 6】図 6 は、本例の移動ロボット 1 の走行制御において、指示マーカ 4 と指示マーカ 4 の間を 1 走行区間とした場合のフローチャートを示すものである。

40

【図 7】図 7 は、図 5 の S01 においてサブルーチン化されているレーザセンサによる濡れ走行路面検知処理の具体的フローを示す。

【図 8】図 8 は、平坦な走行路面上に存在する何らかの障害物を検知するのに適した走行路面との距離差検出方式による障害物検知制御を示すフローである。

【図 9】図 9 は、レーザセンサが 1 周期の走査によって検出した各位置を示す距離値 y のセンサデータを x y 座標平面上にプロットしたものである。

【図 10】図 10 は、移動する本例の移動ロボット 1 におけるレーザ光の走査において、計測対象 (障害物又は非障害物 (誤報対象)) と移動ロボット 1 との距離差を示すレーザの軌跡を、レーザセンサ 2 の位置を含む x y 座標系の平面内において各時刻毎におけるレーザセンサ 2 からの距離データとして示したものである。

50



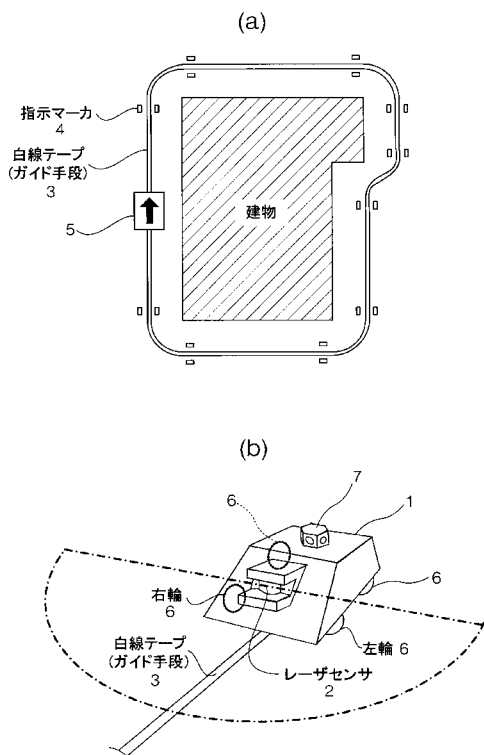
【図11】図11は、移動しながら前方斜め下方に向けてレーザを走査しつつ障害物の検出を行う基本構造の移動ロボット1において、その走行中の障害物検出の状態を時系列で示す図であり、各時刻  $t \sim t + 4$  において、レーザ光と移動ロボット1と障害物の側面図と、レーザセンサ2の位置を原点とした平面視  $x-y$  座標系の画面において検出対象と移動ロボット1との距離差（図中  $y$  方向の距離）をレーザの軌跡で表現したものである。

【符号の説明】

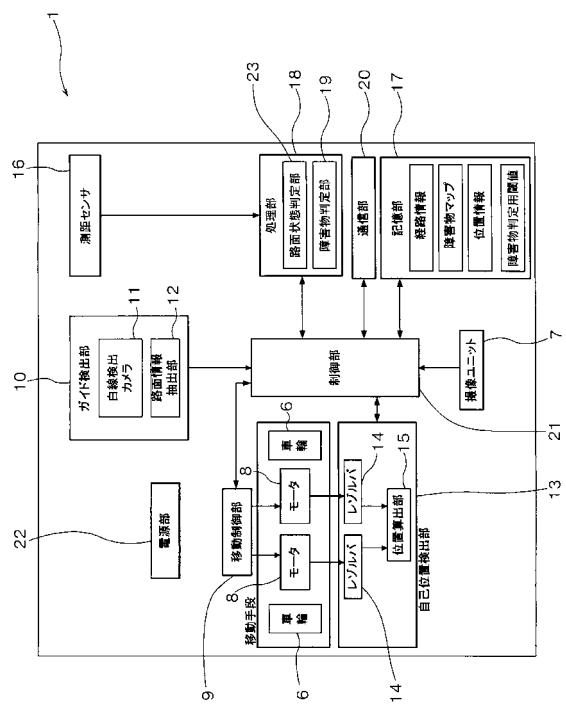
【0113】

- 1 ... 移動ロボット
- 2 ... 測距センサとしてのレーザセンサ
- 16 ... 測距センサ
- 19 ... 障害物判定手段としての障害物判定部
- 21 ... 制御手段としての制御部
- 23 ... 路面状態判定手段としての路面状態判定部

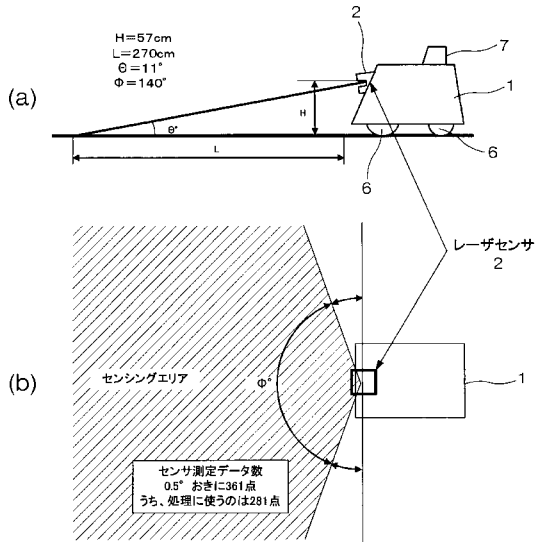
【図1】



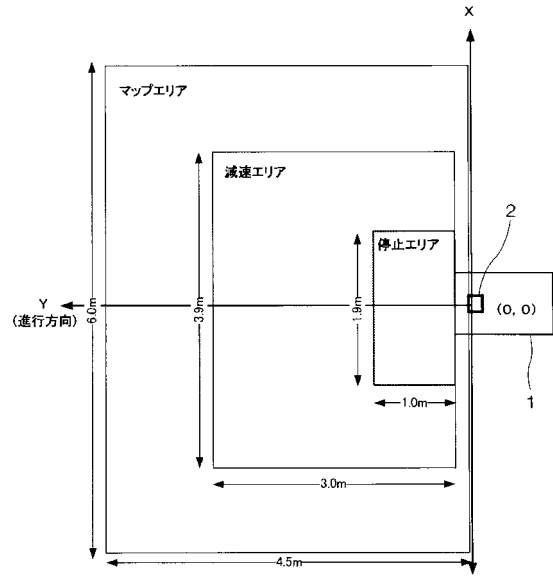
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

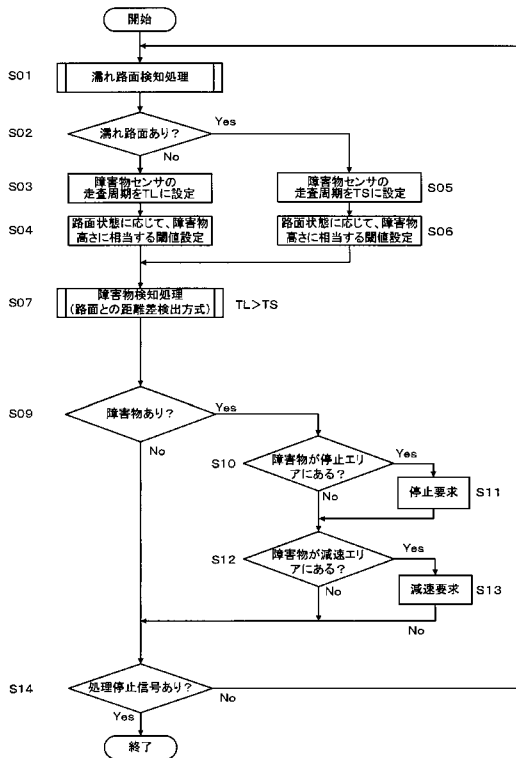


マップエリア  
(障害物情報、センシングデータを登録するマップ。障害物検知処理にて使用)

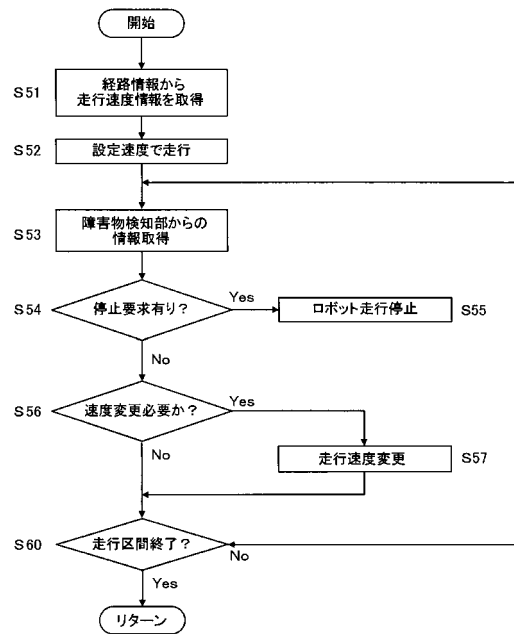
減速エリア  
(このエリア内の障害物の位置に応じて、ロボット速度を減速させる)

停止エリア  
(このエリアに障害物があれば、ロボットを停止させる)

【 図 5 】

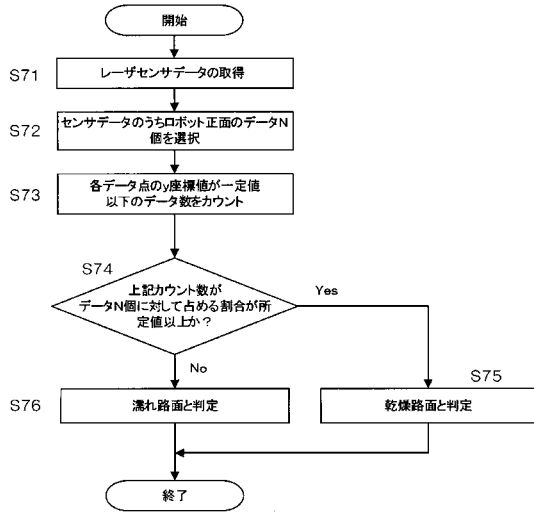


【 図 6 】



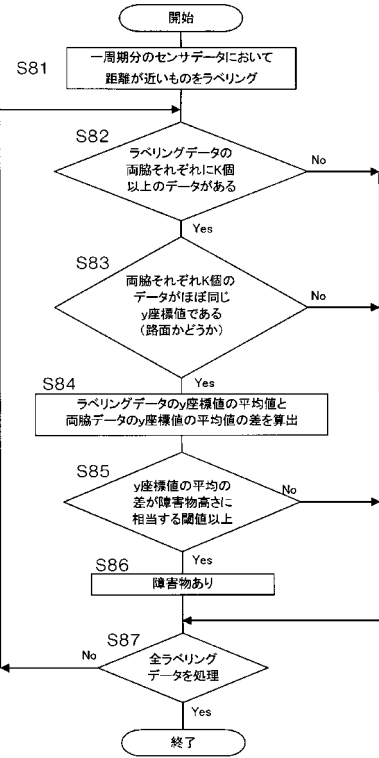
【 図 7 】

レーザセンサによる濡れ路面検知処理の流れ



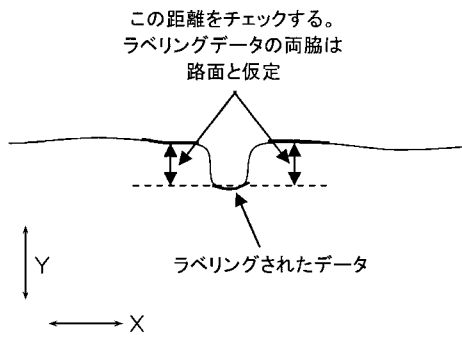
【 図 8 】

障害物検知

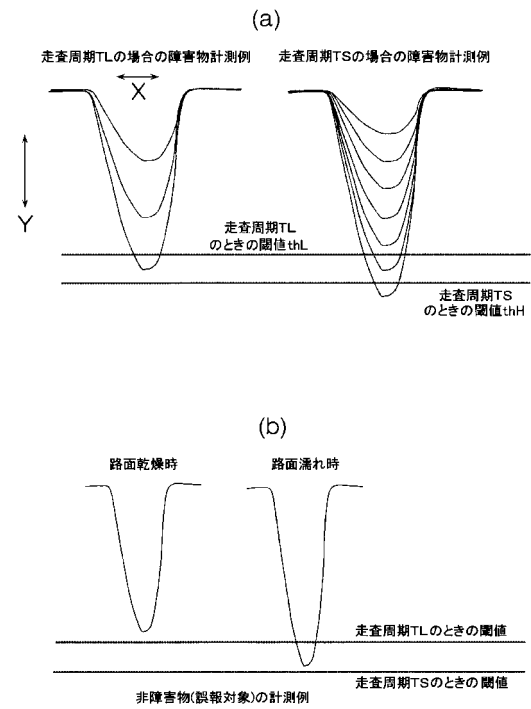


【 図 9 】

路面との距離差検出方式 (説明補助図)



【 図 10 】



【 図 1 1 】

