

(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2011-150473
(P2011-150473A)

(43) 公開日 平成23年8月4日(2011.8.4)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 5 D 1 / 0 2 (2006.01) G 0 5 D 1 / 0 2 S 5 H 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-10113 (P2010-10113)
(22) 出願日 平成22年1月20日 (2010.1.20)

(71) 出願人 500302552
株式会社 I H I エアロスペース
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(71) 出願人 000000099
株式会社 I H I
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(74) 代理人 100102141
弁理士 的場 基憲
(72) 発明者 井之上 智洋
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社 I H I エアロスペース内
Fターム(参考) 5H301 AA03 AA10 GG08 GG12 LL02
LL03 LL06

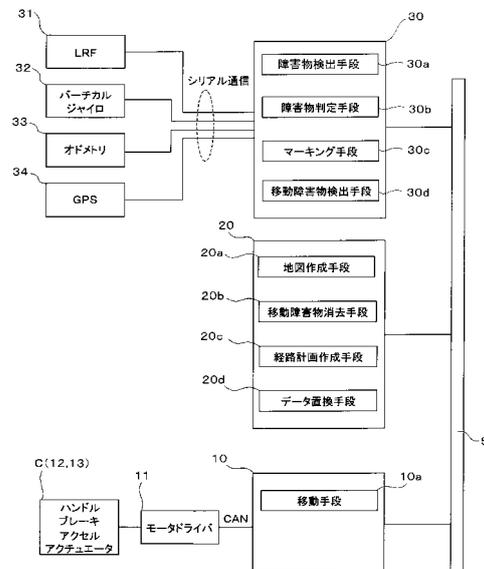
(54) 【発明の名称】 自律型移動体

(57) 【要約】

【課題】 移動障害物のゴーストを適時に除去することにより、効率的な移動を行うことができるようにする。

【解決手段】 障害物検出手段 30 a と、その検出した障害物が移動障害物であるか否かを判定する移動障害物判定手段 30 b と、移動障害物データを含む地図を作成する地図作成手段 20 a と、移動障害物データが存在する地図上の座標位置をマーキングするマーキング手段 30 c と、所定の時間経過前に、上記マーキングした座標位置における移動障害物を検出する移動障害物検出手段 30 d と、所定の時間経過毎に、そのマーキングした座標位置の移動障害物データを残置し、かつ、他の座標位置の移動障害物データを消去する移動障害物消去手段 20 b と、マーキングに係る移動障害物データを残置した地図に基づき経路計画を作成する経路計画作成手段 20 c と、経路計画に従い移動領域内を移動させるための移動手段 10 a とを有する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動領域内の測距データを取得するための測距部と、この測距部により取得した測距データに基づき、その移動領域内を自律移動するための駆動機構とを有する自律型移動体において、

測距部により取得した測距データに基づき、自律移動の妨げとなる障害物を検出する障害物検出手段と、

検出した障害物が移動障害物であるか否かを判定する移動障害物判定手段と、

判定に係る移動障害物に対応する移動障害物データを含む地図を作成する地図作成手段と、

上記移動障害物データが存在する地図上の座標位置をマーキングするマーキング手段と

、
所定の時間経過前に、マーキングした座標位置において移動障害物を再検出する移動障害物検出手段と、

マーキングした座標位置において移動障害物を再検出したときには、所定の時間経過毎に、その再検出した座標位置の移動障害物データを残置し、かつ、他の座標位置の移動障害物データを消去する移動障害物消去手段と、

再検出した座標位置の移動障害物データを残置した地図に基づいて、経路計画を作成する経路計画作成手段と、

その作成した経路計画に従い、駆動機構を介して移動領域内を移動させる移動手段とを有していることを特徴とする自律型移動体。

【請求項 2】

移動障害物データを消去した地図上の座標位置に、その移動障害物データが存在しない時点における測距データに基づく地形データを置換するデータ置換手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の自律型移動体。

【請求項 3】

測距部が、レーザ光を少なくともフレームスキャンすることによる測距を行うレーザーレンジファインダであり、

所定の時間は、フレームスキャンのレートに相当する時間であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の自律型移動体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、無人車両等の自律走行型やロボット等の自律歩行型のものを含む自律型移動体に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、この種の従来技術として、特許文献 1 に「自走式車両」とした名称で開示されているものがある。

特許文献 1 に記載された自走式車両は、走行手段を備えた車輛本体と、この車輛本体に設けられ、進行方向前方の走行路面を車幅方向に一次元走査して走行路面との距離を測定し、かつ走査面が互いに平行しているとともに互いに同期して走査を実施する複数の距離測定装置と、各距離測定装置により取得した距離データから、適正な距離データを抽出するデータ抽出手段と、データ抽出手段により抽出された距離データを用いて、障害物が存在しない走行路面と各距離測定装置における走査面との交線である路面平均線を算出する路面平均線算出手段と、各距離測定装置から各距離測定装置に対応する路面平均線までの距離、および各距離測定装置の設置間隔に基づいて、走査範囲の所定方向における走行路面の断面形状を算出する路面断面形状算出手段と、路面断面形状算出手段により算出された所定方向における走行路面の断面形状、および 1 個の距離測定装置により測定した所定方向の距離データに基づいて障害物の高さを算出し、走行路面の傾斜あるいは障害物の高

10

20

30

40

50

さにより走行の可否を判断するとともに、走行困難と判断した障害物の概略位置を算出する障害物判断手段と、障害物判断手段により算出された障害物の概略位置に基づいて、障害物を回避する態様で車輛本体を走行制御する車輛制御装置とを具備したものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-181541号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

ところで、上記した特許文献1においても記載されているように、例えば未舗装路等の不整地を走行するためには、障害物となる凹凸を回避するために、路面の形状を詳細に計測して評価する必要がある。

そして、評価された結果から障害物地図を生成し、それを用いて経路計画を行って自律走行する。なお、障害物地図は、外界計測結果を逐次反映させながら更新されていくようになっている。

【0005】

図6は、レーザレンジファインダを用いた路面形状の計測原理を示す説明図である。なお、図中1で示すものは自律型車両、2で示すものはレーザレンジファインダ(LRF)である。

20

レーザレンジファインダ2に用いた測距の原理は、レーザ光の投光から受光までの時間を計測するタイムオブフライト方式によるものであり、例えば1本若しくは数本のレーザ光源を用い、横方向に高速にラインスキャンを行う光軸を光学的若しくは機械的に掃引して上下(チルト)方向に振ることにより、3次元スキャンを行うタイプのものである。以下、横方向を「ラインスキャン」、上下方向の揺動を「フレームスキャン」とする。

【0006】

路面形状を計測する場合、特に遠方となるにつれ、路面とレーザレンジファインダ2の光軸のなす角は小さくなる。よって、レーザレンジファインダ2の光軸スキャンを行う場合、現在一般的に使用可能なLRFのラインスキャンのレートは100Hz程度であり、その結果として、フレームスキャン方向について、特に路面上では自律型車両1からみて遠近方向の計測は、非常に疎となる。

30

【0007】

ここで、歩行者のような移動障害物が存在する場合を考える。図7(A),(B)は、自律型車両1周辺の様子を平面視したグリッドマップ形式の障害物地図の説明図である。

レーザレンジファインダ2による計測結果に基づいて障害物の検出を行った結果、障害物地図Mの全移動領域のうち、障害物が存在すると看做した領域を黒色、走行可能領域を白色、未計測領域をグレーで表している。

なお、白,黒,グレーで表示した領域を合わせた領域を「移動領域Ma」としている。

【0008】

同図(A)に示すように、レーザレンジファインダ2の1回のスキャンにおいて、移動障害物が存在し、そして、次のスキャン時には、移動障害物が領域(座標位置)P1から領域P2に移動しているとする。

40

一度障害物として検出された領域については、移動障害物が移動離脱した後、その領域が再度走行可能と評価されるためには、その領域の路面を再度計測しなおす必要がある。

【0009】

しかしながら、路面の計測は疎となりがちであるため、複数回スキャンを行うことにより、初めてそれらの領域の再計測が行われることになる。

そのため、移動障害物が移動した後、それらの領域が再計測されるまで、その領域は障害物として更新されないことになる。

【0010】

50

これは、地図上においては、同図（B）に示すように障害物が移動方向に、尾を引くようにP3～5に示すようなゴーストと呼ばれる形で出現する。そして、そのようなゴーストが頻発すると、正しい移動経路を計画することが困難となり、効率的な走行ができなくなるという問題がある。

【0011】

そこで本発明は、移動障害物の移動態様に関わらず、移動障害物のゴーストを適時に除去することにより、効率的な自律移動を行うことができる自律型移動体の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するための本発明に係る自律型移動体は、移動領域内の測距データを取得するための測距部と、この測距部により取得した測距データに基づき、その移動領域内を自律移動するための駆動機構とを有するものであり、測距部により取得した測距データに基づき、自律移動の妨げとなる障害物を検出する障害物検出手段と、検出した障害物が移動障害物であるか否かを判定する移動障害物判定手段と、判定に係る移動障害物に対応する移動障害物データを含む地図を作成する地図作成手段と、上記移動障害物データが存在する地図上の座標位置をマーキングするマーキング手段と、所定の時間経過前に、マーキングした座標位置における移動障害物を検出する移動障害物検出手段と、マーキングした座標位置において移動障害物を検出したときには、所定の時間経過毎に、そのマーキングした座標位置の移動障害物データを残置し、かつ、他の座標位置の移動障害物データを消去する移動障害物消去手段と、マーキングに係る移動障害物データを残置した地図に基づいて、経路計画を作成する経路計画作成手段と、その作成した経路計画に従い、駆動機構を介して移動領域内を移動するための移動手段とを有している。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、移動障害物の移動態様に関わらず、その移動障害物のゴーストを適時に除去することにより、効率的な自律移動を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る自律型移動体の概略構成を示す説明図である。

【図2】同上の自律型移動体に設けた制御回路のブロック図である。

【図3】無人車両の前方に正対した障害物が存在する場合の測距の様子を示す説明図である。

【図4】同上の自律型移動体が自律走行を行うときの制御フローチャートである。

【図5】図4に示すステップ8の詳細を示すフローチャートである。

【図6】レーザレンジファインダを用いた路面形状の計測原理を示す説明図である。

【図7】（A）、（B）は、自律型車両周辺の様子を平面視したグリッドマップ形式の障害物地図の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る自律型移動体の概略構成を示す説明図、図2は、その自律型移動体に設けた制御回路のブロック図である。

【0016】

本発明の一実施形態に係る自律型移動体としての自律型無人車両Aは、イーサネット（登録商標）5を介して互いに接続された行動制御用コンピュータ10、地図作成・経路計画コンピュータ20及びセンサデータ処理コンピュータ30により、車両全体の制御がされるようになっている。

以下、「自律型無人車両」を単に「無人車両」という。

【0017】

センサデータ処理コンピュータ30は、CPU (Central Processing Unit) やインターフェース回路 (いずれも図示しない) 等からなるものであり、これにはシリアル通信回路を介して、レーザレンジファインダ31、パーティカルジャイロ32、オドメトリ33、グローバルポジショニングシステム34が接続されている。

なお、以下にはレーザレンジファインダを「LRF」、また、グローバルポジショニングシステムを「GPS」とそれぞれ略記する。

【0018】

LRF31は、レーザ光の投光から受光までの時間を計測するタイムオブフライト方式により測距を行うものであり、本実施形態において示すものは、1つのレーザ光源を用い、光軸を光学的又は機械的に掃引することにより、物体の3次元的な形状を取得するスキヤンタイプのものである。

10

【0019】

パーティカルジャイロ32は、光軸姿勢 (向き) 情報を取得するものであり、例えば姿勢角 (ロール、ピッチ角度と角速度)、ヨー角速度、及びX、Y、Z3軸の加速度を出力するようになっている。

オドメトリ33は、無人車両Aの車輪35の回転量に基づいて、自己の位置情報を取得するためのセンサである。

GPS34は、無人車両Aの測位情報を取得するためのものである。

【0020】

上記したセンサデータ処理コンピュータ30は、所要のプログラムの実行により、次の機能を発揮する。

20

(1) 測距部 (以下、「LRF」とも表記する。) 31により取得した測距データに基づき、自律移動の妨げとなる障害物を検出する機能。これを「障害物検出手段30a」という。

【0021】

(2) 自律移動の妨げとなる障害物が移動障害物であるか否かを判定する機能。この機能を「移動障害物判定手段30b」という。

以下に、前方に正対した障害物が存在する場合を例として、測距データを取得して移動障害物であるか否かについて説明する。図3は、無人車両Aの前方に正対した障害物が存在する場合の測距の様子を示す説明図である。

30

本実施形態においては、人や車両等の路面上を移動するものを移動障害物としており、LRF31から見た場合、光軸に対し正対する面を持つものと仮定する。

【0022】

無人車両Aの前方が平坦面であれば、フレームスキャンさせたラインスキャンの測距データについて、同一のヨー方向については、チルト角度に応じて測距値が大きく変化する。具体的には、LRF31の高さ (路面Tから光軸の回転中心までの距離) をh、光軸のチルト角を θ 、LRF31による測距値をrとすると、地面との測距値 $r_a = h / \sin(\theta)$ となり、光軸のチルト角 θ が小さな場合 r_a は大きく変化する。

【0023】

一方、LRF31に障害物Pが正対した場合、LRF31から正対した対象までの水平距離をLとすると、障害物との測距値 $r_b = L / \cos(\theta)$ となり、当該測距値 r_b は光軸のチルト角 θ に対しての変化量は小さい。ここで、測距値をチルト角度で微分すると、下記の式1、2で表すことができる。

40

【0024】

【数1】

$$\frac{dr_a}{d\theta} = -h \cos(\theta) / \sin^2(\theta) \quad \dots (式1)$$

50

【 0 0 2 5 】

【 数 2 】

$$\frac{dr_b}{d\theta} = l \cos(\theta) / \cos^2(\theta) \quad \dots (式2)$$

そして、それぞれの比を取ると、式 3 で表すことができる。

【 0 0 2 6 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned} \frac{dr_a}{d\theta} / \frac{dr_b}{d\theta} &= -h \cos^3(\theta) / l \cos^3(\theta) \\ &= -1 / \tan^2(\theta) \end{aligned} \quad \dots (式3)$$

【 0 0 2 7 】

この変化率の比の絶対値は、特に光軸のチルト角 が小さい場合に大きな値となり、光軸のチルト角 = 5 ° で 1 3 0 , = 4 ° で 2 0 5 となる。

よって、フレーム内において測距値のチルト角に対する変化率が 1 / 1 0 0 程度減少した場合、それらの領域は正対した物体（障害物）と考えられる。

【 0 0 2 8 】

ただし、この光軸のチルト角 は、水平と仮定する路面 T に対しての光軸の角度であるため、パーティカルジャイロ 3 2 で補正した値を用いる。また、測距値は L R F 3 1 の方向によっても変化するため、ヨーレートより比較するデータの姿勢を補正した値を用いて評価するとよい。

【 0 0 2 9 】

車両の並進位置の変化について、L R F 3 1 のラインスキャンレートは 1 0 0 H z 程度であり、車速を 3 0 k m / h とした場合、一つのラインスキャン間での移動量は 1 0 0 m m 以下であり、上記評価への影響は少ない。スキャンレートと車速の兼ね合いにより、評価に大きく影響を与える場合には補正を行う。

【 0 0 3 0 】

また、L R F 3 1 の高さ h = 1 m とした場合、L = 3 m 程度の近傍領域では変化率は 1 / 1 0 程度であり、さらに近傍 L = 1 m すなわち光軸のチルト角 = 4 5 ° であれば変化率は 1 となる。

しかし、このような近傍においては路面 T の計測点密度は自ずと密となるため、上記処理を行わなくてもゴーストの消去も頻繁に行うことができる。

【 0 0 3 1 】

なお、測距データを取得した際のチルト角が閾値以下であるか否かを判定するようにしてもよい。

例えば、L R F 3 1 の高さを地上から 1 m とし、また、5 m 先において正対した障害物を検出できるように、測距値の変化量の比を 2 5 とする。すなわち、正対した障害物が、5 m 以遠にある場合は障害物を検出することができる一方、5 m 以前に障害物があるときは検出できない。

【 0 0 3 2 】

すなわち、チルト角に換算して $A T A N (1 / 5) = 1 1 ^\circ$ 以上の場合には、原理的に正対した障害物を検出できないこととなるが、上記した測距データを取得した際のチルト角が閾値以下であるか否かを判定することにより、不要な処理（計算量）を低減させられ、より短時間での処理を行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

(3) 移動障害物データの地図上の座標位置をマーキングする機能。この機能を「マーキング手段 3 0 c」という。

具体的には、移動障害物データが存在する地図上の座標位置にフラグを設定することによる。なお、本実施形態における地図は、上記図 7 において説明したものと概念上同等のものであり、地図 M で示した領域を移動領域としているので、その説明については省略する。

【 0 0 3 4 】

(4) 所定の時間経過前に、マーキングした座標位置において移動障害物を再検出する機能。この機能を「移動障害物検出手段 3 0 d」という。

「所定の時間」は、上記マーキングをしたときから、フレームスキンのレートに相当する時間である。

正対した移動障害物は、毎フレームスキンにおいても安定して計測されるため、寿命はフレームスキンのレートと同程度にするとよい。これにより、ゴーストの発生はフレームスキンのレートと同程度まで抑えることができる。

換言すると、所定の時間経過前に、マーキングした座標位置に移動障害物が存在するかどうかを確認する機能である。

【 0 0 3 5 】

地図作成・経路計画コンピュータ 2 0 は、CPU (Central Processing Unit) やインターフェース回路 (いずれも図示しない) 等からなるものであり、所要のプログラムの実行により、次の機能を発揮する。

【 0 0 3 6 】

(5) 判定に係る移動障害物に対応する移動障害物データを含む地図を作成する機能。この機能を「地図作成手段 2 0 a」という。

「移動障害物データを含む地図」は、「障害物地図」ともいう。

【 0 0 3 7 】

(6) マーキングした座標位置において移動障害物を再検出したときには、所定の時間経過毎に、その再検出した座標位置の移動障害物データを残置し、かつ、他の座標位置の移動障害物データを消去する機能。この機能を「移動障害物消去手段 2 0 b」という。

【 0 0 3 8 】

すなわち、地図上のマーキングが消去されるタイミングが、移動障害物を検出した後であれば、スキニングで必ず移動障害物を検出することができるとしても、スキニングレートの半分の時間は、移動障害物が地図上に存在しない状態が発生する。そのため、無人車両の行動計画や経路計画に影響を与える。

そこで、所定の時間経過前に、マーキングした座標位置において移動障害物を再検出し、所定の時間経過毎に、その再検出した座標位置の移動障害物データを残置し、かつ、他の座標位置の移動障害物データを消去して、移動経路を計画しているのである。

【 0 0 3 9 】

(7) 再検出した座標位置の移動障害物データを残置した地図に基づいて、経路計画を作成する機能。この機能を「経路計画作成手段 2 0 c」という。

これにより、移動障害物が同じ座標位置に留まっているような移動態様であっても、滑らかな移動経路を生成することができ、無人車両 A を円滑にかつ効率よく移動させることができるようになる。

【 0 0 4 0 】

(8) 移動障害物データを消去した地図上の座標位置に、その移動障害物データが存在しない時点における測距データに基づく地形データを置換する機能。この機能を「データ置換手段 2 0 d」という。

移動障害物が存在しない時点における測距データは、例えば地図作成・経路計画コンピュータ 2 0 内の図示しない記憶領域に順次記憶しておく。これにより、移動障害物を消去した座標位置を自然な起伏状態にすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

行動制御用コンピュータ10は、CPU (Central Processing Unit) やインターフェース回路 (いずれも図示しない) 等からなるものであり、その行動制御用コンピュータ10により、一般の乗用車両のハンドル、アクセルやブレーキ等を操作して行動できるように、各種のアクチュエータを出力側のインターフェースを介して接続した構成のものであり、その詳細は次のとおりである。

【 0 0 4 2 】

すなわち、行動制御用コンピュータ10には、モータドライバ11を介して、ステアリング用アクチュエータ12、ブレーキ/アクセル用アクチュエータ13等の駆動機構Cが接続されており、所要のプログラムの実行により、次の機能を発揮する。

(9) 作成した経路計画に従い、駆動機構Cを介して移動領域内を移動するための機能。この機能を「移動手段10a」という。

【 0 0 4 3 】

次に、図4, 5を参照して、制御フローチャートについて説明する。図4は、本発明の一実施形態に係る無人車両Aが自律走行を行うときの制御フローチャート、図5は、図4に示すステップ8の詳細を示すフローチャートである。

【 0 0 4 4 】

ステップ1 (図中、「st1」と略記する。以下、同様。) : LRF31から測距データを受け取る。ここでは、複数本のラインスキャンデータにおける、測距データの変化を評価するため、バッファリングされた数本分のデータにアクセスできるものとする。

【 0 0 4 5 】

ステップ2 : LRF31によって取得した測距データを、センサ座標系からバーチカルジャイロ32により鉛直上向きを一軸とする車体座標系に変換する。無人車両Aの旋回を考慮するため、複数本のラインスキャンデータの内、最初の1つを取得した位置と方向を基準とした座標系とする。

【 0 0 4 6 】

ステップ3 : 各座標位置における測距値が閾値以上であるかをチェックする。

このような測距値は、無人車両近傍のデータであり、測距値の変化量が少なくなるため、この条件に合わない場合は、正対した障害物であるかの判断処理は行わず、後述のステップ9の処理を行う。

【 0 0 4 7 】

ステップ4 : 各座標位置における測距値の光軸のチルト角に対する変化を評価する。

具体的には、座標変換後のデータについて、ヨー方向のデータに対し、チルト角の変化量に対する測距値の変化量を計算する。値は離散値であるため差分となる。また、この際にチルト角の変化量が非常に小さいデータについて、差分の誤差の影響が大きくなる場合には評価の対象外とする。

【 0 0 4 8 】

ステップ5 : 測距値の変化量が閾値以下であるか否かを判定する。閾値以下であると判定した場合、その領域は正対した障害物と評価される。それ以外の場合は、後述のステップ9の処理を行う。

例えばLRF31の高さを地上から1mとし、また、5m先において正対した障害物を検出しようとする。

【 0 0 4 9 】

ここで、上記式3によれば、5m先において正対した障害物を計測した場合、測距値の変化量の比は、 $1 / (0.2^2) = 25$ となる。すなわち、正対した障害物が、5m以上遠にある場合は、当該変化量は25以上となり、また、正対した障害物が5m以前にあるときは、この閾値では検出できない。

【 0 0 5 0 】

閾値を小さくすれば、理論上は近傍の正対した障害物を検出することができるようになるが、実際には、計測誤差等のために誤検出が多発する。これは、LRF光軸の揺動、移

10

20

30

40

50

動領域の形状（起伏等）によるものが多い。

【0051】

一方、誤検出を低くするために閾値を大きくすれば、より遠方でのみの検出しが行えなくなり、近傍には不感帯が生じる。

なお、例えばより近くの正対した障害物を検出するには、センサ（LRF31）の高さを低く設定する。

【0052】

ステップ6：正対する障害物と判定された領域の高さを推定する。手法として、測距値の変化量から推定された正対した物体について、近傍に存在するものをまとめ、その計測点の高さ方向の一番高い点と低い点の差をとることにより、障害物の高さとする。

次に、移動障害物を想定した高さを閾値とし、比較する。これは、高さの低い正対した物体は固定障害物であると想定できる場合、ゴーストの発生源とはならないためである。閾値は、想定する移動障害物のサイズを考慮して決定する。例えば人のサイズを想定した場合、屈んだ状態も想定して、たとえば500mm以上の高さとする等である。

【0053】

ステップ7：正対した移動障害物と判断されたLRF計測点データに、その移動障害であることを示すフラグ（移動障害物フラグ）を、いずれかのコンピュータに設けられている図示しないフラグレジスタに設定する。

【0054】

ステップ8：地図生成アプリケーション上においては、通常の固定障害物は新しい計測データが得られるまで過去の計測データを保持するが、移動障害物フラグのついたデータについては、1フレーム程度の時間が経過した後にそのグリッド上のデータを消去する。

なお、過去の測距データがあれば、それを復活させる。換言すると、移動障害物データを消去した地図上の座標位置に、その移動障害物データが存在しない時点における測距データに基づく地形データを置換する。

【0055】

ステップ8の詳細について、図5を参照して説明する。

ステップ8 1（図中、「st8 1」と略記する。以下、同様。）：グリッドマップ（地図）上で、LRF計測点の位置に該当するグリッドの位置（地図上の位置）を座標から抽出する。

【0056】

ステップ8 2：LRF計測点のデータに移動障害物フラグが設定されているかを確認する。

ステップ8 3：LRF計測点のデータに移動障害物フラグが設定されていない場合に、図4に示すフローチャートのst9の処理で得られた障害物検出結果をグリッドのデータに書き込む。

【0057】

ステップ8 4：LRF計測点のデータに移動障害物フラグが設定されている場合に、そのLRF計測点のデータの位置に該当するグリッド上にすでに移動障害物フラグが設定されているかを確認する。

ステップ8 5：グリッド上にすでに移動障害物フラグが設定されていない場合に、移動障害物フラグを設定して、そのフラグの寿命を表すタイマーをスタートさせる。タイマーの時間は、1フレーム程度の時間である。

なお、タイマーの設定時間を長くすることにより、地図上から障害物が消える可能性を低減できる。ただし、移動障害物の場合、地図上にゴーストが多く存在することになる。

一方、当該設定時間を短くすると、地図上のゴーストを低減できる。ただし、地図上から障害物を見失う可能性が増す。

【0058】

ステップ8 6：グリッド上にすでに移動障害物フラグが設定されている場合に、移動障害物フラグのタイマーをリスタートさせて、移動障害物フラグの寿命を延長する。延長

10

20

30

40

50

される時間は、元のタイマーの時間と同じ1フレーム程度の時間である。

ステップ8 7：移動障害物フラグが設定されているグリッドのうち、タイマーが切れているものについては、移動障害物フラグを消去する。この消去のときに、過去に計測された地形データがあれば、それを復活させる。

【0059】

ステップ9：通常の障害物検出アルゴリズムであり、LRF31による測距データから得られる幾何情報をもとに、凹凸や勾配から障害物を検出する。

上記ステップ（シーケンス）を連続的に繰り返し行い、地図の生成を継続的に行うことにより、ゴーストの発生が少ない地図を生成する。

以上詳述した本発明によれば、移動障害物のゴーストを適時に除去することにより、円滑に効率的な自律移動を行うことができる。

【0060】

なお、本発明は上述した実施形態に限るものではなく、次のような変形実施が可能である。

上述した実施形態においては、無人車両を、行動制御用コンピュータ、地図作成・経路計画コンピュータ及びセンサデータ処理コンピュータからなる3つのコンピュータにより、無人車両全体を制御するものを例として説明したが、3つのコンピュータに分担させることなく、単一のコンピュータで制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0061】

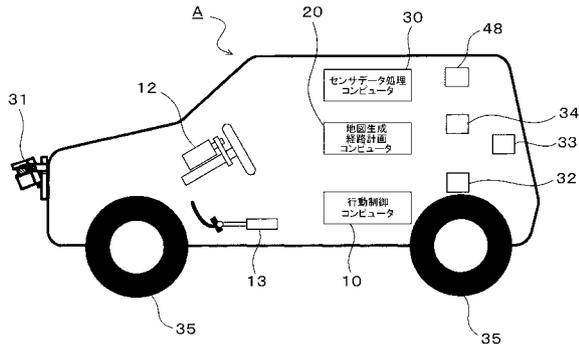
- 10 a 移動手段
- 20 a 地図作成手段
- 20 b 移動障害物消去手段
- 20 c 経路計画作成手段
- 20 d データ置換手段
- 30 b 移動障害物判定手段
- 30 c マーキング手段
- 30 d 移動障害物検出手段
- 31 測距部
- A 自律型移動体（無人車両）
- C 駆動機構
- M 地図
- M a 移動領域

10

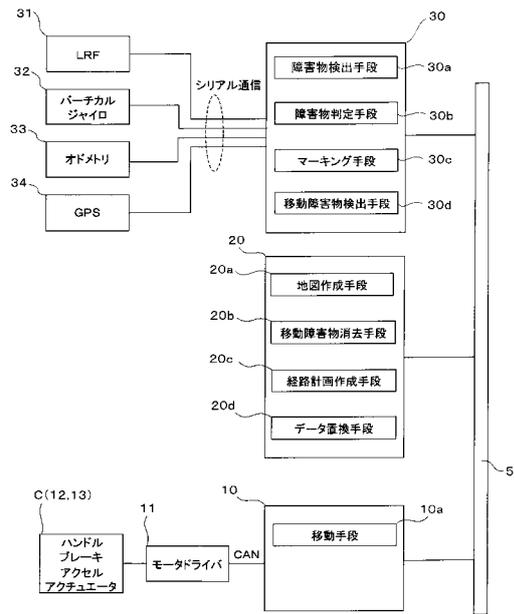
20

30

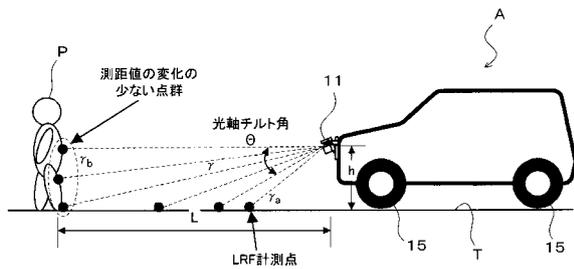
【図1】



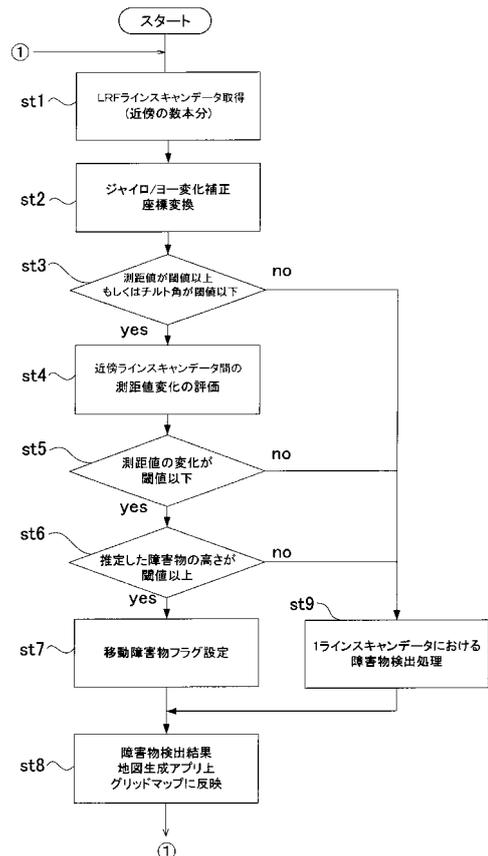
【図2】



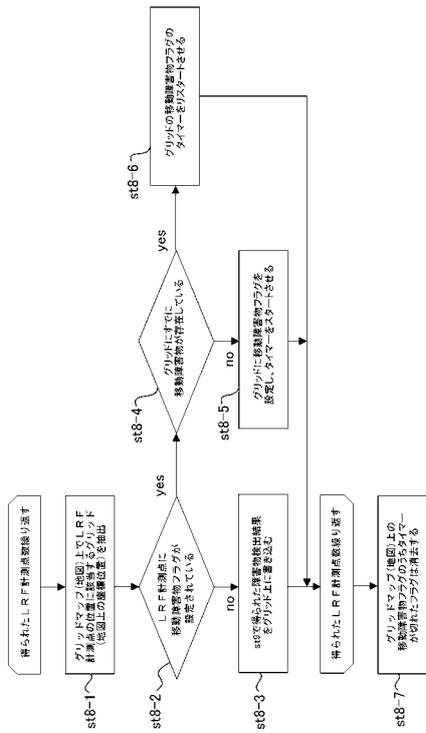
【図3】



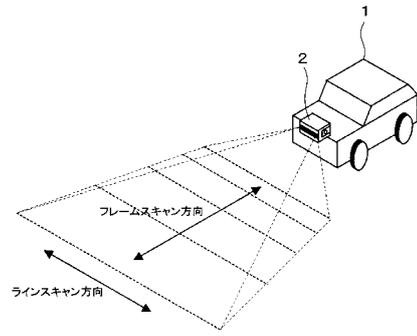
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

