

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6235216号
(P6235216)

(45) 発行日 平成29年11月22日(2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日(2017.11.2)

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

請求項の数 2 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-27829 (P2013-27829) (22) 出願日 平成25年2月15日 (2013. 2. 15) (65) 公開番号 特開2014-157478 (P2014-157478A) (43) 公開日 平成26年8月28日 (2014. 8. 28) 審査請求日 平成27年3月9日 (2015. 3. 9) 審判番号 不服2016-7493 (P2016-7493/J1) 審判請求日 平成28年5月23日 (2016. 5. 23)</p>	<p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 100103894 弁理士 冢入 健 (72) 発明者 田中 和仁 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 合議体 審判長 西村 泰英 審判官 柏原 郁昭 審判官 平岩 正一</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律移動体及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自律移動体であって、
 移動環境内の物体に対する距離情報を取得する距離センサと、
 前記距離センサを揺動させる揺動制御手段と、
 前記距離センサにより取得された距離情報に基づいて3次元環境地図情報を生成し、該3次元環境地図情報に基づいて高さ方向に複数の環境地図情報を生成する地図生成手段と、
 前記地図生成手段により生成された3次元環境地図情報に基づいて、前記自律移動体の移動経路を生成する移動経路生成手段と、
 前記移動経路生成手段により生成された移動経路に従って前記自律移動体の移動を制御する移動制御手段と、を備え、
前記地図生成手段は、
前記3次元環境地図情報を上部領域、中部領域、及び下部領域に分割し、該分割した上部領域、中部領域、及び下部領域内の距離点を仮想の床面に射影した射影地図を夫々生成し、
該各射影地図をグリッド地図に変換した上部グリッド地図、中部グリッド地図、及び下部グリッド地図を生成し、
前記上部グリッド地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記上部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した上部環境地図情報を生成し、前記下部グリッド

10

20

地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記下部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した下部環境地図情報を生成し、

前記揺動制御手段は、前記地図生成手段により生成された上部環境地図情報において所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を上方側に広げ、前記地図生成手段により生成された下部環境地図情報において前記所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を下方側に広げ、

前記移動制御手段は、前記距離センサの揺動範囲を上方側又は下方側に広げるとき、前記自律移動体の移動速度を低下させる、ことを特徴とする自律移動体。

【請求項 2】

自律移動体の制御方法であって、

距離センサにより取得された移動環境内の物体に対する距離情報に基づいて、3次元環境地図情報を生成し、

前記3次元環境地図情報を上部領域、中部領域、及び下部領域に分割し、該分割した上部領域、中部領域、及び下部領域内の距離点を仮想の床面に射影した射影地図を夫々生成し、該各射影地図をグリッド地図に変換した上部グリッド地図、中部グリッド地図、及び下部グリッド地図を生成し、前記上部グリッド地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記上部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した上部環境地図情報を生成し、前記下部グリッド地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記下部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した下部環境地図情報を生成するステップと

、
前記生成された3次元環境地図情報に基づいて、前記自律移動体の移動経路を生成するステップと、

前記生成された移動経路に従って前記自律移動体の移動を制御するステップと、

前記地図生成手段により生成された上部環境地図情報において所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を上方側に広げ、前記地図生成手段により生成された下部環境地図情報において前記所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を下方側に広げるステップと、

を含み、

前記自律移動体の移動を制御するステップは、前記距離センサの揺動範囲を上方側又は下方側に広げるとき、前記自律移動体の移動速度を低下させる、ことを特徴とする自律移動体の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離センサなどより取得された物体までの距離情報に基づいて移動経路を生成し自律走行を行う自律移動体及びその制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

脚歩行型や車輪走行型の移動体が、移動経路、歩容等を自ら計画して自律移動を行なうためには、環境情報の認識が不可欠である。このため、レーザレンジセンサなどの距離センサを自律移動体に搭載することが行なわれている。例えば、揺動する距離センサを用いてレーザ光などを移動環境内の物体に照射することでその物体までの距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて移動経路を生成し自律移動を行う自律移動体が知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-175066号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

ところで、例えば、棚など箱状物体に関しては距離センサの計測分解能が低目でも問題ないが、一方、椅子の足などの下部が突出した物体に関しては距離センサの十分な計測分解能が必要となる。このように、移動環境内の物体の3次元の特徴を捉えることが、物体の距離情報を効率かつ高精度に取得する上で重要となる。しかしながら、上記特許文献1に示す自律移動体においては、移動環境内の物体の3次元の特徴を十分考慮せずに物体の距離情報を取得している。このため、上記自律移動体においては、物体の認識精度を上げるために、単に走査速度を低下させ、さらに無駄に移動速度を低下させることになりかねず、移動効率の低下を招く虞がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は上述した知見に基づいてなされたものであって、移動効率を向上させることができる自律移動体及びその制御方法を提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するための本発明の一態様は、移動環境内の物体に対する距離情報を取得する距離センサと、前記距離センサを揺動させる揺動制御手段と、前記距離センサにより取得された距離情報に基づいて3次元環境地図情報を生成し、該3次元環境地図情報に基づいて高さ方向に複数の環境地図情報を生成する地図生成手段と、前記地図生成手段により生成された3次元環境地図情報に基づいて、当該自律移動体の移動経路を生成する移動経路生成手段と、前記移動経路生成手段により生成された移動経路に従って当該移動体の移動を制御する移動制御手段と、を備える自律移動体であって、前記揺動制御手段は、前記地図生成手段により生成された前記環境地図情報内の物体との距離が所定距離以内であると判定したとき、該判定された環境地図情報側に前記距離センサの揺動範囲を広げる、ことを特徴とする自律移動体である。

この一態様において、前記地図生成手段は、前記3次元環境地図情報に基づいて、上部領域の環境地図である上部環境地図情報と、該上部領域の下方に位置する下部領域の環境地図である下部環境地図情報と、を生成し、前記揺動制御手段は、前記地図生成手段により生成された上部環境地図情報において前記所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を上方側に広げ、前記地図生成手段により生成された下部環境地図情報において前記所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、前記距離センサの揺動範囲を下方側に広げてもよい。

この一態様において、前記地図生成手段は、前記3次元環境地図情報を上部領域、中部領域、及び下部領域に分割し、該分割した上部領域、中部領域、及び下部領域内の距離点を仮想の床面に射影した射影地図を夫々生成し、該各射影地図をグリッド地図に変換した上部グリッド地図、中部グリッド地図、及び下部グリッド地図を生成し、前記上部グリッド地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記上部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した前記上部環境地図情報を生成し、前記下部グリッド地図と前記中部グリッド地図とを重ね合わせ、前記下部グリッド地図の情報のみが存在するグリッドを抽出した前記下部環境地図情報を生成してもよい。

この一態様において、移動制御手段は、前記距離センサの揺動範囲を上方側又は下方側に広げるとき、前記自律移動体の移動速度を低下させてもよい。

上記目的を達成するための本発明の一態様は、距離センサにより取得された移動環境内の物体に対する距離情報に基づいて、3次元環境地図情報を生成し、該3次元環境地図情報に基づいて高さ方向に複数の環境地図情報を生成するステップと、前記生成された3次元環境地図情報に基づいて、当該自律移動体の移動経路を生成するステップと、前記生成された移動経路に従って当該移動体の移動を制御するステップと、前記生成された環境地図情報内の物体との距離が所定距離以内であると判定したとき、該判定された環境地図情報側に前記距離センサの揺動範囲を広げるステップと、を含む、ことを特徴とする自律移動体の制御方法であってもよい。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、移動効率を向上させることができる自律移動体及びその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】(a)本発明の一実施の形態に係る自律移動体の概略的な構成を示す斜視図である。(b)本発明の一実施の形態に係る自律移動体の概略的な構成を示す側面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る自律移動体の概略的なシステム構成を示すブロック図である。

【図3】3次元環境地図の上部領域、中部領域、及び下部領域の一例を示す図である。

10

【図4】3次元環境地図を分割する高さの決定方法を説明するための図である。

【図5】3次元環境地図の各領域、各射影地図、及び各グリッド地図の一例を示す図である。

【図6】グリッド地図を重ね合わせ下部環境地図を生成する方法の一例を示す図である。

【図7】上部環境地図を更新する方法を説明するための図である。

【図8】距離センサの揺動範囲を変更する方法を説明するための図である。

【図9】距離センサの揺動範囲を変更する方法を説明するための図である。

【図10】距離センサの揺動範囲を変更する方法を説明するための図である。

【図11】距離センサの揺動範囲を変更する方法を説明するための図である。

【図12】本発明の一実施の形態に係る自律移動体の制御方法における制御処理フローを示すフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1(a)及び(b)は、本発明の一実施の形態に係る自律移動体の概略的な構成を示す斜視図及び側面図である。図2は、本発明の一実施の形態に係る自律移動体の概略的なシステム構成を示すブロック図である。

【0010】

本実施の形態に係る自律移動体1は、移動体本体2と、移動体本体2に回転可能に設けられた左右一対の駆動車輪3と、各駆動車輪3を駆動する駆動ユニット4と、移動環境内の物体の距離情報を取得する距離センサ5と、距離センサ5を揺動させるセンサ揺動装置6と、自律移動体1の移動及びセンサ揺動装置6の揺動を制御する制御装置7と、を備えている。

30

【0011】

なお、自律移動体1は、図1(a)及び(b)に示すように車輪駆動型の移動体として構成されているが、これに限らず、例えば、二足歩行型ロボットなどの脚歩行型の移動体として構成されていてもよく、任意の移動体として構成されてもよい。

【0012】

駆動ユニット4は、例えば、移動体本体2に搭載されており、モータ、駆動回路、減速機構、などから構成されている。駆動ユニット4は、制御装置7からの制御信号に応じて、各駆動車輪3を回転駆動させ、自律移動体1を移動させる。

40

【0013】

距離センサ5は、例えば、レーザレンジファインダであり、自律移動体1の移動環境に関する距離情報を取得する。ここで距離情報とは、レーザ光の照射方向を2次元走査することによって得られる複数の距離点データの集合(ラインスキャンデータ)である。なお、本実施の形態において、上記レーザレンジファインダとして、水平方向に視野が広く、鉛直方向に視野が狭い水平型レーザレンジファインダが適用されているが、これに限らず、任意の距離センサを適用することができる。距離センサ5は、取得した距離情報を制御装置7に対して出力する。

【0014】

50

センサ揺動装置 6 は、制御装置 7 からの制御信号に応じて距離センサ 5 を上下方向及び左右方向へ揺動させる。距離センサ 5 を揺動させることにより、距離センサ 5 の走査範囲を効率的に広げることができる。センサ揺動装置 6 は、例えば、距離センサ 5 を上下方向及び左右方向へ揺動させる揺動機構と、揺動機構を駆動するモータと、から構成されている。センサ揺動装置 6 は、制御装置 7 に接続されており制御装置 7 からの制御信号に応じて距離センサ 5 を揺動させる。

【 0 0 1 5 】

制御装置 7 は、3次元環境地図を生成する地図生成部 7 1 と、3次元環境地図を記憶する地図記憶部 7 2 と、センサ揺動装置 6 の揺動を制御する揺動制御部 7 3 と、自律移動体 1 の移動経路を生成する移動経路生成部 7 4 と、自律移動体 1 の移動を制御する移動制御部 7 5 と、を備えている。

10

【 0 0 1 6 】

なお、制御装置 7 は、例えば、演算処理、制御処理等を行う CPU (Central Processing Unit)、CPU によって実行される演算プログラム、制御プログラム等が記憶された ROM (Read Only Memory) や RAM (Random Access Memory) からなるメモリ、外部と信号の入出力を行うインターフェイス部 (I/F)、などからなるマイクロコンピュータを中心にして、ハードウェア構成されている。CPU、メモリ、及びインターフェイス部は、データバスなどを介して相互に接続されている。

20

【 0 0 1 7 】

地図生成部 7 1 は、地図生成手段の一具体例であり、距離センサ 5 により取得された距離情報に基づいて、3次元空間における物体の位置を示す 3次元環境地図を生成する。ここで、3次元環境地図とは、例えば、上述した距離点データの集合 (ラインスキャンデータ) を、自律移動体 1 を中心とした 3次元座標系に変換し、距離センサ 5 の揺動の 1 周期 (上方への振上げ、及び下方への振下げ) 間でデータを蓄積し生成した地図を指す。

【 0 0 1 8 】

次に、地図生成部 7 1 は、生成した 3次元環境地図に基づいて 3次元環境地図の距離点データ $P_i (x, y, z)$ を、高さ h_2 より高い上部領域 ($P_i (z) > h_2$) と、上部領域の下方に存在する高さ h_1 以下の下部領域 ($P_i (z) \leq h_1$) と、上部領域と下部領域との間の高さ h_1 から h_2 の中部領域 ($h_1 < P_i (z) \leq h_2$) と、の 3つの領域に分割する (図 3)。なお、上記の上部領域及び下部領域は、例えば、図 4 の斜線に示すように、距離センサ 5 の揺動範囲 (下限角度 $\theta_1 < \text{揺動角度} < \text{上限角度} \theta_2$) に制限され、その距離センサ 5 の死角となり得る領域である。

30

【 0 0 1 9 】

ここで、上記 3次元環境地図の距離点データ $P_i (x, y, z)$ を各領域に分割する高さ h_1 、 h_2 は、自律移動体 1 の幾何学パラメータ及び移動速度 V 、環境地図を更新する周期 T (以下、環境地図更新周期 T と称す) などに基づいて決定することができる。

【 0 0 2 0 】

例えば、環境地図が更新されるまでに移動速度 V の自律移動体 1 が移動する距離は VT となり、新たに距離センサ 5 の死角となる部分は、図 4 の斜線部分となる。なお、この死角部分 (物体 A 及び B を含む) は前回の環境地図更新周期 T_1 の位置 (実線) では、距離センサ 5 から見て全体が見えているが、一方、今回の環境地図更新周期 T_2 の位置 (点線) では完全に距離センサ 5 の死角となる。このような物体 A 及び物体 B の高さを基準にして、下記 (1) 式を用いて上述の各領域の高さ h_1 及び h_2 を幾何学的に算出することができる。なお、下記 (1) 式において、自律移動体 1 の高さを H_A とし、距離センサ 5 の高さ (揺動中心位置) を H_S とする。

40

$$h_1 = V T \tan \theta_1 \quad (1) \text{ 式}$$

$$h_2 = H_A - V T \tan \theta_2$$

【 0 0 2 1 】

50

さらに、地図生成部 7 1 は、3次元環境地図の上部領域の距離点データを仮想の床面に射影し、その射影地図を格子状に分割したグリッド地図に変換し、上部グリッド地図を生成する(図 5 (I))。地図生成部 7 1 は、3次元環境地図の中部領域の距離点データを仮想の床面に射影し、その射影地図をグリッド地図に変換し、中部グリッド地図を生成する(図 5 (II))。地図生成部 7 1 は、3次元環境地図の下部領域の距離点データを仮想の床面に射影し、その射影地図をグリッド地図に変換し、下部グリッド地図を生成する(図 5 (III))。

【0022】

最後に、地図生成部 7 1 は、生成した上部グリッド地図と中部グリッド地図とを重ね合わせ、上部グリッド地図のデータのみが存在するグリッドを抽出したグリッド地図を生成し、これを上部領域の環境地図である上部環境地図とする。同様に、地図生成部 7 1 は、生成した下部グリッド地図と中部グリッド地図とを重ね合わせ、下部グリッド地図のデータのみが存在するグリッドを抽出したグリッド地図を生成し、これを下部領域の環境地図である下部環境地図とする。

10

【0023】

例えば、図 6 に示す如く、地図生成部 7 1 は、中部グリッド地図(a)と下部グリッド地図(b)とを重ね合わせたグリッド地図(c)を生成する。そして、地図生成部 7 1 は、重ね合わせたグリッド地図(c)において、下部グリッド地図のデータのみが存在するグリッド(図 6 の丸印)を抽出したグリッド地図(d)を生成し、このグリッド地図を下部環境地図とする。図 6 に示すように、椅子の場合、脚部が突出しており、下方側で注視する必要があるので、下部環境地図でその部分が抽出され表現されている。地図生成部 7 1 は、上部環境地図についても、上述の下部環境地図と同様の方法で生成する。

20

【0024】

以上のように地図生成部 7 1 は、上部環境地図において、上方側における物体の有無だけでなく、その物体の上方側の 3 次元的特徴(突出部など)を高精度に表現している。同様に、地図生成部 7 1 は、下部環境地図において、下方側における物体の有無だけでなく、その物体の下方側の 3 次元的特徴(突出部など)を高精度に表現している。

【0025】

地図生成部 7 1 は、上述のようにして、距離センサ 5 により計測可能な範囲で自律移動体 1 を中心とした、上部環境地図及び下部環境地図を生成する。一方で、地図生成部 7 1 は、自律移動体 1 が移動するフロア等に対する絶対座標系で表される上部環境地図及び下部環境地図を生成する。そして、地図生成部 7 1 は、生成した絶対座標系の上部環境地図及び下部環境地図(過去のデータ)と、上記自律移動体 1 を中心とした上部環境地図及び下部環境地図と、を夫々重ね合わせることで、上部環境地図及び下部環境地図の更新を夫々行う。なお、自律移動体 1 の絶対座標系における位置は、例えば、オドメトリや S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) などを用いて計測することができる。

30

【0026】

例えば、図 7 に示す如く、地図生成部 7 1 は、絶対座標系の上部環境地図(a)と自律移動体 1 を中心とした上部環境地図(b)と、を重ね合わせた上部環境地図(c)を生成し、更新後の上部環境地図(d)を生成する。

40

【0027】

地図生成部 7 1 は、上部環境地図及び下部環境地図の更新を距離センサ 5 の揺動範囲に応じて行う。これは、距離センサ 5 が上方側を揺動している場合、下方側の計測ができず、一方、距離センサ 5 が下方側を揺動している場合、上方側の計測ができないためである。したがって、地図生成部 7 1 は、距離センサ 5 が上方側を揺動している場合、上部環境地図の更新のみを行い、一方、距離センサ 5 が下方側を揺動している場合、下部環境地図の更新のみを行う。

【0028】

地図記憶部 7 2 は、例えば、上記メモリなどで構成されており、地図生成部 7 1 により生成された 3 次元環境地図、上部環境地図及び下部環境地図を逐次記憶する。

50

【 0 0 2 9 】

ところで、移動環境内の物体の3次元の特徴を十分考慮してその物体の距離情報を取得することが、自律移動体の無駄な減速などを無くし移動効率を向上させる上でより有効となる。

【 0 0 3 0 】

そこで、本実施の形態に係る自律移動体1においては、上述の如く、移動環境内の物体の3次元の特徴を上部環境地図及び下部環境地図で夫々捉えている。そして、上方側の上部環境地図で物体の接近を検出したときは、距離センサ5の揺動範囲を上方側に広げることで、さらに、上方側の物体を重点的に認識している。一方、下方側の下部環境地図で物体の接近を検出したときは、距離センサ5の揺動範囲を下方側に広げることで、さらに、
10 下方側の物体を重点的に認識している。このように、上部環境地図及び下部環境地図を用いて距離センサの揺動範囲を動的に変更し、計測精度の効率的な向上を実現している。したがって、単一の距離センサ5でありながら信頼性の高い環境地図を生成し、後述の如く、この環境地図を用いて、無駄な移動速度の低下を無くし、自律移動体1の移動効率の向上を実現している。

【 0 0 3 1 】

揺動制御部73は、揺動制御手段の一具体例であり、地図生成部71により生成された上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体1の所定部(例えば、距離センサ5)から所定距離以内に物体が接近していると判定したとき、判定された環境地図情報側に距離センサ5の揺動範囲を広げる。より具体的には、揺動制御部73は、地図生成部71
20 により生成された上部環境地図において所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、距離センサ5の揺動範囲を上方側に広げる。これにより、自律移動体1は、上方側に存在する物体をより重点的に認識することができる。一方、揺動制御部73は、地図生成部71により生成された下部環境地図において所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、距離センサ5の揺動範囲を下方側に広げる。これにより、自律移動体1は、下方側に存在する物体をより重点的に認識することができる。

【 0 0 3 2 】

次に、上述した距離センサ5の揺動範囲の変更方法について、具体例(1)-(4)を挙げて説明する。

【 0 0 3 3 】

(1) 上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体1の距離センサ5から所定距離 r 以内(半径 r 以内)に物体が存在しない場合(図8)。

この場合、揺動制御部73は、地図生成部71により生成された上部環境地図及び下部環境地図において所定距離 r 以内に物体が存在しないと判定し、距離センサ5の揺動範囲を通常範囲に維持する。このように上方側及び下方側に突出した物体などが存在しない比較的安全な環境下では、距離センサ5の揺動範囲を通常範囲に維持し、前方を広範囲に検出する。これにより、特に遠方に存在する障害物に重点を置いて移動経路を設定し自律移動を効率的に行うことができる。

【 0 0 3 4 】

(2) 上部環境地図のみにおいて、自律移動体1の距離センサ5から所定距離 r 以内(半径 r 以内)に物体が存在する場合(図9)。例えば、自律移動体1の前方にオーバーハング状態となる物体などが存在する場合。

この場合、揺動制御部73は、地図生成部71により生成された上部環境地図において所定距離 r 以内に物体が存在すると判定し、距離センサ5の揺動範囲を上方側に広げる。これにより、上部側に物体の3次元の特徴(突出部など)が存在する場合に、その上部側をより重点的に認識することができる。

【 0 0 3 5 】

(3) 下部環境地図のみにおいて、自律移動体1の距離センサ5から所定距離 r 以内(半径 r 以内)に物体が存在する場合(図10)。例えば、自律移動体1の前方に足元が突出した物体などが存在する場合。

10

20

30

40

50

この場合、揺動制御部 7 3 は、地図生成部 7 1 により生成された下部環境地図において所定距離 r 以内に物体が存在すると判定し、距離センサ 5 の揺動範囲を下方側に広げる。これにより、下部側に物体の 3 次元の特徴（突出部など）が存在する場合に、その下部側をより重点的に認識することができる。

【 0 0 3 6 】

（ 4 ）上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体 1 の距離センサ 5 から所定距離 r 以内（半径 r 以内）に物体が存在する場合（図 1 1 ）。

この場合、揺動制御部 7 3 は、地図生成部 7 1 により生成された上部環境地図及び下部環境地図において所定距離 r 以内に物体が存在すると判定し、距離センサ 5 の揺動範囲を上部側及び下方側に広げる。これにより、上部側及び下部側に物体の 3 次元の特徴（突出部など）が存在する場合に、その上部側及び下部側を重点的に認識することができる。なお、この場合、移動制御部 7 5 は、駆動ユニット 4 を制御して、自律移動体 1 の移動速度を低下させてもよい。

【 0 0 3 7 】

移動経路生成部 7 4 は、移動経路生成手段の一具体例であり、地図生成部 7 1 により生成された 3 次元環境地図に基づいて自律移動体 1 の移動経路を生成する。移動体経路生成部 7 4 は、例えば、3 次元環境地図内における全物体の距離点データを仮想の床面に射影し、射影した物体の位置に基づいて、その物体を回避しつつ最短となる移動経路を生成する。

【 0 0 3 8 】

移動制御部 7 5 は、移動制御手段の一具体例であり、駆動ユニット 4 に制御信号を送信することで、自律移動体 1 の移動を制御する。移動体制御部 7 5 は、駆動ユニット 4 を制御することで、例えば、自律移動体 1 を前後進、左右旋回、加減速、停止などさせることができる。なお、上述の如く、距離センサ 5 の揺動範囲を上方側あるいは下方側に広げる場合、その揺動速度により得られる 3 次元環境地図の解像度が低下する場合が想定される。したがって、移動制御部 7 5 は、揺動制御部 7 3 により距離センサ 5 の揺動範囲が上方側あるいは下方側に広げられた場合、自律移動体 1 の移動速度を減速させる制御を行っても良い。これにより、自律移動体 1 の安全性が向上する。

【 0 0 3 9 】

次に、本実施の形態に係る自律移動体の制御方法について詳細に説明する。図 1 2 は、本実施の形態に係る自律移動体の制御方法における制御処理フローを示すフローチャートである。制御装置 7 の揺動制御部 7 3 は、センサ揺動装置 6 を制御して距離センサ 5 の揺動を開始させる（ステップ S 1 0 1 ）。距離センサ 5 は、上下方向及び左右方向へ揺動しつつ自律移動体 1 の移動環境内に関する物体の距離情報を取得する。

【 0 0 4 0 】

制御装置 7 の移動制御部 7 5 は、駆動ユニット 4 を制御して自律移動体 1 の移動を開始し、自律移動体 1 を移動経路に従って移動させる（ステップ S 1 0 2 ）

【 0 0 4 1 】

制御装置 7 の地図生成部 7 1 は、距離センサ 5 により取得された距離情報に基づいて 3 次元環境地図を生成する（ステップ S 1 0 3 ）。地図生成部 7 1 は、生成した 3 次元環境地図に基づいて、上部環境地図及び下部環境地図を生成する（ステップ S 1 0 4 ）。さらに、地図生成部 7 1 は、上部環境地図及び下部環境地図の更新を行う（ステップ S 1 0 5 ）。

【 0 0 4 2 】

制御装置 7 の揺動制御部 7 3 は、地図生成部 7 1 により更新された上部環境地図及び下部環境地図において、距離センサ 5 から所定距離以内に物体が存在すると判定したとき、判定された環境地図情報側（上方側及び / 又は下方側）に距離センサ 5 の揺動範囲を広げる制御を行う（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 4 3 】

制御装置 7 の移動経路生成部 7 4 は、地図生成部 7 1 により生成された 3 次元環境地図

10

20

30

40

50

を仮想の床面に射影し、自律移動体 1 の移動経路を生成する (ステップ S 1 0 7)。

【 0 0 4 4 】

制御装置 7 の移動制御部 7 5 は、移動経路生成部 7 4 により生成された移動経路に従って自律移動体 1 が移動するように駆動ユニット 4 を制御し (ステップ S 1 0 8)、予め設定された目的に到着したと判定したとき (ステップ S 1 0 9 の Y E S)、本処理を終了する。

【 0 0 4 5 】

以上、本実施の形態に係る自律移動体 1 において、上方側の 3 次元の特徴を示す上部環境地図及び下方側の 3 次元の特徴を示す下部環境地図を夫々生成する。そして、これら上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体 1 の所定部から所定距離以内に物体が接近していると判定したとき、判定された環境地図情報側に距離センサの揺動範囲を広げる。これにより、物体の上方側及び下方側の 3 次元の特徴を上部環境地図及び下部環境地図を用いて捉え、これら上部環境地図及び下部環境地図に基づいて距離センサの揺動範囲を動的に変更することで、計測精度の効率的な向上を実現できる。したがって、単一の距離センサ 5 で信頼性の高い環境地図を生成し、この環境地図を用いて、無駄な移動速度の低下を無くし、自律移動体 1 の移動効率の向上を実現している。

【 0 0 4 6 】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

例えば、上記実施の形態において、レーザレンジファインダなど距離センサを揺動させて 3 次元環境地図を生成しているが、これに限らず、例えば、R G B D センサ (カメラ) などの距離センサを用いて 3 次元環境地図を生成してもよい。

この場合、制御装置は、地図生成部により生成された上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体の距離センサから所定距離以内に物体が存在していると判定したとき、判定された環境地図情報側に R G B D センサを向ける。

例えば、制御装置は、地図生成部により生成された上部環境地図において、自律移動体の距離センサから所定距離以内に物体が存在していると判定したとき、上方側に R G B D センサを向ける。一方、制御装置は、地図生成部により生成された下部環境地図において、自律移動体の距離センサから所定距離以内に物体が存在していると判定したとき、下方側に R G B D センサを向ける。なお、制御装置は、地図生成部により生成された上部環境地図及び下部環境地図において、自律移動体の距離センサから所定距離以内に物体が存在していると判定したとき、その並進距離が一番近いグリッドを有する環境地図の方向に R G B D センサを向ける。

【 0 0 4 7 】

また、本発明は、例えば、図 1 2 に示す処理を、C P U にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。

【 0 0 4 8 】

プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、C D - R O M (Read Only Memory)、C D - R、C D - R / W、半導体メモリ (例えば、マスク R O M、P R O M (Programmable ROM)、E P R O M (Erasable PROM)、フラッシュ R O M、R A M (random access memory)) を含む。

【 0 0 4 9 】

また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコ

10

20

30

40

50

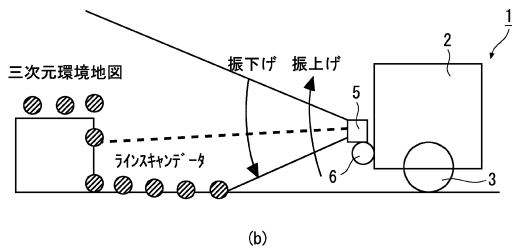
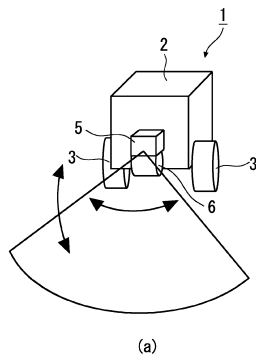
ンピュータに供給できる。

【符号の説明】

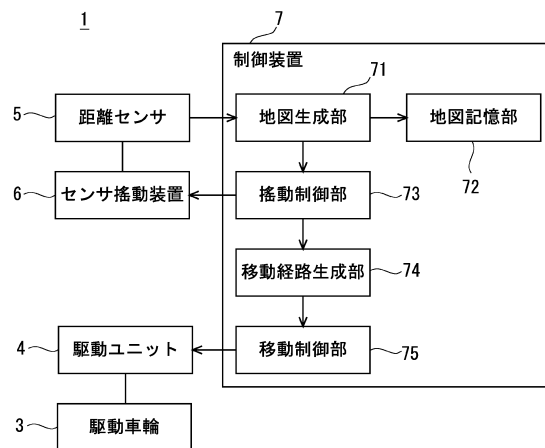
【0050】

- 1 自律移動体
- 2 移動体本体
- 3 駆動車輪
- 4 駆動ユニット
- 5 距離センサ
- 6 センサ揺動装置
- 7 制御装置
- 7 1 地図生成部
- 7 2 地図記憶部
- 7 3 揺動制御部
- 7 4 移動経路生成部
- 7 5 移動制御部

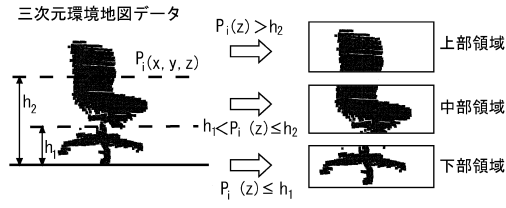
【図1】



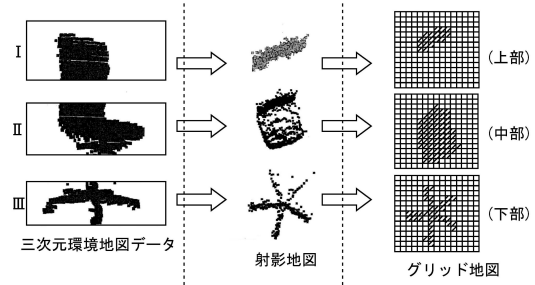
【図2】



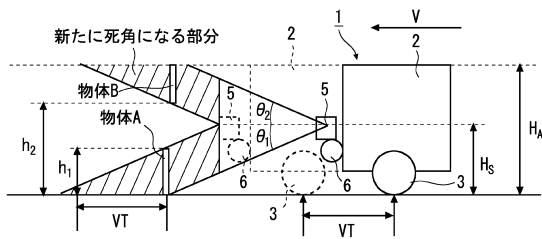
【図3】



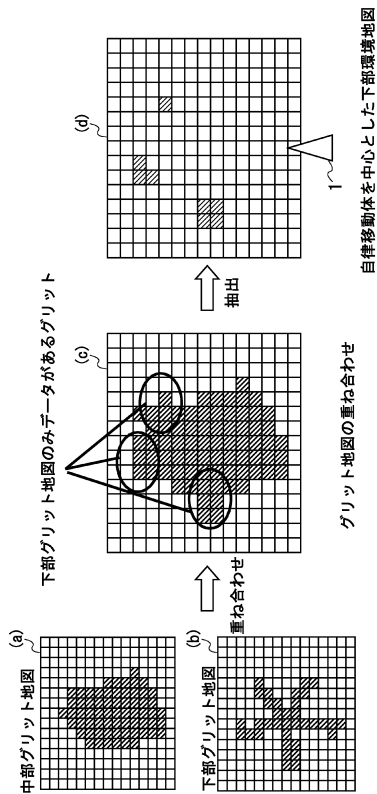
【図5】



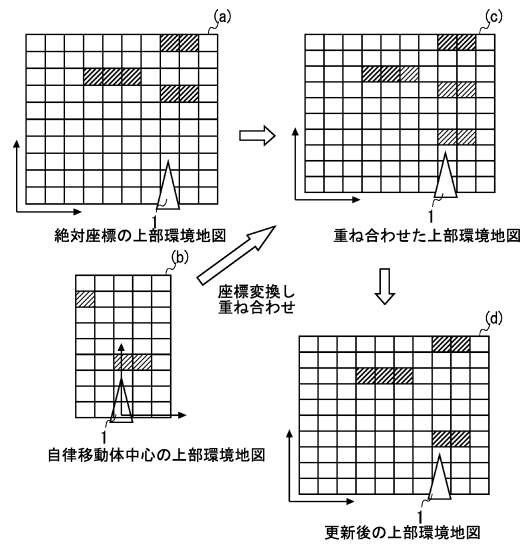
【図4】



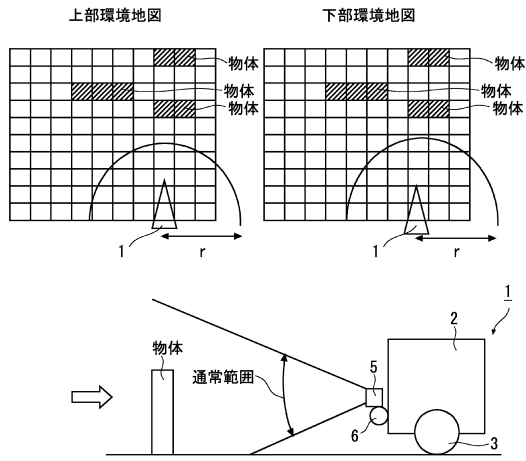
【図6】



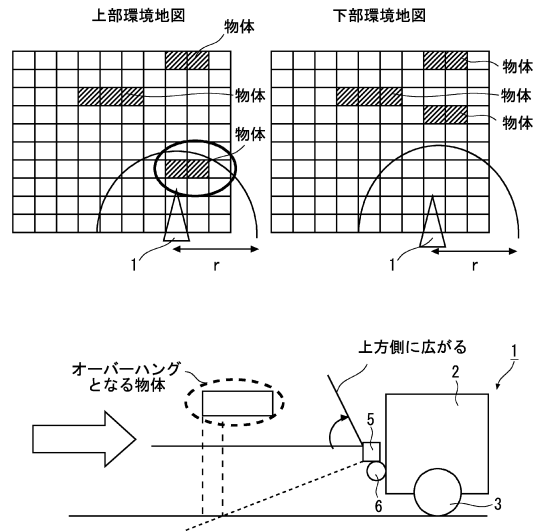
【図7】



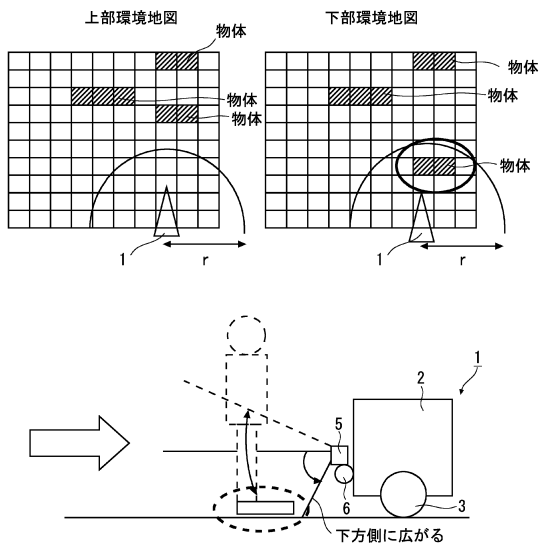
【 図 8 】



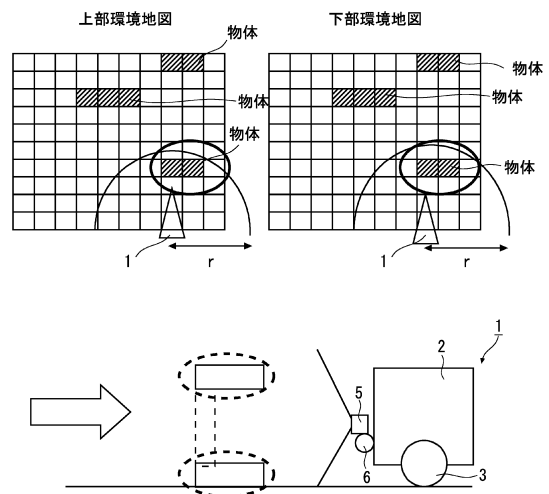
【 図 9 】



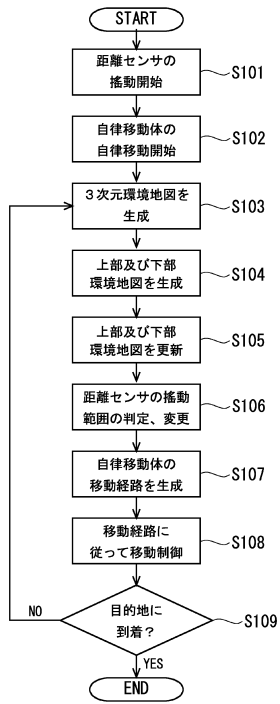
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-175066(JP,A)
特開2011-96170(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05D1/02