

(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2021-176052  
(P2021-176052A)

(43) 公開日 令和3年11月4日(2021.11.4)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G05D 1/02 (2020.01) G05D 1/02 J 5H301

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2020-81405(P2020-81405)  
(22) 出願日 令和2年5月1日(2020.5.1)

(71) 出願人 000003218  
株式会社豊田自動織機  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
(74) 代理人 100088155  
弁理士 長谷川 芳樹  
(74) 代理人 100113435  
弁理士 黒木 義樹  
(74) 代理人 100124062  
弁理士 三上 敬史  
(74) 代理人 100148013  
弁理士 中山 浩光  
(72) 発明者 小田 和孝  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

最終頁に続く

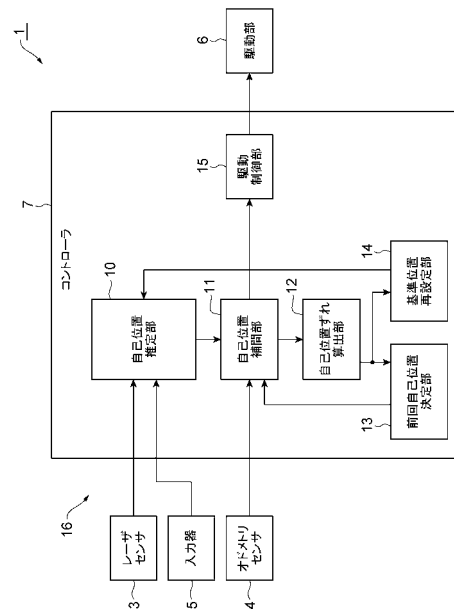
(54) 【発明の名称】 自己位置推定装置

(57) 【要約】

【課題】 移動体の自己位置推定値のずれの累積を抑制することができる自己位置推定装置を提供する。

【解決手段】 自己位置推定装置 16 は、移動体 2 から周囲に存在する物体までの距離を検出するレーザセンサ 3 と、移動体 2 の移動量を検出するオドメトリセンサ 4 と、レーザセンサ 3 の検出データと地図データとをマッチングさせて、移動体 2 の自己位置を推定する自己位置推定部 10 と、移動体 2 の移動量に基づいて移動体 2 の自己位置を補間することで、移動体 2 の自己位置推定値を取得する自己位置補間部 11 と、移動体 2 の第 1 自己位置推定値と移動体 2 の第 2 自己位置推定値との差分を自己位置ずれ量として算出する自己位置ずれ算出部 12 と、移動体 2 の自己位置の推定を開始する際の移動体 2 の基準位置を設定入力する入力器 5 と、自己位置ずれ量が閾値 B 以上であるときに、基準位置を再設定する基準位置再設定部 14 とを備える。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

移動体の走行時に前記移動体の自己位置の推定を行う自己位置推定装置において、  
前記移動体から前記移動体の周囲に存在する物体までの距離を検出する距離検出部と、  
前記移動体の移動量を検出する移動量検出部と、  
前記距離検出部の検出データと地図データとをマッチングさせて、前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部と、  
前記移動量検出部により検出された前記移動体の移動量に基づいて、前記自己位置推定部により推定された前記移動体の自己位置を補間することで、前記移動体の自己位置推定値を取得する自己位置補間部と、  
前記自己位置推定部により推定された前記移動体の最新自己位置が前記自己位置補間部により補間されることで取得された前記移動体の第 1 自己位置推定値と、前記移動体の前回自己位置が前記自己位置補間部により補間されることで取得された前記移動体の第 2 自己位置推定値との差分を自己位置ずれ量として算出する自己位置ずれ算出部と、  
前記自己位置ずれ算出部により算出された自己位置ずれ量に基づいて、前記自己位置ずれ算出部において次回使用される前記前回自己位置を決定する前回自己位置決定部と、  
前記自己位置推定部により前記移動体の自己位置の推定を開始する際の前記移動体の基準位置を設定入力する設定入力部と、  
前記自己位置ずれ算出部により算出された自己位置ずれ量が予め決められた第 1 閾値以上であるときに、前記基準位置を再設定する基準位置再設定部とを備え、  
前記自己位置推定部は、前記設定入力部により設定入力された前記基準位置に基づいて、前記移動体の自己位置の推定を開始すると共に、前記基準位置再設定部により前記基準位置が再設定されたときは、前記再設定された基準位置に基づいて、前記移動体の自己位置の推定を継続して行う自己位置推定装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記前回自己位置決定部は、前記自己位置ずれ量が予め決められた第 2 閾値以下であるときは、前記第 1 自己位置推定値を前記次回使用される前回自己位置として決定し、前記自己位置ずれ量が前記第 2 閾値よりも大きいときは、前記第 2 自己位置推定値を前記次回使用される前回自己位置として決定する請求項 1 記載の自己位置推定装置。

30

## 【請求項 3】

前記第 1 閾値は、前記第 2 閾値よりも小さい請求項 2 記載の自己位置推定装置。

## 【請求項 4】

前記基準位置再設定部は、前記自己位置ずれ量が前記第 1 閾値以上であるときに、前記基準位置を前記第 2 自己位置推定値または前記第 2 自己位置推定値に対応した位置に再設定する請求項 1 ~ 3 の何れか一項記載の自己位置推定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、自己位置推定装置に関する。

## 【背景技術】

40

## 【0002】

従来の自己位置推定装置としては、例えば特許文献 1 に記載されている技術が知られている。特許文献 1 に記載の自己位置推定装置は、自動搬送車の移動量を検出するエンコーダと、自動搬送車の周囲にレーザを照射し、壁や柱等で反射したレーザを受信することで、自動搬送車の周囲の環境情報を検出する外界センサと、自動搬送車の現在地及び目的地等の経路情報を入力する情報入力部と、エンコーダ及び外界センサの検出情報と情報入力部の入力情報とに基づいて、地図情報と環境情報とを参照する S L A M 手法を用いて、自動搬送車を自律走行させる C P U とを備えている。C P U は、自動搬送車の移動量に基づき自動搬送車の第 1 仮想値を演算し、特定環境情報に基づき、パーティクルフィルタによって自動搬送車の複数の第 2 仮想値を演算し、第 1 仮想値及び各第 2 仮想値から確定値を

50

決定し、その確定値に応じて自動搬送車を自律走行させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2018-13860号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来技術においては、以下の問題点が存在する。即ち、例えば移動体である自動搬送車の周囲の環境が変化することで、環境情報が地図情報と異なった状況になると、自動搬送車の自己位置の推定精度が低下する。その状態で、自動搬送車の走行を継続させると、自動搬送車の自己位置推定値のずれが累積されてしまう。

10

【0005】

本発明の目的は、移動体の自己位置推定値のずれの累積を抑制することができる自己位置推定装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、移動体の走行時に移動体の自己位置の推定を行う自己位置推定装置において、移動体から移動体の周囲に存在する物体までの距離を検出する距離検出部と、移動体の移動量を検出する移動量検出部と、距離検出部の検出データと地図データとをマッチングさせて、移動体の自己位置を推定する自己位置推定部と、移動量検出部により検出された移動体の移動量に基づいて、自己位置推定部により推定された移動体の自己位置を補間することで、移動体の自己位置推定値を取得する自己位置補間部と、自己位置推定部により推定された移動体の最新自己位置が自己位置補間部により補間されることで取得された移動体の第1自己位置推定値と、移動体の前回自己位置が自己位置補間部により補間されることで取得された移動体の第2自己位置推定値との差分を自己位置ずれ量として算出する自己位置ずれ算出部と、自己位置ずれ算出部により算出された自己位置ずれ量に基づいて、自己位置ずれ算出部において次回使用される前回自己位置を決定する前回自己位置決定部と、自己位置推定部により移動体の自己位置の推定を開始する際の移動体の基準位置を設定入力する設定入力部と、自己位置ずれ算出部により算出された自己位置ずれ量が予め決められた第1閾値以上であるときに、基準位置を再設定する基準位置再設定部とを備え、自己位置推定部は、設定入力部により設定入力された基準位置に基づいて、移動体の自己位置の推定を開始すると共に、基準位置再設定部により基準位置が再設定されたときは、再設定された基準位置に基づいて、移動体の自己位置の推定を継続して行う。

20

30

【0007】

このような自己位置推定装置においては、距離検出部によって移動体から移動体の周囲に存在する物体までの距離が検出され、その検出データと地図データとのマッチングにより移動体の自己位置が推定される。また、移動量検出部によって移動体の移動量が検出され、その移動体の移動量に基づいて移動体の自己位置が補間されることで、移動体の自己位置推定値が取得される。そして、移動体の最新自己位置が補間されることで取得された移動体の第1自己位置推定値と、移動体の前回自己位置が補間されることで取得された移動体の第2自己位置推定値との差分が自己位置ずれ量として算出される。そして、自己位置ずれ量に基づいて、次回使用される前回自己位置が決定される。ここで、移動体の自己位置の推定は、設定入力部により設定入力された基準位置に基づいて開始される。移動体の自己位置の推定が開始された後は、上記の自己位置ずれ量が第1閾値以上になると、基準位置が再設定される。そして、再設定された基準位置に基づいて、移動体の自己位置の推定が継続して行われる。このため、検出データと地図データとのマッチングによる移動体の自己位置の推定精度が低下しやすい状況になっても、移動体の自己位置推定値が正しい位置に近づきやすくなる。これにより、移動体の自己位置推定値のずれの累積が抑制される。

40

50

## 【0008】

前回自己位置決定部は、自己位置ずれ量が予め決められた第2閾値以下であるときは、第1自己位置推定値を次回使用される前回自己位置として決定し、自己位置ずれ量が第2閾値よりも大きいときは、第2自己位置推定値を次回使用される前回自己位置として決定してもよい。このような構成では、第1自己位置推定値と第2自己位置推定値との誤差に関わらず、適切な前回自己位置が得られる。従って、移動体の自己位置推定値のずれの累積が更に抑制される。

## 【0009】

第1閾値は、第2閾値よりも小さくてもよい。このような構成では、第1自己位置推定値と第2自己位置推定値との誤差が増加すると、早い段階で基準位置が再設定されることになる。従って、移動体の自己位置の推定ずれの累積が一層抑制される。

10

## 【0010】

基準位置再設定部は、自己位置ずれ量が第1閾値以上であるときに、基準位置を第2自己位置推定値または第2自己位置推定値に対応した位置に再設定してもよい。このような構成では、移動体の前回自己位置が補間されることで取得された第2自己位置推定値または第2自己位置推定値に対応した位置が基準位置として使用されるため、適切な基準位置が容易に得られる。

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明によれば、移動体の自己位置推定値のずれの累積を抑制することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係る自己位置推定装置を備えた走行制御装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】第1自己位置推定値及び第2自己位置推定値を示す概念図である。

【図3】図1に示された前回自己位置決定部により実行される決定処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】図3に示された決定処理において使用される閾値Aを第1自己位置推定値及び第2自己位置推定値と共に示す概念図である。

【図5】図1に示された基準位置再設定部により実行される再設定処理の手順を示すフローチャートである。

30

【図6】図5に示された再設定処理において使用される閾値Bを閾値A、第1自己位置推定値及び第2自己位置推定値と共に示す概念図である。

【図7】図1に示された自己位置推定部により実行される自己位置推定処理の手順の詳細を示すフローチャートである。

【図8】自己位置の推定精度が低下していない状態と自己位置の推定精度が低下した状態とで、時間経過に従って前回自己位置が決定される様子を第1自己位置推定値、第2自己位置推定値及び真値と共に示す概念図である。

【図9】自己位置の推定精度が低下した状態において移動体の基準位置が再設定されるときに、時間経過に従って前回自己位置が決定される様子を第1自己位置推定値、第2自己位置推定値及び真値と共に示す概念図である。

40

【図10】図3に示された決定処理の手順の変形例を示すフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

## 【0014】

図1は、本発明の一実施形態に係る自己位置推定装置を備えた走行制御装置の構成を概略的に示すブロック図である。図1において、走行制御装置1は、例えばフォークリフト等の移動体2（図2参照）を目的地まで自動的に走行させる装置である。走行制御装置1は、移動体2に搭載されている。

50

## 【 0 0 1 5 】

走行制御装置 1 は、レーザセンサ 3 と、オドメトリセンサ 4 と、入力器 5 と、駆動部 6 と、コントローラ 7 とを備えている。

## 【 0 0 1 6 】

レーザセンサ 3 は、レーザ光を用いて、移動体 2 から移動体 2 の周囲に存在する物体までの距離を検出する距離検出部である。レーザセンサ 3 は、移動体 2 の周囲にレーザ光を照射し、そのレーザ光の反射光を受光することにより、移動体 2 の周囲に存在する物体までの距離を検出する。物体は、壁や柱等であり、地図データ（後述）に登録されている。レーザセンサ 3 としては、例えばレーザレンジファインダが使用される。レーザセンサ 3 から照射されるレーザ光としては、2 D レーザでもよいし、3 D レーザでもよい。

10

## 【 0 0 1 7 】

オドメトリセンサ 4 は、移動体 2 の移動量を検出する移動量検出部である。オドメトリセンサ 4 としては、例えば移動体 2 の車輪の回転角度を計測することにより、移動体 2 の移動量を検出するエンコーダ等が使用される。

## 【 0 0 1 8 】

入力器 5 は、ユーザが移動体 2 の基準位置を含む各種情報を入力するための機器である。ここでの基準位置は、後述する自己位置推定部 1 0 により移動体 2 の自己位置の推定を開始する際の移動体 2 の初期位置である。基準位置は、2 次元座標（X Y 座標）及び向きで表される。ユーザは、入力器 5 によって基準位置の 2 次元座標及び向きを直接入力する。入力器 5 は、移動体 2 の基準位置を設定入力する設定入力部を構成している。

20

## 【 0 0 1 9 】

駆動部 6 は、特に図示はしないが、移動体 2 の車輪を回転させる走行モータと、移動体 2 の車輪を転舵させる操舵モータとを有している。

## 【 0 0 2 0 】

コントローラ 7 は、CPU、RAM、ROM 及び入出力インターフェース等により構成されている。コントローラ 7 は、自己位置推定部 1 0 と、自己位置補間部 1 1 と、自己位置ずれ算出部 1 2 と、前回自己位置決定部 1 3 と、基準位置再設定部 1 4 と、駆動制御部 1 5 とを有している。

## 【 0 0 2 1 】

ここで、レーザセンサ 3、オドメトリセンサ 4、入力器 5、自己位置推定部 1 0、自己位置補間部 1 1、自己位置ずれ算出部 1 2、前回自己位置決定部 1 3 及び基準位置再設定部 1 4 は、本実施形態の自己位置推定装置 1 6 を構成している。自己位置推定装置 1 6 は、移動体 2 の走行時に移動体 2 の自己位置の推定を行う装置である。

30

## 【 0 0 2 2 】

自己位置推定部 1 0 は、レーザセンサ 3 の検出データと移動体 2 の周囲環境の地図データとを用いて、移動体 2 の自己位置を推定する。自己位置推定部 1 0 は、レーザ S L A M（simultaneous localization and mapping）手法を用いて、移動体 2 の自己位置を推定する。S L A M は、センサデータ及び地図データを使って自己位置推定を行う自己位置推定技術である。S L A M は、センサデータを利用して、自己位置推定と環境地図の作成とを同時に行う。

40

## 【 0 0 2 3 】

具体的には、自己位置推定部 1 0 は、レーザセンサ 3 の検出データと移動体 2 の周囲環境の地図データとをマッチングさせて、移動体 2 の自己位置の推定演算を行う。このとき、自己位置推定部 1 0 は、入力器 5 により設定入力された初期位置（基準位置）に基づいて、移動体 2 の自己位置の推定を開始する。なお、移動体 2 の自己位置は、2 次元座標及び向きで表される。

## 【 0 0 2 4 】

自己位置推定部 1 0 による移動体 2 の自己位置の推定演算には時間がかかるため、移動体 2 の自己位置の推定演算が行われている間にも移動体 2 が移動してしまう。従って、自己位置推定部 1 0 により移動体 2 の自己位置の推定演算が行われている間に移動体 2 が進

50

んだ距離を補間する必要がある。

【 0 0 2 5 】

自己位置補間部 1 1 は、オドメトリセンサ 4 により検出された移動体 2 の移動量に基づいて、自己位置推定部 1 0 により推定された移動体 2 の自己位置を補間することで、移動体 2 の自己位置推定値を取得する。具体的には、自己位置補間部 1 1 は、自己位置推定部 1 0 により推定された移動体 2 の自己位置に、オドメトリセンサ 4 により検出された移動体 2 の移動量を加算することにより、移動体 2 の自己位置を補間する（下記の（A）式及び（B）式参照）。

【 0 0 2 6 】

自己位置ずれ算出部 1 2 は、移動体 2 の第 1 自己位置推定値と移動体 2 の第 2 自己位置推定値との差分を自己位置ずれ量として算出する。 10

【 0 0 2 7 】

第 1 自己位置推定値は、自己位置推定部 1 0 により直近に推定された移動体 2 の最新自己位置が自己位置補間部 1 1 により補間されることで取得された自己位置推定値である。具体的には、第 1 自己位置推定値は、移動体 2 の最新自己位置の推定演算が行われている間に移動体 2 が進んだ移動量だけ移動体 2 の最新自己位置が補間されることで取得される。

【 0 0 2 8 】

第 2 自己位置推定値は、移動体 2 の前回自己位置が自己位置補間部 1 1 により補間されることで取得された自己位置推定値である。前回自己位置は、自己位置推定部 1 0 により直近以前に推定された移動体 2 の自己位置が自己位置補間部 1 1 により補間されることで取得される。具体的には、第 2 自己位置推定値は、移動体 2 の前回自己位置の推定演算が行われたときから移動体 2 の最新自己位置の推定演算が行われている間に移動体 2 が進んだ移動量だけ移動体 2 の前回自己位置が補間されることで取得される。 20

【 0 0 2 9 】

例えば図 2 に示されるように、時刻  $t_1$  において自己位置推定部 1 0 により今周期（直近）に推定された移動体 2 の最新自己位置を  $x_1$  とし、オドメトリセンサ 4 により検出された移動体 2 の移動量を  $x_{12}$  とすると、時刻  $t_2$  における第 1 自己位置推定値  $x_{2a}$  は下記式で表される。

$$x_{2a} = x_1 + x_{12} \quad \dots (A)$$

30

【 0 0 3 0 】

一方、時刻  $t_0$  における移動体 2 の前回自己位置を  $x_0$  とし、オドメトリセンサに 4 より検出された移動体 2 の移動量を  $x_{02}$  とすると、時刻  $t_2$  における第 2 自己位置推定値  $x_{2b}$  は下記式で表される。なお、前回自己位置  $x_0$  は、自己位置推定部 1 0 により前周期（直近以前）に推定された移動体 2 の自己位置が自己位置補間部 1 1 により補間されることで取得された自己位置である。

$$x_{2b} = x_0 + x_{02} \quad \dots (B)$$

【 0 0 3 1 】

そして、自己位置ずれ量  $d$  は、下記式の絶対値で表される。

$$d = x_{2a} - x_{2b} \quad \dots (C)$$

40

【 0 0 3 2 】

前回自己位置決定部 1 3 は、自己位置ずれ算出部 1 2 により算出された自己位置ずれ量  $d$  に基づいて、自己位置ずれ算出部 1 2 において次回使用される前回自己位置を決定する。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、前回自己位置決定部 1 3 により実行される決定処理の手順を示すフローチャートである。図 3 において、前回自己位置決定部 1 3 は、まず自己位置ずれ算出部 1 2 により算出された自己位置ずれ量  $d$  を取得する（手順 S 1 0 1）。

【 0 0 3 4 】

続いて、前回自己位置決定部 1 3 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $A$  以下であるかどうかを 50

判断する（手順 S 1 0 2）。閾値 A は、予め決められた第 2 閾値である。

【 0 0 3 5 】

前回自己位置決定部 1 3 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値 A 以下であると判断したときは、第 1 自己位置推定値を前回自己位置に決定する（手順 S 1 0 3）。従って、図 4（a）に示されるように、第 1 自己位置推定値 P と第 2 自己位置推定値 Q との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値 A 以下であるときは、第 1 自己位置推定値 P が妥当であると判定され、前回自己位置が第 1 自己位置推定値 P に更新される。

【 0 0 3 6 】

前回自己位置決定部 1 3 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値 A よりも大きいと判断したときは、第 2 自己位置推定値を前回自己位置に決定する（手順 S 1 0 4）。従って、図 4（b）に示されるように、第 1 自己位置推定値 P と第 2 自己位置推定値 Q との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値 A よりも大きいときは、第 1 自己位置推定値 P が妥当でないと判定される。このため、前回自己位置は、更新されずに第 2 自己位置推定値 Q のままとする。

10

【 0 0 3 7 】

基準位置再設定部 1 4 は、自己位置ずれ算出部 1 2 により算出された自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B 以上であるときに、移動体 2 の基準位置を再設定する。つまり、基準位置再設定部 1 4 は、自己位置推定部 1 0 による移動体 2 の自己位置の推定処理をリセットする。

【 0 0 3 8 】

図 5 は、基準位置再設定部 1 4 により実行される再設定処理の手順を示すフローチャートである。図 5 において、基準位置再設定部 1 4 は、まず自己位置ずれ算出部 1 2 により算出された自己位置ずれ量  $d$  を取得する（手順 S 1 1 1）。

20

【 0 0 3 9 】

続いて、基準位置再設定部 1 4 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B 以上であるかどうかを判断する（手順 S 1 1 2）。閾値 B は、予め決められた第 1 閾値である。閾値 B は、図 6 に示されるように、閾値 A よりも小さい値である。

【 0 0 4 0 】

基準位置再設定部 1 4 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B 以上であると判断したときは、移動体 2 の基準位置を第 2 自己位置推定値に再設定する（手順 S 1 1 3）。基準位置再設定部 1 4 は、自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B よりも小さいと判断したときは、手順 S 1 1 3 を実行しない。

30

【 0 0 4 1 】

従って、図 6（a）に示されるように、第 1 自己位置推定値 P と第 2 自己位置推定値 Q との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B よりも小さいときは、基準位置の再設定処理は実施されない。一方、図 6（b）に示されるように、第 1 自己位置推定値 P と第 2 自己位置推定値 Q との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値 B 以上であるときは、基準位置の再設定処理が実施される。

【 0 0 4 2 】

駆動制御部 1 5 は、自己位置補間部 1 1 により得られた補間後の移動体 2 の自己位置に基づいて、移動体 2 を目的地に向けて走行させるように駆動部 6 を制御する。

【 0 0 4 3 】

上記の自己位置推定部 1 0 は、入力器 5 により設定入力された基準位置に基づいて、移動体 2 の自己位置の推定を開始すると共に、基準位置再設定部 1 4 により基準位置が再設定されたときは、再設定された基準位置に基づいて、移動体 2 の自己位置の推定を継続して行う。

40

【 0 0 4 4 】

図 7 は、自己位置推定部 1 0 により実行される自己位置推定処理の手順の詳細を示すフローチャートである。図 7 において、自己位置推定部 1 0 は、まず入力器 5 により移動体 2 の初期位置（基準位置）が設定入力されたかどうかを判断する（手順 S 1 2 1）。

【 0 0 4 5 】

自己位置推定部 1 0 は、入力器 5 により移動体 2 の初期位置が設定入力されたと判断し

50

たときは、初期位置に基づいて、上述した移動体 2 の自己位置の推定演算を開始する（手順 S 1 2 2）。

【 0 0 4 6 】

続いて、自己位置推定部 1 0 は、基準位置再設定部 1 4 により移動体 2 の基準位置が再設定されたかどうかを判断する（手順 S 1 2 3）。自己位置推定部 1 0 は、基準位置再設定部 1 4 により基準位置が再設定されたと判断したときは、再設定された新しい基準位置に基づいて、上述した移動体 2 の自己位置の推定を継続して行う（手順 S 1 2 4）。そして、自己位置推定部 1 0 は、手順 S 1 2 3 を再度実行する。

【 0 0 4 7 】

自己位置推定部 1 0 は、基準位置再設定部 1 4 により基準位置が再設定されていないと判断したときは、再設定されていない現在の基準位置に基づいて、上述した移動体 2 の自己位置の推定を継続して行う（手順 S 1 2 5）。そして、自己位置推定部 1 0 は、手順 S 1 2 3 を再度実行する。

10

【 0 0 4 8 】

以上のような自己位置推定装置 1 6 において、図 8 ( a ) に示されるように、時刻  $t_0$  で得られた第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $A$  以下であるときは、第 1 自己位置推定値  $P$  が次周期 ( $t_1$ ) で使用される基準位置として採用される。そして、時刻  $t_1$  で得られた第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との自己位置ずれ量  $d$  も閾値  $A$  以下であるときは、第 1 自己位置推定値  $P$  が次周期 ( $t_2$ ) で使用される基準位置として採用される。なお、図 8 中の菱形印は、実際の移動体 2 の自己位置である真値  $R$  を表している。ただし、コントローラ 7 による処理では、真値  $R$  は不明である。

20

【 0 0 4 9 】

しかし、例えば移動体 2 の周囲の環境が変化することで、移動体 2 の周囲の環境が地図データと異なった状況になると、移動体 2 の自己位置の推定精度が悪くなる。この場合には、第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が累積されるため、不適切な基準位置が採用されることがある。

【 0 0 5 0 】

例えば図 8 ( b ) に示されるように、時刻  $t_1$  で得られた第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $A$  以下であるために、第 1 自己位置推定値  $P$  が次周期 ( $t_2$ ) で使用される基準位置として採用されても、時刻  $t_2$  で得られた第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $A$  よりも大きくなることがある。この場合には、真値  $R$  に近い第 1 自己位置推定値  $P$  が得られているにも関わらず、第 1 自己位置推定値  $P$  が基準位置として採用されない。このように自己位置ずれ量  $d$  が累積すると、移動体 2 の自己位置推定値を正しい位置に戻すことができなくなる。

30

【 0 0 5 1 】

しかし、本実施形態では、図 9 に示されるように、時刻  $t_0$  で得られた第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $B$  以上であるときは、移動体 2 の基準位置が第 2 自己位置推定値  $Q$  に再設定される。そして、再設定された基準位置に基づいて、移動体 2 の自己位置の推定が継続して実施される。

40

【 0 0 5 2 】

すると、時刻  $t_1$  において、真値  $R$  に近い第 1 自己位置推定値  $P$  が得られ、第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との差分である自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $B$  よりも小さくなる。そして、時刻  $t_2$  においても、真値  $R$  に更に近い第 1 自己位置推定値  $P$  が得られ、第 1 自己位置推定値  $P$  と第 2 自己位置推定値  $Q$  との自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $B$  よりも小さくなる。これにより、移動体 2 の周囲環境の変化等によって移動体 2 の自己位置の推定精度が悪くなくても、移動体 2 の自己位置推定値を正しい位置に戻すことができる。

【 0 0 5 3 】

以上のように本実施形態によれば、レーザセンサ 3 によって移動体 2 から移動体 2 の周

50

圏に存在する物体までの距離が検出され、その検出データと地図データとのマッチングにより移動体 2 の自己位置が推定される。また、オドメトリセンサ 4 によって移動体 2 の移動量が検出され、その移動体の移動量に基づいて移動体 2 の自己位置が補間されることで、移動体 2 の自己位置推定値が取得される。そして、移動体 2 の最新自己位置が補間されることで取得された移動体 2 の第 1 自己位置推定値と、移動体 2 の前回自己位置が補間されることで取得された移動体 2 の第 2 自己位置推定値との差分が自己位置ずれ量として算出される。そして、自己位置ずれ量に基づいて、次回使用される前回自己位置が決定される。ここで、移動体 2 の自己位置の推定は、入力器 5 により設定入力された基準位置に基づいて開始される。移動体 2 の自己位置の推定が開始された後は、上記の自己位置ずれ量が閾値 B 以下になると、基準位置が再設定される。そして、再設定された基準位置に基づいて、移動体 2 の自己位置の推定が継続して行われる。このため、検出データと地図データとのマッチングによる移動体 2 の自己位置の推定精度が低下しやすい状況になっても、移動体 2 の自己位置推定値が正しい位置に近づきやすくなる。これにより、移動体 2 の自己位置推定値のずれの累積が抑制される。その結果、移動体 2 の自己位置の推定精度が良い状態で、移動体 2 の走行を継続させることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 0 5 4 】**

また、本実施形態では、自己位置ずれ量が閾値 A 以下であるときは、第 1 自己位置推定値が次回使用される前回自己位置として決定され、自己位置ずれ量が閾値 A よりも大きいときは、第 2 自己位置推定値が次回使用される前回自己位置として決定される。このため、第 1 自己位置推定値と第 2 自己位置推定値との誤差に関わらず、適切な前回自己位置が得られる。従って、移動体 2 の自己位置推定値のずれの累積が更に抑制される。

**【 0 0 5 5 】**

また、本実施形態では、閾値 B は閾値 A よりも小さいので、第 1 自己位置推定値と第 2 自己位置推定値との誤差が増加すると、早い段階で基準位置が再設定されることになる。従って、移動体 2 の自己位置の推定ずれの累積が一層抑制される。

**【 0 0 5 6 】**

また、本実施形態では、自己位置ずれ量が閾値 B 以上であるときに、基準位置が第 2 自己位置推定値に再設定される。このように移動体 2 の前回自己位置が補間されることで取得された第 2 自己位置推定値が基準位置として使用されるため、適切な基準位置が容易に得られる。

**【 0 0 5 7 】**

なお、本発明は、上記実施形態には限定されない。例えば上記実施形態では、閾値 B は閾値 A よりも小さいが、特にその形態には限られず、閾値 B は閾値 A と等しくてもよいし、或いは閾値 B は閾値 A よりも大きくてもよい。

**【 0 0 5 8 】**

また、上記実施形態では、入力器 5 により移動体 2 の初期位置（基準位置）が設定入力されているが、特にそのような形態には限られない。例えば、コントローラ 7 は、移動体 2 の初期位置と関連付けられた番号等の特定情報を記憶する記憶部と、入力器 5 により入力された特定情報に応じた初期位置を記憶部から読み出して設定する設定部とを有していてもよい。この場合には、入力器 5、記憶部及び設定部が、上記の設定入力部を構成する。

**【 0 0 5 9 】**

また、上記実施形態では、移動体 2 の第 1 自己位置推定値 P と移動体 2 の第 2 自己位置推定値 Q との差分である自己位置ずれ量 d が閾値 A 以下であるときは、第 1 自己位置推定値 P が前回自己位置に決定され、自己位置ずれ量 d が閾値 A よりも大きいときは、第 2 自己位置推定値 Q が前回自己位置に決定されているが、その処理に加えて、移動体 2 の自己位置推定の信頼度に応じて前回自己位置を決定してもよい。

**【 0 0 6 0 】**

図 10 は、図 3 に示された決定処理の手順の変形例を示すフローチャートである。図 10 において、前回自己位置決定部 13 は、上記の手順 S101 を実行した後、自己位置推

定部 10 による移動体 2 の自己位置推定の信頼度が高いかどうかを判断する（手順 S 107）。

【0061】

このとき、前回自己位置決定部 13 は、例えばレーザセンサ 3 の検出データに基づいて移動体 2 の複数の自己位置候補点の分散値を算出する。そして、前回自己位置決定部 13 は、複数の自己位置候補点の分散値が予め決められた閾値以上であるときは、移動体 2 の自己位置精度が高いと判定し、複数の自己位置候補点の分散値が閾値以上よりも低いときは、移動体 2 の自己位置精度が低いと判定する。

【0062】

前回自己位置決定部 13 は、移動体 2 の自己位置推定の信頼度が高いと判断したときは、上記の手順 S 102 を実行する。このため、移動体 2 の自己位置推定の信頼度が高い場合に、自己位置ずれ量  $d$  が閾値  $A$  以下であるときは、第 1 自己位置推定値が前回自己位置に決定される。前回自己位置決定部 13 は、移動体 2 の自己位置推定の信頼度が低いと判断したときは、上記の手順 S 104 を実行する。このため、移動体 2 の自己位置推定の信頼度が低いときは、自己位置ずれ量  $d$  に関わらず、第 2 自己位置推定値が前回自己位置に決定される。

10

【0063】

また、上記実施形態では、レーザセンサ 3 の検出データと地図データとをマッチングさせて、移動体 2 の自己位置の推定演算を行っているが、そのようなレーザセンサ 3 の検出データと地図データとのマッチングに加えて、オドメトリセンサ 4 により検出された移動体 2 の移動量に基づいて、例えばパーティクルフィルタと呼ばれる時系列データの予測手法を用いて、移動体 2 の自己位置を確率的に推定してもよい。パーティクルフィルタでは、現状態から起こりうる多数の次状態を多数のパーティクルで表現し、全パーティクルの尤度（追跡したい対象物らしさ）に従って算出された重みつき平均を次状態であると推測して追跡を行う。

20

【0064】

また、上記実施形態では、基準位置再設定部 14 において、基準位置が第 2 自己位置推定値に再設定されているが、特にその形態には限られず、基準位置を第 2 自己位置推定値に対応した位置に再設定してもよい。例えば、上記のパーティクルフィルタを用いて移動体 2 の自己位置を推定する場合には、第 2 自己位置推定値を基準としてパーティクルの数を変更して移動体 2 の自己位置を再計算し、その計算結果を基準位置として再設定してもよい。

30

【0065】

また、上記実施形態では、オドメトリセンサ 4 により移動体 2 の移動量が検出されているが、特にオドメトリセンサ 4 には限られず、移動体 2 の角速度及び加速度を計測する慣性計測ユニットを使用し、慣性計測ユニットの計測値を用いて移動体 2 の移動量を検出してもよい。

【0066】

また、上記実施形態では、レーザセンサ 3 の検出データを使用したレーザ SLAM によって、移動体 2 の自己位置が推定されているが、特にレーザ SLAM には限られず、例えば移動体 2 の周囲を撮像するカメラの画像データを使用した画像 SLAM によって、移動体 2 の自己位置を推定してもよい。

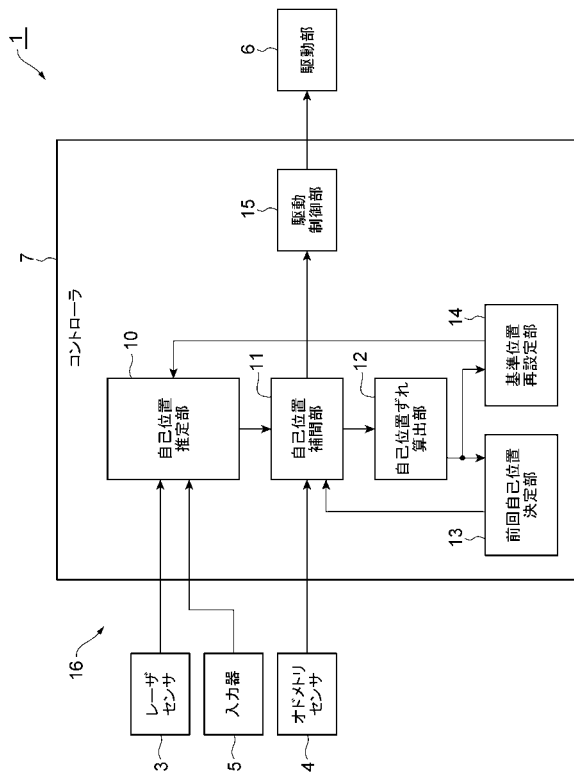
40

【符号の説明】

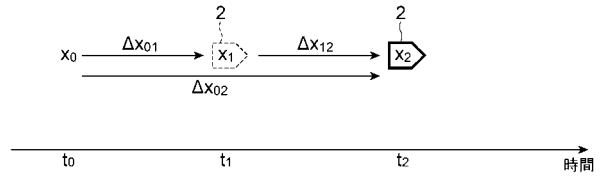
【0067】

2 ... 移動体、3 ... レーザセンサ（距離検出部）、4 ... オドメトリセンサ（移動量検出部）、5 ... 入力器（設定入力部）、10 ... 自己位置推定部、11 ... 自己位置補間部、12 ... 自己位置ずれ算出部、13 ... 前回自己位置決定部、14 ... 基準位置再設定部、16 ... 自己位置推定装置、A ... 閾値（第 2 閾値）、B ... 閾値（第 1 閾値）、P ... 第 1 自己位置推定値、Q ... 第 2 自己位置推定値。

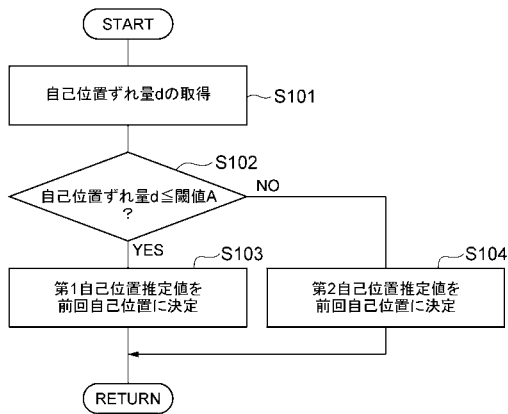
【 図 1 】



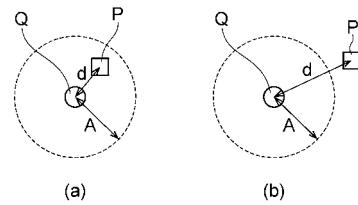
【 図 2 】



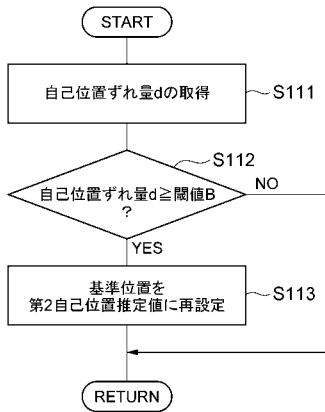
【 図 3 】



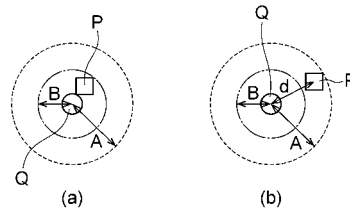
【 図 4 】



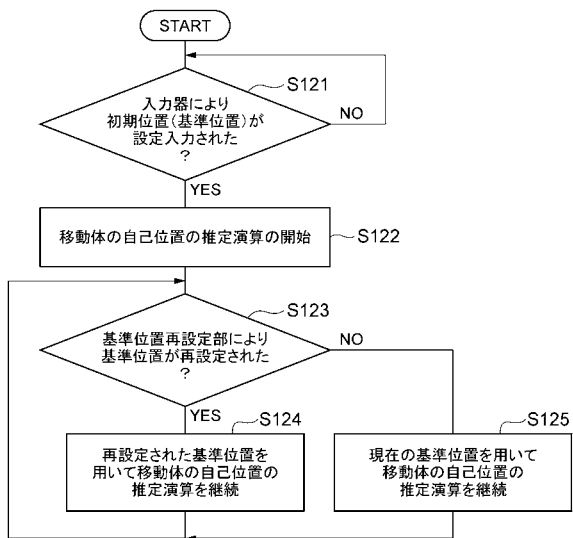
【 図 5 】



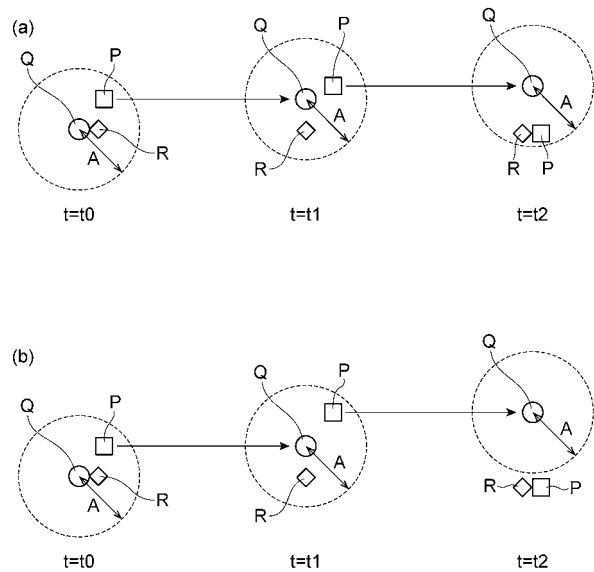
【 図 6 】



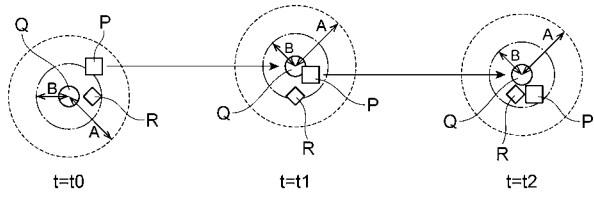
【 図 7 】



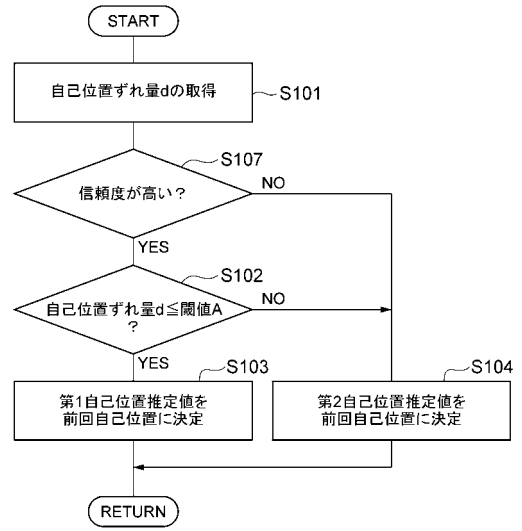
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 祐太

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB07 CC03 CC06 CC10 FF10 GG08 GG12