

明 細 書

発明の名称：

自己位置推定装置、自動運転車両、および自己位置推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、自己位置推定装置、自動運転車両、および自己位置推定方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、大型の設備内において、荷物等を搬送するために無人搬送車（Automatic Guided Vehicle：AGV）が多く用いられている。AGVを用いる設備の一例として、湾岸設備であるコンテナターミナルがある。コンテナターミナル構内では、海上輸送のために一時的に保管するコンテナをAGVが搬送している。

[0003] 一般的に、コンテナターミナル構内で用いられるAGVは、自装置内に備えた電波送信器から電波を発信し、地面の所定位置に予め埋め込まれた電波応答器からの応答を利用してトランスポンダ方式により自己位置を推定している。しかし、AGVがトランスポンダ方式の技術を用いるには、予めコンテナターミナル構内の所定位置に電波応答器を設置しておく必要があり、設備の構築に手間がかかる。

[0004] これに対し、AGVが、予め生成された設備内の地図情報と、LiDAR（Light Detection And Ranging）で取得した周囲の環境情報とを用いることで、簡易な処理で自己位置を推定することができる。AGVは、推定した自己位置の情報に基づいて、所定の目的地まで走行することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-169845号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] コンテナターミナル構内における各コンテナの保管は一時的なものであり、構内のコンテナ保管状況は時々刻々と変化する。そのため、コンテナターミナル構内で上述したような地図情報と環境情報とを用いた自己位置推定処理を行うには、AGVが、構内のコンテナ保管状況の変化に応じて利用対象とする地図情報を適宜更新する必要がある。
- [0007] これに対応するための技術として、移動体が自己位置推定と地図情報の生成とを同時に行うSLAM (Simultaneous Localization and Mapping) がある。SLAM技術を用いることで、AGVは走行を行いながら自己位置推定と周囲の地図情報の生成とを行うことができる。
- [0008] しかし、コンテナターミナル構内は上述したようにコンテナ保管状況が頻繁に変化するため、AGVがSLAM技術を用いてこの変化を検出した場合に、地図情報を更新すべきか、自己位置推定値を補正すべきかを正しく判断できない場合がある。そのため、コンテナ保管状況が変化したにもかかわらずAGVが自己位置推定値を補正してしまうと、正確な自己位置推定を行うことができず、AGVが適切な走行を行うことができない場合がある。
- [0009] 本開示は、所定形状の物体が保管された設備内で、簡易に且つ精度良く自己位置を推定することが可能な自己位置推定装置、自動運転車両、および自己位置推定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 本開示の一実施形態に係る自己位置推定装置は、物体の形状情報および保管設備内における前記物体の保管状況情報に基づいて生成された、前記保管設備内の地図情報を取得する地図情報取得部と、周囲の環境情報を取得する環境情報取得部と、前記地図情報取得部で取得した地図情報および前記環境情報取得部で取得した環境情報に基づいて、自己位置を推定する自己位置推定部とを備える。
- [0011] 前記自己位置推定装置は、前記物体の前記形状情報および前記保管設備内における前記物体の前記保管状況情報を管理する保管設備管理装置に通信可能に接続されて前記保管設備内を移動する移動体に搭載され、前記地図情報

取得部は、前記保管設備管理装置で管理されている前記物体の前記形状情報および前記保管設備内における前記保管状況情報に基づいて、前記保管設備管理装置、前記移動体、または前記保管設備管理装置と前記自己位置推定装置とに通信可能に接続された地図情報生成装置で生成された地図情報を取得し、前記環境情報取得部は、前記移動体の周囲の環境情報を取得し、前記自己位置推定部は、前記自己位置として、前記移動体の位置を推定してもよい。

[0012] 前記保管設備は、前記物体を保管する複数の保管スペースを有し、前記物体の前記保管状況情報は、前記複数の保管スペースのそれぞれの位置情報および前記複数の保管スペースのそれぞれに保管されている前記物体の数の情報を含んでもよい。

[0013] 本開示の一実施形態に係る自動運転車両は、上記の自己位置推定装置と、前記自動運転車両を移動させる移動機構部と、前記自己位置推定装置で推定された自己位置に基づいて前記自動運転車両が所定の経路上を移動するように前記移動機構部を制御する走行制御部とを備える。

[0014] 本開示の一実施形態に係る自己位置推定方法は、物体の形状情報および保管設備内における前記物体の保管状況情報に基づいて生成された前記保管設備内の地図情報を取得することと、周囲の環境情報を取得することと、取得した前記地図情報および前記環境情報に基づいて自己位置を推定することとを備える。

発明の効果

[0015] 本開示によれば、所定形状の物体が保管された設備内で、簡易に且つ精度良く自己位置を推定することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、第1～第3実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの構成を示す全体図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの構成を示すブロック図である。

[図3A]図3 Aは、第1実施形態に係る自己位置推定装置に接続されたコンテナ管理装置に記憶される、コンテナターミナル構内の保管スペースごとの座標情報の一例である。

[図3B]図3 Bは、第1実施形態に係る自己位置推定装置に接続されたコンテナ管理装置に記憶される、コンテナターミナル構内の保管スペースごとの現在保管されているコンテナの種別および個数の情報の一例である。

[図3C]図3 Cは、第1実施形態に係る自己位置推定装置に接続されたコンテナ管理装置に記憶される、コンテナターミナル構内の各クレーン装置の座標情報の一例である。

[図4]図4は、第1実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの動作を示すシーケンス図である。

[図5]図5は、第2実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの構成を示すブロック図である。

[図6]図6は、第2実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの動作を示すシーケンス図である。

[図7]図7は、第3実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの構成を示すブロック図である。

[図8]図8は、第3実施形態に係る自己位置推定装置を用いたコンテナ管理システムの動作を示すシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に、コンテナターミナル（保管設備）構内で、本開示に係る自己位置推定装置が搭載された自動運転車両（移動体）であるAGV（Automatic Guided Vehicle）の動作を管理するコンテナ管理システム（保管設備管理システム）について、図面を用いて説明する。コンテナターミナルは、搬入されたコンテナ（物体）を一時保管する設備である。

[0018] （第1実施形態）

（第1実施形態に係るコンテナ管理システム1 Aの構成）

第1実施形態に係るコンテナ管理システム1 Aの構成について、図1およ

び図2を参照して説明する。本実施形態において、コンテナ管理システム1Aは、コンテナターミナル10構内におけるコンテナの保管状況を管理するとともに、コンテナターミナル10構内に設置されたAGVおよびクレーン装置の動作を管理する。

[0019] 図1は、コンテナターミナル10構内を上から見た図である。図1に示すように、コンテナターミナル10は、予め設定された複数のコンテナ保管エリア11～18を有する。各コンテナ保管エリア11～18は、例えば、横10行×縦5列で設定された50個の保管スペース（11-1～11-50、12-1～12-50・・・18-1～18-50）を有する。

[0020] コンテナ管理システム1Aは、コンテナターミナル10構内を走行する3台のAGV20A-1～20A-3と、コンテナターミナル10構内に設置されたクレーン装置30-1～30-12と、コンテナ管理装置40Aとを備える。コンテナ管理システム1Aで用いるAGVの台数は、3台に限定されず、より少ない台数、またはより多い台数であってもよい。以下、AGV20A-1～20A-3のうち、いずれのAGVであるかを特定しない場合にはAGV20Aと記載する。

[0021] クレーン装置30-1～30-12はそれぞれ、コンテナ保管エリア11～18のいずれかに、横方向に移動可能に設置されている。具体的には、クレーン装置30-1および30-2は、コンテナ保管エリア11に設置されている。クレーン装置30-3および30-4は、コンテナ保管エリア12に設置されている。クレーン装置30-5および30-6は、コンテナ保管エリア13に設置されている。クレーン装置30-7および30-8は、コンテナ保管エリア14に設置されている。クレーン装置30-9は、コンテナ保管エリア15に設置されている。クレーン装置30-10は、コンテナ保管エリア16に設置されている。クレーン装置30-11は、コンテナ保管エリア17に設置されている。クレーン装置30-12は、コンテナ保管エリア18に設置されている。

[0022] コンテナターミナル10構内に設置されるクレーン装置の台数は、12台

に限定されず、より少ない台数、またはより多い台数であってもよい。以下、コンテナターミナル10構内のクレーン装置30-1~30-12のうち、いずれのクレーン装置であるかを特定しない場合にはクレーン装置30と記載する。

[0023] 図2に示すように、コンテナ管理装置40Aは、記憶部41Aと、指示入力部42と、第1無線通信部43と、第1CPU44Aとを有する。記憶部41Aは、コンテナ情報記憶部411と、クレーン情報記憶部412と、第1地図情報記憶部413とを有する。コンテナ情報記憶部411は、コンテナターミナル10構内に保管されている各コンテナの形状情報および保管位置情報を含む保管状況情報を記憶する。クレーン情報記憶部412は、コンテナターミナル10構内に設置されているクレーン装置30-1~30-12それぞれの形状情報および位置情報を記憶する。第1地図情報記憶部413は、後述するように生成および更新されたコンテナターミナル10構内の地図情報を記憶する。

[0024] 指示入力部42は、オペレータの操作等により、コンテナの搬入指示および搬出指示を入力する。第1無線通信部43は、AGV20A-1~20A-3およびクレーン装置30-1~30-12と無線通信を行う。

[0025] 第1CPU44Aは、搬送指示処理部441と、第1地図情報生成部442と、情報更新部443とを有する。搬送指示処理部441は、指示入力部42から入力されたコンテナの搬入指示または搬出指示を、第1無線通信部43を介して該当するクレーン装置30およびAGV20Aに送信する。

[0026] 第1地図情報生成部442は、コンテナ情報記憶部411に記憶された情報と、クレーン情報記憶部412に記憶された情報とに基づいて、コンテナターミナル10構内の地図情報を生成し、第1地図情報記憶部413に記憶させる。第1地図情報生成部442は、コンテナ情報記憶部411に記憶された情報が更新されると、更新された情報に基づいて、第1地図情報記憶部413に記憶された地図情報を更新する。第1地図情報生成部442は、生成または更新した地図情報を、第1無線通信部43を介してAGV20A-

1～20A-3に送信する。

[0027] 情報更新部443は、搬送指示処理部441から取得した搬入指示または搬出指示に基づいてAGV20Aおよびクレーン装置30で実行される動作が完了すると、記憶部41Aに記憶されているコンテナ情報およびクレーン情報を更新する。

[0028] AGV20A-1は、LRF (laser range finder) センサ21-1と、第2無線通信部22-1と、第2地図情報記憶部23-1と、移動機構部24-1と、第2CPU25A-1とを有する。LRFセンサ21-1は、周囲の物体までの距離を計測する。第2無線通信部22-1は、コンテナ管理装置40Aとの無線通信を行う。第2地図情報記憶部23-1は、コンテナ管理装置40Aから取得したコンテナターミナル10構内の地図情報を記憶する。移動機構部24-1は、AGV20A-1を移動させる機構である。

[0029] 第2CPU25A-1は、自己位置推定装置200A-1と、走行制御部251-1とを有する。自己位置推定装置200A-1は、環境情報取得部201-1と、地図情報取得部202-1と、自己位置推定部203-1とを有する。

[0030] 環境情報取得部201-1は、LRFセンサ21-1で計測された情報を、周囲の環境情報として取得する。地図情報取得部202-1は、第2無線通信部22-1を介してコンテナ管理装置40Aからコンテナターミナル10構内の地図情報を取得すると、当該地図情報を第2地図情報記憶部23-1に記憶させる。地図情報取得部202-1は、コンテナ管理装置40Aからコンテナの搬入指示または搬出指示を取得すると、第2地図情報記憶部23-1に記憶されているコンテナターミナル10構内の地図情報を読み出す。

[0031] 自己位置推定部203-1は、環境情報取得部201-1が取得した周囲の環境情報と、地図情報取得部202-1が読み出したコンテナターミナル10構内の地図情報とに基づいて、自己位置を推定する。走行制御部251-1は、自己位置推定部203-1で推定した自己位置に基づいてAGV2

0 A - 1 が所定の経路 R 上を移動するように移動機構部 2 4 - 1 を制御する。

[0032] A G V 2 0 A - 2 および 2 0 A - 3 の構成は、A G V 2 0 A - 1 の構成と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0033] クレーン装置 3 0 - 1 は、第 3 無線通信部 3 1 - 1 と、運搬機構部 3 2 - 1 と、第 3 C P U 3 3 - 1 とを有する。第 3 無線通信部 3 1 - 1 は、コンテナ管理装置 4 0 A との無線通信を行う。運搬機構部 3 2 - 1 は、A G V 2 0 A と該当する保管スペースとの間でコンテナを運搬する機構である。第 3 C P U 3 3 - 1 は、第 3 無線通信部 3 1 - 1 を介して取得したコンテナの搬入指示または搬出指示に基づいて運搬機構部 3 2 - 1 を制御する動作制御部 3 3 1 - 1 を有する。

[0034] クレーン装置 3 0 - 2 ~ 3 0 - 1 2 の構成は、クレーン装置 3 0 - 1 の構成と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0035] (第 1 実施形態に係るコンテナ管理システム 1 A の動作)

本実施形態によるコンテナ管理システム 1 A の動作について説明する。本実施形態において、コンテナ管理装置 4 0 A のコンテナ情報記憶部 4 1 1 に記憶される情報の一例を、図 3 A および図 3 B に示す。

[0036] 図 3 A は、コンテナターミナル 1 0 構内の保管スペースごとの座標情報を示す。この座標情報は、コンテナターミナル 1 0 構内の 1 点、例えば図 1 に示すように矩形のコンテナターミナル 1 0 の一角である点 P を原点とし、横方向を x 軸、奥行きを示す縦方向を y 軸としたときの各保管スペース内の所定の 1 点に関する位置座標である。

[0037] 図 3 B は、コンテナターミナル 1 0 構内の保管スペースごとの現在保管されているコンテナの種別および個数を示す。本実施形態において、コンテナターミナル 1 0 構内に保管されるコンテナの種別は、例えば、長さ 6, 058mm × 幅 2, 438mm × 高さ 2, 591mm を有する 20ft コンテナと、長さ 12, 192 × 幅 2, 438 × 高さ 2, 591 を有する 40ft コンテナとの 2 種類である。

[0038] コンテナ情報記憶部 4 1 1 は、コンテナ種別ごとの形状情報として、20ft

コンテナおよび40ftコンテナについて、予めLiDARによる計測またはLiDARシミュレーション等により生成された3D点群データによる形状情報を記憶する。

[0039] コンテナ管理装置40Aのクレーン情報記憶部412に記憶される情報の一例を、図3Cに示す。図3Cは、コンテナターミナル10構内の各クレーン装置30-1～30-12の座標情報を示す。この座標情報は、コンテナターミナル10構内の点Pを原点とし、横方向をx軸、奥行きを示す縦方向をy軸としたときの各クレーン装置30-1～30-12内の所定の1点に関する位置座標である。

[0040] コンテナ管理装置40Aのクレーン情報記憶部412は、各クレーン装置30-1～30-12について、予めLiDARシミュレーション等で取得した3D点群データによる形状情報を記憶する。

[0041] これらの情報がコンテナ情報記憶部411およびクレーン情報記憶部412に記憶されている状態でコンテナ管理システム1Aの動作が開始したときに、各装置で実行される処理について図4のシーケンス図を参照して説明する。コンテナ管理システム1Aの動作開始時は、AGV20A-1、20A-2、および20A-3は、コンテナターミナル10構内の所定の待機エリアDに停止している。

[0042] まず、コンテナ管理装置40Aの第1地図情報生成部442が、コンテナ情報記憶部411に記憶された情報と、クレーン情報記憶部412に記憶された情報とに基づいて、3D点群データで構成されたコンテナターミナル10構内の地図情報を生成する。その際、コンテナ情報記憶部411には、保管スペースごとに保管されているコンテナの種別および個数の情報が記憶されているため、第1地図情報生成部442は、これらの情報を用いて保管スペースごとのコンテナ全体の形状情報を認識することができる。そして、第1地図情報生成部442は、認識した保管スペースごとのコンテナ全体の形状情報と、記憶されたクレーン装置30の形状情報とを所定の方位角に回転させ、それぞれ該当する位置に並進移動させることで、該当する地図情報を

生成することができる。

- [0043] 第1地図情報生成部442は、当該地図情報を生成する際に、各コンテナに対応する3D点群データに、該当するコンテナの識別情報を付加する。第1地図情報生成部442は、生成したコンテナターミナル10構内の地図情報を、第1地図情報記憶部413に記憶させる。また、第1地図情報生成部442は、生成したコンテナターミナル10構内の地図情報を、第1無線通信部43を介してAGV20A-1~20A-3に送信する(S1)。
- [0044] AGV20A-1~20A-3はそれぞれ、コンテナ管理装置40Aから送信されたコンテナターミナル10構内の地図情報を、第2無線通信部22-1~22-3を介して地図情報取得部202-1~202-3で取得する。地図情報取得部202-1~202-3はそれぞれ、取得したコンテナターミナル10構内の地図情報を、第2地図情報記憶部23-1~23-3に記憶させる(S2)。
- [0045] その後、コンテナ管理装置40Aの指示入力部42で所定のコンテナの搬入指示または搬出指示が入力されると、搬送指示処理部441が当該指示による処理を実行させるクレーン装置30およびAGV20Aを決定する。そして、搬送指示処理部441は、第1無線通信部43を介して該当するクレーン装置30およびAGV20Aに、当該指示の情報を送信する(S3)。
- [0046] 一例として、指示入力部42から、コンテナ保管エリア14の保管スペース14-8からコンテナXを搬出する指示、およびコンテナ保管エリア12の保管スペース12-3にコンテナYを搬入する指示が入力された場合について説明する。これらの指示が入力されると、搬送指示処理部441はまず、コンテナXの搬出処理をクレーン装置30-8およびAGV20A-1に実行させることを決定する。そして、搬送指示処理部441は、第1無線通信部43を介してクレーン装置30-8およびAGV20A-1に、コンテナXの搬出指示に関する情報を送信する。
- [0047] また、搬送指示処理部441は、コンテナYの搬入処理をクレーン装置30-3およびAGV20A-2に実行させることを決定する。そして、搬送

指示処理部441は、第1無線通信部43を介してクレーン装置30-3およびAGV20A-2に、コンテナYの搬入指示に関する情報を送信する。

[0048] AGV20A-1では、コンテナ管理装置40Aから送信された搬出指示の情報を第2無線通信部22-1を介して取得すると、自己位置推定装置200A-1の環境情報取得部201-1が、LRFセンサ21-1で計測された周囲の物体までの距離の情報を取得する。そして、環境情報取得部201-1は、取得した情報に基づいて周囲の物体の形状を3D点群データで示した周囲形状情報を生成する。

[0049] また、AGV20A-1では、コンテナ管理装置40Aから送信された搬出指示の情報を第2無線通信部22-1を介して取得すると、地図情報取得部202-1が、第2地図情報記憶部23-1に記憶されているコンテナターミナル10構内の地図情報を読み出す。そして、自己位置推定部203-1が、環境情報取得部201-1が生成した周囲形状情報を示す3D点群データと、地図情報取得部202-1が読み出した地図情報を示す3D点群データとのマッチング処理を行うことで、自己位置を推定する(S4)。この3D点群データのマッチング処理には、例えば既知のNDT (Normal Distributions Transform) スキャンマッチング等の技術を用いることができる。

[0050] そして、走行制御部251-1が、自己位置推定部203-1で推定した自己位置に基づいてAGV20A-1が経路R上を移動するように移動機構部24-1を制御する。移動機構部24-1は、走行制御部251-1の制御により、コンテナターミナル10構内の経路R上でAGV20A-1を保管スペース14-8の近接位置まで走行させる(S5)。

[0051] AGV20A-1が保管スペース14-8の近接位置に到着して停止すると、クレーン装置30-8がコンテナ管理装置40Aから取得した指示情報に基づいてコンテナXを搬出する動作を行う(S6)。クレーン装置30-8がコンテナXを搬出する動作とは、保管スペース14-8に蔵置されているコンテナXを吊り上げて、AGV20A-1に積載する動作である。

[0052] クレーン装置30-8の動作が完了し、AGV20A-1にコンテナXが

積載されると、クレーン装置30-8がコンテナ管理装置40Aに、コンテナXの搬出に関する動作完了通知を第3無線通信部31-8を介して送信する(S7)。この動作完了通知には、当該動作完了後のクレーン装置30-8の位置情報が含まれる。コンテナ管理装置40Aでは、第1無線通信部43を介してクレーン装置30-8からコンテナXの搬出に関する動作完了通知を取得すると、当該通知に基づいて情報更新部443が、コンテナ情報記憶部411に記憶されているコンテナ情報およびクレーン情報記憶部412に記憶されているクレーン情報を更新する。具体的には、コンテナ情報内の保管スペース14-8に保管されているコンテナの個数を1個減らし、クレーン装置30-8の位置情報を動作完了通知に含まれる情報に更新する。

[0053] コンテナ情報記憶部411内のコンテナ情報およびクレーン情報記憶部412内のクレーン情報が更新されると、第1地図情報生成部442が、更新後の情報に基づいて、第1地図情報記憶部413に記憶されている地図情報を更新する。第1地図情報生成部442は、地図情報を更新する際、地図情報内の保管スペース14-8内のコンテナXに対応する3D点群データを削除する。そして、第1地図情報生成部442は、更新した地図情報を第1地図情報記憶部413に記憶させるとともに、第1無線通信部43を介してAGV20A-1に送信する(S8)。

[0054] AGV20A-1では、コンテナ管理装置40Aから送信された更新後の地図情報を第2無線通信部22-1を介して取得すると、地図情報取得部202-1が当該地図情報で第2地図情報記憶部23-1に記憶された情報を更新する(S9)。そして、AGV20A-1では、更新後の地図情報を用いて自己位置推定部203-1が自己位置を推定し、推定した自己位置に基づいて走行制御部251-1が移動機構部24-1を制御してAGV20A-1を待機エリアDまで走行させる(S10)。AGV20A-1は、次の搬入指示または搬出指示を受けるまで、待機エリアDで待機する。

[0055] また、ステップS3で搬入指示を取得したAGV20A-2は、待機エリアDで搬入対象のコンテナYを積載し、AGV20A-1と同様に自己位置

推定装置200A-2が自己位置を推定する(S4)。そして、AGV20A-2は、推定した自己位置に基づいて、経路R上を保管スペース12-3の近接位置まで走行する(S5)。

[0056] そして、AGV20A-2が保管スペース12-3の近接位置に到着して停止し、クレーン装置30-3がAGV20A-2に積載されたコンテナYを吊り上げて保管スペース12-3に蔵置してコンテナYの搬入動作を行う(S6)。コンテナYの搬入動作が完了し、クレーン装置30-3がコンテナ管理装置40AにコンテナYの搬入に関する動作完了通知を第3無線通信部31-3を介して送信すると(S7)、当該通知に基づいて情報更新部443がコンテナ情報記憶部411に記憶されているコンテナ情報およびクレーン情報記憶部412に記憶されているクレーン情報を更新する。具体的には、コンテナ情報内の保管スペース12-3に保管されているコンテナの個数を1個増やし、クレーン装置30-3の位置情報を動作完了通知に含まれる情報に更新する。

[0057] コンテナ情報記憶部411内のコンテナ情報およびクレーン情報記憶部412内のクレーン情報が更新されると、第1地図情報生成部442が、更新後の情報に基づいて、第1地図情報記憶部413に記憶されている地図情報を更新する。そして、第1地図情報生成部442は、更新した地図情報を第1地図情報記憶部413に記憶させるとともに、第1無線通信部43を介してAGV20A-2に送信する(S8)。

[0058] AGV20A-2では、コンテナ管理装置40Aから送信された更新後の地図情報を第2無線通信部22-2を介して取得すると、地図情報取得部202-2が当該地図情報で第2地図情報記憶部23-2に記憶された情報を更新する(S9)。そして、AGV20A-2では、更新後の地図情報を用いて自己位置推定部203-2が自己位置を推定し、推定した自己位置に基づいて走行制御部251-2が移動機構部24-2を制御してAGV20A-2を待機エリアDまで走行させる(S10)。AGV20A-2は、次の搬入指示または搬出指示を受けるまで、待機エリアDで待機する。

[0059] 第1実施形態によれば、AGV20Aは、コンテナターミナル10構内のコンテナおよびクレーン装置30の形状情報および位置情報に基づいて生成された構内の地図情報を用いて、簡易に且つ精度よく自己位置を推定することができる。また、AGV20Aは、推定した自己位置の情報を用いて、コンテナターミナル10構内の所定経路を適切に走行することができる。その際、コンテナターミナル10構内の地図情報をコンテナ管理装置40Aが生成して複数のAGV20Aに供給するため、各AGV20Aは少ない処理負荷で効率良く自己位置推定処理を実行することができる。また、コンテナターミナル10では、構内に保管されるコンテナの形状は数パターンに限られ、コンテナが保管される保管スペースの位置も予め設定されている。そのため、コンテナ管理装置40Aは、保管スペースごとの位置情報および保管されているコンテナの形状および数の情報を用いることで、容易にコンテナターミナル10構内の地図情報を生成することができる。

[0060] (第2実施形態)

(第2実施形態に係るコンテナ管理システム1Bの構成)

第2実施形態に係るコンテナ管理システム1Bの構成について、図1および図5を参照して説明する。本実施形態によるコンテナ管理システム1Bは、コンテナ管理装置40Bの第1CPU44Bが、第1実施形態で説明した第1地図情報生成部442に替えて第1管理情報送信制御部444を有する。また、コンテナ管理装置40Bの記憶部41Bが、第1実施形態で説明した第1地図情報記憶部413を有しない。さらに、AGV20B-1~20B-3の自己位置推定装置200B-1~200B-3が、地図情報取得部としての第2地図情報生成部204-1~204-3を有する。これら以外のコンテナ管理システム1Bの構成は、第1実施形態で説明したコンテナ管理システム1Aの構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

[0061] 本実施形態においてコンテナ管理装置40Bの第1管理情報送信制御部444は、コンテナ情報記憶部411に記憶された情報と、クレーン情報記憶

部412に記憶された情報とを、第1無線通信部43を介してAGV20B-1~20B-3に送信する。AGV20B-1~20B-3の第2地図情報生成部204-1~204-3は、第2無線通信部22-1~22-3を介してコンテナ管理装置40Bから取得した情報に基づいてコンテナターミナル10構内の地図情報を生成し、第2地図情報記憶部23-1~23-3に記憶させる。

[0062] (第2実施形態によるコンテナ管理システムの動作)

本実施形態によるコンテナ管理システム1Bの動作について、図6のシーケンス図を参照して説明する。まず、コンテナ管理装置40Bの第1管理情報送信制御部444が、コンテナ情報記憶部411に記憶されたコンテナ情報と、クレーン情報記憶部412に記憶されたクレーン情報とを、第1無線通信部43を介してAGV20B-1~20B-3に送信する(S11)。

[0063] AGV20B-1~20B-3では、コンテナ管理装置40Bから送信されたコンテナ情報およびクレーン情報を第2無線通信部22-1~22-3を介して取得すると、取得した情報に基づいて第2地図情報生成部204-1~204-3が3D点群データで構成されたコンテナターミナル10構内の地図情報を生成する。第2地図情報生成部204-1~204-3はそれぞれ、生成した地図情報を第2地図情報記憶部23-1~23-3に記憶させる(S12)。

[0064] その後、コンテナ管理装置40Bの指示入力部42で所定のコンテナの搬入指示または搬出指示が入力されたときに実行されるステップS13~S17の処理は、第1実施形態で説明したステップS3~S7の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0065] コンテナの搬入処理または搬出処理が完了すると、当該処理に関する動作完了通知がクレーン装置30からコンテナ管理装置40Bに第3無線通信部31-1~31-12を介して送信される(S17)。コンテナ管理装置40Bでは、第1無線通信部43を介して動作完了通知を取得すると、当該通知に基づいて情報更新部443が、記憶部41Bに記憶されているコンテナ

情報およびクレーン情報を更新する。そして、第1管理情報送信制御部444は、更新したコンテナ情報およびクレーン情報を第1無線通信部43を介してAGV20B-1~20B-3に送信する(S18)。

[0066] AGV20B-1~20B-3の第2地図情報生成部204-1~204-3は、コンテナ管理装置40Bから送信された更新後のコンテナ情報およびクレーン情報を第2無線通信部22-1~22-3を介して取得する。第2地図情報生成部204-1~204-3は取得した情報に基づいて、第2地図情報記憶部23-1~23-3に記憶されている地図情報を更新して記憶させる(S19)。

[0067] そして、搬入処理または搬出処理を行ったAGV20B-1~20B-3の自己位置推定部203-1~203-3が更新後の地図情報を用いて自己位置を推定し、推定した自己位置に基づいて走行制御部251-1~251-3が移動機構部24-1~24-3を制御してAGV20B-1~20B-3を待機エリアDまで走行させる(S20)。AGV20B-1~20B-3は、次の搬入指示または搬出指示を受けるまで、待機エリアDで待機する。

[0068] 以上の第2実施形態によれば、コンテナターミナル10構内を走行するAGV20B-1~20B-3が、構内のコンテナおよびクレーン装置30の形状情報および位置情報に基づいて生成された構内の地図情報を用いて、簡易に且つ精度よく自己位置を推定して走行することができる。その際、コンテナターミナル10構内の地図情報を各AGV20B-1~20B-3が生成するため、各AGV20B-1~20B-3が走行経路に応じて必要な位置の地図情報を生成することができる。

[0069] (第3実施形態)

(第3実施形態に係るコンテナ管理システム1Cの構成)

第3実施形態に係るコンテナ管理システム1Cの構成について、図1および図7を参照して説明する。本実施形態によるコンテナ管理システム1Cは、第1実施形態で説明したコンテナ管理システム1Aの構成に、さらに地図

情報生成装置 50 を備える。また、コンテナ管理装置 40 C の第 1 CPU 44 C が、第 1 実施形態で説明した第 1 地図情報生成部 442 に替えて第 2 管理情報送信制御部 445 を有する。さらに、コンテナ管理装置 40 C の記憶部 41 C が、第 1 実施形態で説明した第 1 地図情報記憶部 413 を有しない。これら以外のコンテナ管理システム 1 C の構成は、第 1 実施形態で説明したコンテナ管理システム 1 A の構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

[0070] 本実施形態においてコンテナ管理装置 40 C の第 2 管理情報送信制御部 445 は、コンテナ情報記憶部 411 に記憶された情報と、クレーン情報記憶部 412 に記憶された情報とを、地図情報生成装置 50 に送信する。

[0071] 地図情報生成装置 50 は、管理情報取得部 51 と、第 4 無線通信部 52 と、第 3 地図情報生成部 53 と、第 3 地図情報記憶部 54 とを有する。管理情報取得部 51 は、コンテナ管理装置 40 C から送信された情報を取得する。第 4 無線通信部 52 は、AGV 20C-1 ~ 20C-3 との無線通信を行う。第 3 地図情報生成部 53 は、コンテナ管理装置 40 C から取得した情報に基づいてコンテナターミナル 10 構内の地図情報を生成および更新し、第 4 無線通信部 52 を介して AGV 20C-1 ~ 20C-3 に送信する。第 3 地図情報記憶部 54 は、第 3 地図情報生成部 53 で生成および更新されたコンテナターミナル 10 構内の地図情報を記憶する。

[0072] AGV 20C-1 ~ 20C-3 の地図情報取得部 202-1 ~ 202-3 は、第 2 無線通信部 22-1 を介して地図情報生成装置 50 からコンテナターミナル 10 構内の地図情報を取得すると、当該地図情報を第 2 地図情報記憶部 23-1 に記憶させる。

[0073] (第 3 実施形態によるコンテナ管理システムの動作)

本実施形態によるコンテナ管理システム 1 C の動作について、図 8 のシーケンス図を参照して説明する。まず、コンテナ管理装置 40 C の第 2 管理情報送信制御部 445 が、コンテナ情報記憶部 411 に記憶されたコンテナ情報と、クレーン情報記憶部 412 に記憶されたクレーン情報とを、地図情報

生成装置 50 に送信する (S 21)。

[0074] 地図情報生成装置 50 では、コンテナ管理装置 40C から送信されたコンテナ情報およびクレーン情報を管理情報取得部 51 が取得し、取得した情報に基づいて第 3 地図情報生成部 53 がコンテナターミナル 10 構内の地図情報を生成する。第 3 地図情報生成部 53 は、生成したコンテナターミナル 10 構内の地図情報を第 3 地図情報記憶部 54 に記憶させるとともに、第 4 無線通信部 52 を介して AGV 20C-1 ~ 20C-3 に送信する (S 22)。

[0075] AGV 20C-1 ~ 20C-3 では、地図情報生成装置 50 から送信されたコンテナターミナル 10 構内の地図情報を、第 2 無線通信部 22-1 ~ 22-3 を介して地図情報取得部 202-1 ~ 202-3 が取得する。地図情報取得部 202-1 ~ 202-3 はそれぞれ、取得したコンテナターミナル 10 構内の地図情報を、第 2 地図情報記憶部 23-1 ~ 23-3 に記憶させる (S 23)。

[0076] その後、コンテナ管理装置 40C の指示入力部 42 で所定のコンテナの搬入指示または搬出指示が入力されたときに実行されるステップ S 24 ~ S 28 の処理は、第 1 実施形態で説明したステップ S 3 ~ S 7 の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0077] コンテナの搬入処理または搬出処理が完了すると、当該処理に関する動作完了通知がクレーン装置 30 からコンテナ管理装置 40C に第 3 無線通信部 31-1 ~ 31-12 を介して送信される (S 28)。コンテナ管理装置 40C では、第 1 無線通信部 43 を介して動作完了通知を取得すると、当該通知に基づいて情報更新部 443 が、記憶部 41C に記憶されているコンテナ情報およびクレーン情報を更新する。そして、第 2 管理情報送信制御部 445 は、更新したコンテナ情報およびクレーン情報を地図情報生成装置 50 に送信する (S 29)。

[0078] 地図情報生成装置 50 では、コンテナ管理装置 40C から送信された更新後のコンテナ情報およびクレーン情報を、第 3 地図情報生成部 53 が取得す

る。そして、第3地図情報生成部53は、取得した情報に基づいて、第3地図情報記憶部54に記憶されている地図情報を更新する。また第3地図情報生成部53は、更新した地図情報を第3地図情報記憶部54に記憶させるとともに、第4無線通信部52を介してAGV20C-1～20C-3に送信する(S30)。

[0079] AGV20C-1～20C-3では、地図情報生成装置50から送信された更新後の地図情報を第2無線通信部22-1～22-3を介して取得すると、地図情報取得部202-1～202-3が当該地図情報で第2地図情報記憶部23-1～23-3に記憶された情報を更新する(S31)。そして、搬出処理または搬入処理を行ったAGV20C-1～20C-3は、更新後の地図情報を用いて自己位置推定部203-1～203-3が自己位置を推定し、推定した自己位置に基づいて走行制御部251-1～251-3が移動機構部24-1～24-3を制御してAGV20C-1～20C-3を待機エリアDまで走行させる(S32)。AGV20C-1～20C-3は、次の搬入指示または搬出指示を受けるまで、待機エリアDで待機する。

[0080] 以上の第3実施形態によれば、コンテナターミナル10構内を走行するAGV20C-1～20C-3が、構内のコンテナおよびクレーン装置30の形状情報および位置情報に基づいて生成された構内の地図情報を用いて、簡易に且つ精度よく自己位置を推定して走行することができる。その際、コンテナターミナル10構内の地図情報をコンテナ管理装置40Cに接続された地図情報生成装置50が生成して複数のAGV20C-1～20C-3に供給する。このように構成することにより、コンテナ管理装置40Cおよび各AGV20C-1～20C-3の処理負荷を低減させつつ、効率良く自己位置推定処理を実行することができる。

[0081] 上述した第1～第3実施形態においては、コンテナの形状情報、クレーン装置30の形状情報、地図情報として3D情報を用いる場合について説明したが、これらの情報として上方向から見た2Dの情報を用いてもよい。2Dの情報を用いる場合は、所定の保管スペースに対して2段目以上のコンテナ

の搬入処理または搬出処理を行った場合には、地図情報の更新は不要である。

- [0082] また、上述した第1～第3実施形態において、コンテナターミナル10構内に全地球航法衛星システム（Global Navigation Satellite System: GNSS）用の複数の衛星からのGNSS信号を受信可能なエリアがある場合には、当該エリア内ではAGV20はGNSS信号を受信して位置情報を算出することによって自己位置情報を取得するように切り替えてもよい。GNSSは、一例としてGPS（Global Positioning System）である。
- [0083] いくつかの実施形態を説明したが、上記開示内容に基づいて実施形態の修正または変形をすることが可能である。上記実施形態のすべての構成要素、及び請求の範囲に記載されたすべての特徴は、それらが互いに矛盾しない限り、個々に抜き出して組み合わせてもよい。
- [0084] 特願2021-180096号（出願日：2021年11月4日）の全内容は、ここに援用される。

符号の説明

- [0085] 10 コンテナターミナル（保管設備）
- 11-1～11-50、12-1～12-50、13-1～13-50、
14-1～14-50、15-1～15-50、16-1～16-50、1
7-1～17-50、18-1～18-50 保管スペース
- 20、20A-1～20A-3、20B-1～20B-3、20C-1～
20C-3 AGV（移動体）
- 24-1～24-3 移動機構部
- 40A、40B、40C コンテナ管理装置（保管設備管理装置）
- 50 地図情報生成装置
- 200A-1～200A-3、200B-1～200B-3、200C-
1～200C-3（200） 自己位置推定装置
- 201-1～201-3（201） 環境情報取得部
- 202-1～202-3（202） 地図情報取得部

203-1~203-3 (203) 自己位置推定部

204-1~204-3 (204) 第2地図情報生成部

251-1~251-3 走行制御部

X、Y コンテナ (物体)

請求の範囲

- [請求項1] 物体の形状情報および保管設備内における前記物体の保管状況情報に基づいて生成された、前記保管設備内の地図情報を取得する地図情報取得部と、
- 周囲の環境情報を取得する環境情報取得部と、
- 前記地図情報取得部で取得した地図情報および前記環境情報取得部で取得した環境情報に基づいて、自己位置を推定する自己位置推定部と、
- を備えた自己位置推定装置。
- [請求項2] 前記自己位置推定装置は、前記物体の前記形状情報および前記保管設備内における前記物体の前記保管状況情報を管理する保管設備管理装置に通信可能に接続されて前記保管設備内を移動する移動体に搭載され、
- 前記地図情報取得部は、前記保管設備管理装置で管理されている前記物体の前記形状情報および前記保管設備内における前記保管状況情報に基づいて、前記保管設備管理装置、前記移動体、または前記保管設備管理装置と前記自己位置推定装置とに通信可能に接続された地図情報生成装置で生成された地図情報を取得し、
- 前記環境情報取得部は、前記移動体の周囲の環境情報を取得し、
- 前記自己位置推定部は、前記自己位置として、前記移動体の位置を推定する
- 請求項1に記載の自己位置推定装置。
- [請求項3] 前記保管設備は、前記物体を保管する複数の保管スペースを有し、
- 前記物体の前記保管状況情報は、前記複数の保管スペースのそれぞれの位置情報および前記複数の保管スペースのそれぞれに保管されている前記物体の数の情報を含む
- 請求項1に記載の自己位置推定装置。
- [請求項4] 前記保管設備は、前記物体を保管する複数の保管スペースを有し、

前記物体の前記保管状況情報は、前記複数の保管スペースのそれぞれの位置情報および前記複数の保管スペースのそれぞれに保管されている前記物体の数の情報を含む
請求項 2 に記載の自己位置推定装置。

[請求項5] 自動運転車両であって、
請求項 1 ～ 4 いずれか 1 項に記載の自己位置推定装置と、
前記自動運転車両を移動させる移動機構部と、
前記自己位置推定装置で推定された自己位置に基づいて前記自動運転車両が所定の経路上を移動するように前記移動機構部を制御する走行制御部と、
を備えた自動運転車両。

[請求項6] 物体の形状情報および保管設備内における前記物体の保管状況情報に基づいて生成された前記保管設備内の地図情報を取得することと、
周囲の環境情報を取得することと、
取得した前記地図情報および前記環境情報に基づいて自己位置を推定することと、
を備えた自己位置推定方法。