

明 細 書

発明の名称： ロボット管理システム及び位置回復方法

技術分野

[0001] 本開示は、ロボット管理システム及び位置回復方法に関し、より詳細には、自律移動型ロボットのロボット管理システム及び位置回復方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、自律移動型ロボットが位置喪失したとき、周囲のRFIDタグから位置情報を読み取ることで、自律移動型ロボットの位置回復を図るロボット位置制御装置が記載されている。

[0003] 特許文献1のロボット位置制御装置では、周囲にRFIDタグがない（RFIDタグからの電波が届かない場所に位置する）場合、位置回復は困難である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-249735号公報

発明の概要

[0005] 本開示の目的は、自律移動型ロボットの位置回復の容易化を図ることができ、ロボット管理システム及び位置回復方法を提供することである。

[0006] 本開示の一態様に係るロボット管理システムは、カメラを備える自律移動型ロボットと、測位システムと、記憶部を含む誘導システムと、を備える。前記自律移動型ロボットは、所定の領域内での自己の位置及び自己の方向を認識して自律移動する。前記測位システムは、前記所定の領域内での前記自律移動型ロボットの位置を測位する。前記所定の領域内の所定の位置に、コードが付されたマーカが設けられる。前記コードには、回復用位置情報及び回復用方向情報が対応付いている。回復用位置情報及び回復用方向情報は、自律移動型ロボットが位置喪失状態から位置認識状態に回復するための情報である。前記位置喪失状態は、自律移動型ロボットが少なくとも自己の位置

を誤認している状態であり、前記位置認識状態は、前記自律移動型ロボットが自己の位置及び自己の方向を認識している状態である。前記記憶部は、前記所定の位置を示すマーカ位置情報を記憶しており、前記誘導システムは、前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態にあると判断した場合に、前記マーカ位置情報及び前記測位システムによる測位結果を基に、前記自律移動型ロボットを前記所定の位置に向けて誘導する。前記自律移動型ロボットは、位置回復部を備える。前記位置回復部は、前記誘導システムによる誘導の後、前記カメラで撮像された撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれる前記マーカに付された前記コードに対応付いている前記回復用位置情報及び前記回復用方向情報を取得することにより、前記自律移動型ロボットを前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復させる。

[0007] 本開示の一態様に係る位置回復方法は、カメラを備える自律移動型ロボットが位置喪失状態から位置認識状態に回復する位置回復方法である。前記自律移動型ロボットは、所定の領域内での自己の位置及び自己の方向を認識して自律移動する。前記位置喪失状態は、前記自律移動型ロボットが少なくとも自己の位置を誤認している状態であり、前記位置認識状態は、前記自律移動型ロボットが自己の位置及び自己の方向を認識している状態である。前記所定の領域内の所定の位置に、コードが付されたマーカが設けられる。前記コードには、前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復するための回復用位置情報及び回復用方向情報、が対応付いている。前記位置回復方法は、前記マーカについて、誘導ステップと、位置回復ステップと、を含む。前記誘導ステップでは、前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態にあると判断した場合に、前記所定の位置を示すマーカ位置情報及び前記自律移動型ロボットの位置の測位に関する測位結果を基に、前記自律移動型ロボットを前記所定の位置に向けて誘導する。前記位置回復ステップでは、前記誘導ステップによる誘導の後、前記カメラで撮像された撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれる前記マーカに付された前記コードに対応付いている前記回復用位置情報及び前記回復用方向情報を取得すること

により、前記自律移動型ロボットを前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復させる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本開示の実施形態に係るロボット管理システムの概念図である。

[図2]図2は、同上のロボット管理システムのブロック図である。

[図3]図3は、同上のロボット管理システムを構成する自律移動型ロボットの処理の一部を説明するフローチャートである。

[図4]図4は、同上の処理の他の一部を説明するフローチャートである。

[図5]図5は、同上の処理に含まれる位置回復処理を説明するフローチャートである。

[図6]図6は、同上のロボット管理システムを構成する誘導システムの処理を説明するフローチャートである。

[図7]図7Aは、同上の自律移動型ロボットの調整動作を説明する透視図であり、図7Bは、同上の調整動作によって自律移動型ロボットが復帰位置で復帰方向を向いた状態を示す上面図である。

発明を実施するための形態

[0009] (1) 概要

本実施形態では、図1及び図2に示すような、搭載カメラ11を備える自律移動型ロボット1と、監視カメラ3を含む測位システム20と、を備えるロボット管理システム100において、自律移動型ロボット1が位置喪失状態から位置認識状態への回復の容易化を図ることができる位置回復方法、及び、そのような位置回復方法を実現するロボット管理システム100、について説明する。

[0010] 位置喪失状態とは、自律移動型ロボット1が少なくとも自己の位置を誤認している状態である。なお、位置喪失状態では、自律移動型ロボット1は、多くの場合、自己の方向も誤認しているが、自己の方向を認識し、自己の位置のみを誤認していてもよい。位置認識状態とは、自律移動型ロボット1が

自己の位置及び自己の方向を認識している状態である。

[0011] (1-1) 自律移動型ロボット

自律移動型ロボット 1 は、所定の領域（例えば、図 1 に示す領域 A 1 : 以下では、単に「領域 A 1」と記す場合がある）内での自己の位置及び自己の方向を認識して（つまり、位置認識状態で）自律移動する。

[0012] なお、領域 A 1 は、通常、屋内であるが、屋外の区画内でも、屋内及び屋外の区画内、を含む施設内などでもよい。

[0013] (1-2) 測位システム

測位システム 20 は、領域 A 1 内での自律移動型ロボット 1 の位置を測位する。本実施形態における測位システム 20 は、監視カメラ 3 からの画像（監視画像）を用いて測位を行う。

[0014] (1-3) マーカ及びコード

本実施形態では、領域 A 1 内の所定の位置（以下、「マーカ位置」と記す場合がある）に、マーカ M 1 が設けられる。マーカ M 1 には、コード C 1 が付されている。コード C 1 には、回復用位置情報及び回復用方向情報、が対応付いている。回復用位置情報及び回復用方向情報とは、自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態から位置認識状態に回復するための情報である。

[0015] 回復用位置情報は、自律移動型ロボット 1 が搭載カメラ 11 で撮像された撮像画像を基に、マーカ M 1 に付されたコード C 1 の読み取りを行うときの、自律移動型ロボット 1 自身の位置（例えば、図 7 A 及び図 7 B に示す回復位置 P s : 後述）を示す情報であり、回復用方向情報は、コード C 1 の読み取りを行うときの、自律移動型ロボット 1 の方向（例えば、図 7 B に示す回復方向 D r : 後述）を示す情報である。

[0016] (1-4) 誘導システム

ロボット管理システム 100 は、誘導システム 30 を更に備える。誘導システム 30 は、記憶部 22 を含む。記憶部 22 は、上記所定の位置（マーカ位置）を示すマーカ位置情報を記憶している。

[0017] (1-5) 位置回復部

自律移動型ロボット 1 は、位置回復部 121 を備える。位置回復部 121 は、主として誘導システム 30 と協働して、マーカ M1 を利用した位置回復方法を実現する。

[0018] (1-6) 位置回復方法

マーカ M1 を利用した位置回復方法は、図 6 に示すステップ S21～S27 (誘導ステップ) と、図 4 に示すステップ S11 (図 5 に示す S111～S117 : 位置回復ステップ) と、を含む。

[0019] (1-6-1) 誘導ステップ

誘導ステップ (S21～S27) では、誘導システム 30 が、自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態にあると判断した場合に、マーカ位置情報及び測位システム 20 による測位結果を基に、自律移動型ロボット 1 をマーカ位置に向けて誘導する処理 (誘導処理) を行う。

[0020] なお、自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態にあるか否かの判断は、本実施形態では、自律移動型ロボット 1 自身が行う。そして、自律移動型ロボット 1 は、位置喪失状態にあると判断した場合に、位置喪失を示す喪失信号を誘導システム 30 に送信する。誘導システム 30 は、自律移動型ロボット 1 からの喪失信号の受信に応じて、誘導処理を行う。

[0021] ただし、自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態にあるか否かの判断は、例えば、誘導システム 30 が行ってもよい (変形例参照)。

[0022] (1-6-2) 位置回復ステップ

位置回復ステップ (S11, S111～S117) では、位置回復部 121 が、誘導システム 30 による誘導の後、カメラ 11 で撮像された撮像画像を基に、マーカ M1 に付されたコードに対応している回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することにより、自律移動型ロボット 1 を位置喪失状態から位置認識状態に回復させる処理 (位置回復処理) を行う。

[0023] (1-7) ロボット管理システム及び位置回復方法の利点

このように、本実施形態のロボット管理システム及び位置回復方法では、自律移動型ロボット 1 が位置喪失した場合、誘導システム 30 が自律移動型

ロボット 1 をマーカ M 1 が配置されている所定の位置（マーカ位置）に向けて誘導する。マーカ位置への誘導の後、自律移動型ロボット 1 は、マーカ M 1 に付されたコード C 1 を読み取って回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することで、位置回復を容易に行うことができる。

[0024] (2) 実現手段

以上で説明したロボット管理システム 100 及び位置回復方法は、例えば、図 1 に示すような、自律移動型ロボット 1、サーバ 2、監視カメラ 3、通信機 4、及び複数のマーカ M 1、を用いて実現される。つまり、本実施形態は、監視カメラ 3 及び通信機 4 等の既存の設備を活用しつつ、ロボット管理システム 100 及び位置回復方法の実現を図るものである。

[0025] (2-1) サーバ

サーバ 2 は、図 1 に示すように、領域 A 1 の外部に設けられ、監視カメラ 3 と有線 LAN 等で通信可能に接続されている。ただし、サーバ 2 は、領域 A 1 内に設けられてもよいし、監視カメラ 3 と無線通信を行ってもよい。

[0026] サーバ 2 は、領域 A 1 内を自律移動する自律移動型ロボット 1 と、通信機 4 を介して無線通信可能である。

[0027] サーバ 2 は、監視カメラ 3 と協働して、測位システム 20 の機能を実現する。また、サーバ 2 は、自律移動型ロボット 1 の通信部 15（後述）と協働して、誘導システム 30 の機能を更に実現する。

[0028] (2-2) 監視カメラ及び通信機

監視カメラ 3 及び通信機 4 の各々は、所定の領域 A 1 内に設けられる。監視カメラ 3 及び通信機 4 の各々の領域 A 1 内における位置は既知であり、監視カメラ 3 の位置情報及び通信機 4 の位置情報が、例えばサーバ 2 の記憶部 22 に記憶されている。

[0029] 本実施形態における監視カメラ 3 は、搭載カメラ 11 と同様、ステレオカメラであり、視差を利用した測位が可能である。ただし、監視カメラ 3 は、領域 A 1 内に配置された複数の単眼カメラの各々でもよく、その場合は、複数の単眼カメラに対応する複数の監視画像、の間の視差に基づく測位が可能

である。

[0030] なお、監視カメラ3は、搭載カメラ11と比べ、低解像度かつ低フレームレートのカメラでよい。つまり、測位システム20の測位結果（監視カメラ3の監視画像に基づく位置情報）の分解能は、搭載カメラ11の撮像画像に基づく位置情報（自律移動型ロボット1の自律移動のための自己位置情報及び自己方向情報）の分解能よりも低くて構わない。

[0031] 通信機4は、例えば、自律移動型ロボット1とサーバ2との間で送受信される無線信号（電波）を中継する中継器、又は自律移動型ロボット1及びサーバ2の各々が無線LANに接続するための無線LANアクセスポイントなどである。

[0032] なお、測位システム20による測位は、本実施形態では、監視カメラ3の監視画像を基に行われるが、これに加えて又はこれに代えて、自律移動型ロボット1と通信機4との間で送受信される無線信号の受信信号強度、を基に行われてもよい。この場合、通信機4は、自律移動型ロボット1からの無線信号の受信信号強度を測定し、測定結果を測位システム20に出力する。測位システム20は、通信機4からの測定結果を基に、又は監視カメラ3からの監視画像及び通信機4からの測定結果を基に、測位を行ってもよい。

[0033] （2-3）搭載カメラ

自律移動型ロボット1は、図2に示すように、搭載カメラ11を備える。搭載カメラ11は、図1、図7A及び図7Bに示すように、自律移動型ロボット1の頭部に、光軸が自律移動型ロボット1の正面（前方）を向くように固定されている。このため、搭載カメラ11は、自律移動型ロボット1の正面（つまり、搭載カメラ11の光軸）を中心とする所定の画角内を撮像する。

[0034] 本実施形態の搭載カメラ11は、左右に配置された2つのレンズを有するステレオカメラであり、2つのレンズに対応する2つの撮像画像の間の視差を利用した測距が可能である。なお、この場合の搭載カメラ11の光軸（ステレオカメラ全体の光軸）は、2つのレンズに対応する2つの中心点、の中点

を通り、かつ、2つのレンズに対応する2つの光軸の各々、に平行な直線である。例えば、図7A及び図7Bに示すように、搭載カメラ11がマーカM1に正対している状態では、回復方向Drに沿う直線が搭載カメラ11の光軸に対応する。

[0035] なお、本実施形態でいう正対は、左右上下方向に関する正対であることが好適であるが、少なくとも左右方向に関する正対であればよい。つまり、復帰処理の実行の際、搭載カメラ11は、左右方向に関してマーカM1に正対していればよく、上下方向に関してマーカM1に正対していなくてもよい。

[0036] (2-4) 搭載カメラを利用した自律移動

自律移動型ロボット1は、例えば、搭載カメラ11で撮像された撮像画像と、自己位置情報及び自己方向情報と、所定の領域A1に対応する地図情報と、目的地に対応する位置情報（目的地情報）と、に少なくとも基づいて、目的地への自律移動を行う。

[0037] 地図情報は、所定の領域A1内の経路に関する経路情報、経路沿いの複数の地点に対応する複数の位置画像情報（位置情報と周辺画像との対の集合）などを含む。

[0038] (2-5) 自己位置情報及び自己方向情報

自己位置情報及び自己方向情報は、搭載カメラ11で撮像された撮像画像と、地図情報（特に位置画像情報）とに基づいて取得される。すなわち、自律移動型ロボット1は、搭載カメラ11で撮像された撮像画像と、位置画像情報等とを基に、自己の位置及び自己の方向の検出を行い、自己位置情報及び自己方向情報を取得する。なお、自己の位置及び自己の方向検出に当たっては、例えば、監視カメラ3の監視画像を用いた測位システム20による測位結果が更に用いられてもよい。監視カメラ3の監視画像を用いた測位システム20による測位結果は、搭載カメラ11の撮像画像に基づく位置情報と比べて、分解能は相対的に低い、より広範囲の位置情報である。

[0039] (2-6) 複数のマーカ

複数のマーカM1は、領域A1内の互いに異なる位置に配置される。なお

、概要で説明したマーカM 1 は、複数のマーカM 1 の各々に対応する。また、前述した所定の位置（マーカ位置）は、複数のマーカM 1 に対応する複数の所定の位置（マーカ位置）、のいずれか1つである。さらに、前述したマーカ位置情報は、複数のマーカM 1 に対応する複数のマーカ位置情報、のいずれか1つである。

[0040] 誘導システム30は、位置喪失状態にある自律移動型ロボット1を、複数の所定の位置のうち、自律移動型ロボット1に最も近い所定の位置に向けて誘導する。これにより、位置喪失した自律移動型ロボット1は、複数のマーカM 1のうち最寄りのマーカM 1へと誘導される。最寄りのマーカM 1とは、複数のマーカM 1のうち、自律移動型ロボット1に最も近いマーカM 1である。

[0041] こうして、自律移動型ロボット1を、複数のマーカM 1のうち最寄りのマーカM 1に向けて誘導することで、誘導システム30による誘導時間の短縮を図ることができる。自律移動型ロボット1が自律移動可能な範囲（特に、位置喪失しても回復可能な範囲）の拡大を図ることができる。

[0042] （2-7）QRコード（登録商標：以下同様）及び調整用画像

前述したコードC 1は、本実施形態では、QRコード（以下、「QRコードC 1」と記す）である。

[0043] 複数のマーカM 1の各々（以下、単に「マーカM 1」と記す）には、図1に示すように、QRコードC 1と、調整用画像F iと、が付されている。なお、調整用画像F iについては後述する。

[0044] QRコードC 1及び調整用画像F i（以下、「QRコードC 1等」と記す）をマーカM 1に付すことは、例えば、QRコードC 1等をマーカM 1に直に印刷又は刻印することでもよいし、QRコードC 1等が印刷されたシートをマーカM 1に貼り付けることでも構わない。

[0045] マーカM 1は、例えば、図1に示すような矩形の薄板である。QRコードC 1等は、マーカM 1の一方の主面（表面）に付されている。マーカM 1は、所定の領域A 1内の所定の位置（マーカ位置）に、表面が床面に対して垂

直となり、かつ表面からの法線が回復方向 D_r と対向するように、配置される。

[0046] または、マーカ M_1 は、領域 A_1 内の適宜な場所（例えば、特定の建物の外壁等）に取り付けられてもよい。そして、取り付けられたマーカ M_1 の位置を所定の位置（マーカ位置）、マーカ M_1 の表面からの法線と対向する方向を回復方向 D_r 、のように定義してもよい。

[0047] 回復位置 P_s は、こうして配置又は取り付けられたマーカ M_1 （コード C_1 ）の中心に対し、マーカ M_1 の表面からの法線方向（回復方向 D_r と対向する方向）に沿って所定の距離 d_C だけ離れた位置、である。

[0048] なお、マーカ M_1 は、マーカ M_1 に付されたQRコード C_1 等の床面からの高さが、自律移動型ロボット1の搭載カメラ11の床面からの高さ、と同じになるように設けられることが好適である。ただし、搭載カメラ11でのマーカ M_1 の撮像、ひいては撮像画像内の調整用画像 F_i に基づく調整動作、及び撮像画像内のQRコード C_1 の読み取り、が可能であれば、マーカ M_1 の高さは、搭載カメラ11の高さとは異なる高さでもよい。

[0049] （3）詳細

ロボット管理システム100は、図2に示すように、自律移動型ロボット1と、測位システム20と、誘導システム30とを備える。

[0050] （3-1）自律移動型ロボット

自律移動型ロボット1は、図2に示すように、搭載カメラ11と、処理部12と、記憶部13と、駆動部14と、通信部15と、を備える。

[0051] （3-1-1）処理部

処理部12は、各種の処理を行う。各種の処理は、例えば、後述する位置回復部121の処理（位置回復処理）である。また、各種の処理には、搭載カメラ11からの撮像画像などに基づく自律移動型ロボット1の自己の位置及び自己の方向の検出（位置・方向検出処理）、及び位置・方向検出処理の検出結果（自己位置情報及び自己方向情報）に基づく駆動部14の制御、などの処理も含まれる。さらに、処理部12は、フローチャートで説明する各

種の判断なども行う。

[0052] (3-1-2) 記憶部

記憶部13は、各種の情報を記憶する。各種の情報とは、例えば、自己位置情報及び自己方向情報である。自己位置情報及び自己方向情報は、通常、位置・方向検出処理の検出結果である。つまり、処理部12が、自律移動型ロボット1の位置及び方向をそれぞれ検出し、記憶部13は、処理部12が検出した位置を示す自己位置情報、及び処理部12が検出した方向を示す自己方向情報、を記憶する。

[0053] ただし、記憶部13に記憶されている自己位置情報及び自己方向情報は、撮像画像に含まれるQRコードC1の読み取り結果（回復用位置情報及び回復用方向情報）で更新され得る。

[0054] また、記憶部13は、例えば、撮像画像、地図情報、目的地情報、経路情報なども記憶する。

[0055] (3-1-3) 駆動部

駆動部14は、例えば、バッテリー、一對のモータ、及び左右の車輪などを含む。駆動部14は、処理部12の制御下で、バッテリーからの電力を一對のモータの各々に供給し、左右の車輪を独立に駆動することによって、自律移動型ロボット1の自律移動を実現する。

[0056] (3-1-4) 通信部

通信部15は、サーバ2側の通信部23との間で、通信機4を介した無線通信を行う。

[0057] (3-1-5) 位置回復部

処理部12は、位置回復部121を備える。位置回復部121は、誘導システム30による誘導の後、位置回復処理を行う。

[0058] (3-1-5a) 位置回復処理

位置回復処理とは、自律移動型ロボット1を位置喪失状態から位置認識状態に回復させる処理である。

[0059] 位置回復処理は、例えば、搭載カメラ11で撮像された撮像画像を基に、

撮像画像に含まれているマーカM1に付されたQRコードC1、に対応付けられている回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することにより、自律移動型ロボット1を位置喪失状態から位置認識状態に回復させる処理である。回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することは、例えば、QRコードC1に埋め込まれている回復用位置情報及び回復用方向情報を読み取ることである。

[0060] または、QRコードC1（例えば、バーコード又はその他のコード）に、マーカM1を識別する識別情報が埋め込まれており、サーバ2の記憶部22に、識別情報と、回復用位置情報及び回復用方向情報と、の対の集合が記憶されていてもよい。この場合、回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することは、QRコードC1に埋め込まれている識別情報を読み取り、記憶部22から、読み取った識別情報に対応付けて記憶されている回復用位置情報及び回復用方向情報、を取得することである。

[0061] （3-1-5b）調整動作

位置回復部121は、誘導システム30による誘導の後、搭載カメラ11で撮像された撮像画像を基に、調整動作を自律移動型ロボット1に行わせる。調整動作とは、撮像画像に含まれているマーカM1に付されているQRコードC1、の読み取りが可能となるように、自律移動型ロボット1が自己の位置及び自己の方向の少なくとも一方を調整する動作である。こうして、自律移動型ロボット1が搭載カメラ11の撮像画像を用いて位置及び方向の調整を行うことで、撮像画像に含まれるQRコードC1の読み取りの可能化を図ることができる。

[0062] 本実施形態における調整動作は、自律移動型ロボット1が、回復用位置情報に対応する回復位置Psで、回復用方向情報に対応する回復方向Drを向くように、駆動部14を介して自律移動型ロボット1の位置及び方向を調整する動作である。ただし、誘導システム30による誘導の直後、既に、自律移動型ロボット1が、回復用位置情報に対応する回復位置Psで、回復用方向情報に対応する回復方向Drを向いていれば、調整動作を行う必要はない

。

[0063] 位置回復部121は、搭載カメラ11で撮像された撮像画像を基に、自律移動型ロボット1が、回復用位置情報に対応する回復位置 P_s で、回復用方向情報に対応する回復方向 D_r を向くように、駆動部14を介して自律移動型ロボット1の位置及び方向、の少なくとも一方を調整する。

[0064] これによって、自律移動型ロボット1の位置及び方向の、回復用位置情報及び回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。言い換えると、自律移動型ロボット1の位置及び方向と、回復用位置情報及び回復用方向情報に対応する回復位置 P_s 及び回復方向 D_r と、の一致を図ること、又は一致度の向上を図ること、が可能となる。

[0065] (3-1-5c) 調整用画像

位置回復部121は、搭載カメラ11で撮像された撮像画像に含まれている調整用画像 F_i を用いて、自律移動型ロボット1に調整動作を行わせる。調整用画像 F_i とは、自律移動型ロボット1に調整動作を行わせるための画像である。

[0066] 調整用画像 F_i は、例えば図7Aに示すような、一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} である。一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} は、マーカ M_I の表面において、QRコード C_1 を挟んで左右対称な位置に配置される。一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の各々は、同じ大きさの正方形形状を有する。

[0067] なお、左右対称な位置は、完全に左右対称な位置に限らず、左右対称な位置であるとみなし得る位置であればよい。例えば、QRコード C_1 から一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の一方（例えば画像 F_{iL} ）までの距離と、QRコード C_1 から一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の他方（例えば画像 F_{iR} ）までの距離と、の差分が閾値以下であれば、左右対称な位置と見なしてよい。

[0068] ただし、一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の各々の形状は、例えば、円形又は楕円形、矩形以外の多角形などでもよく、形状の種類は問わない。また、本実施形態では、搭載カメラ11から一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の各々までの距離 d_L 及び d_R 、を計測できればよい。ため、一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR}

Rは、互いに異なる形状を有していてもよいし、大きさが互いに異なっても構わない。

[0069] なお、搭載カメラ11から画像F i Lまでの距離とは、2つのレンズに対応する2つの中心点、の間の中点から、画像F i Lの中心点までの距離である（搭載カメラ11から画像F i Rまでの距離、及び搭載カメラ11からQRコードC1までの距離についても同様）。

[0070] 回復位置P sとは、位置回復部121が位置回復処理を行った直後の自律移動型ロボット1の位置である。回復方向D rとは、位置回復部121が位置回復処理を行った直後の自律移動型ロボット1の方向である。

[0071] このように、撮像画像が、QRコードC1を挟んで左右対称な位置に配置される一対の画像F i L及びF i R、を含むことで、調整動作のより一層の容易化を図ることができる。なお、調整動作は、撮像画像に含まれるQRコードC1に基づいて行うことも可能であるが、QRコードC1と比べて左右の間隔がより大きい一対の画像F i L及びF i R、を用いることで、調整動作の容易化が図られる。

[0072] （3-1-6）回復用位置情報及び回復用方向情報の具体的な取得方法

本実施形態における搭載カメラ11は、動画を出力する。前述した撮像画像は、搭載カメラ11から出力される動画を構成する複数の静止画像、のいずれか1つである。位置回復部121は、複数の静止画像が所定の条件を満たすか否かを順次判断し、所定の条件を満たすと判断した時点に対応する静止画像、を基に回復用位置情報及び回復用方向情報を取得する。

[0073] （3-1-7）所定の条件

所定の条件は、カメラ11及びマーカM1の間の位置関係に関する条件である。こうして、カメラ11からの動画を基に、所定の条件を満たす静止画像を用いてQRコードC1の読み取りを行うことで、自律移動型ロボット1の位置及び方向の、回復用位置情報及び回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。

[0074] （3-1-7a）正対条件

所定の条件は、正対条件を含む。正対条件とは、カメラ11が、マーカM1に付されたQRコードC1に正対している、という条件である。

[0075] 位置回復部121は、動画を構成する複数の静止画像、つまり搭載カメラ11から順次出力される複数の静止画像、のうち、搭載カメラ11から、マーカM1に付された一対の画像F_{iL}及びF_{iR}の各々、までの距離d_L及びd_R（図7A参照）、が等距離（d_L=d_R）である時点に対応する静止画像が、正対条件を満たすと判断する。

[0076] 本実施形態では、搭載カメラ11がステレオカメラであり、2つのレンズに対応する2つの撮像画像の間の視差を基に、搭載カメラ11からマーカM1の表面の一対の画像F_{iL}及びF_{iR}の各々までの距離d_L及びd_Rが計算される。そして、計算された2つの距離d_L及びd_Rが互いに一致する静止画像が、正対条件を満たすと判断される。

[0077] このように、動画を構成する複数の静止画像のうち、正対条件を満たす静止画像を用いることで、自律移動型ロボット1の方向の、回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。

[0078] (3-1-7b) 距離条件

所定の条件は、距離条件を更に含む。距離条件とは、自律移動型ロボット1（搭載カメラ11）が、マーカM1に付されたQRコードC1から所定の距離d_Cだけ離れた位置にある、という条件である。

[0079] 所定の距離d_Cとは、図7A及び図7Bに示すように、位置回復部121が位置回復処理を行った直後における、自律移動型ロボット1（搭載カメラ11）と、マーカM1に付されたQRコードC1と、の間の距離である。

[0080] なお、自律移動型ロボット1（搭載カメラ11）と、マーカM1に付されたQRコードC1と、の間の距離は、自己位置情報が示す位置（自己位置）と、マーカ位置情報が示す位置（マーカ位置）と、の間の距離であり、自己位置とマーカ位置との間の距離は、自己位置情報及びマーカ位置情報を基に算出される。

[0081] 位置回復部121は、正対条件を満たすと判断した静止画像について、自

自律移動型ロボット 1（搭載カメラ 1 1）からマーカ M 1 に付された一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の各々までの距離 d_L 及び d_R の少なくとも一方を基に、自律移動型ロボット 1（搭載カメラ 1 1）からマーカ M 1 に付された QR コード C 1 までの距離を求める。

[0082] なお、搭載カメラ 1 1 からマーカ M 1 に付された一対の画像 F_{iL} 及び F_{iR} の各々までの距離 d_L 及び d_R は、例えば、ステレオカメラである搭載カメラ 1 1 を構成する 2 つのレンズ、の間の距離と、2 つのレンズに対応する 2 つの撮像画像の間の視差と、を基に算出可能である。

[0083] また、自律移動型ロボット 1（搭載カメラ 1 1）からマーカ M 1 に付された QR コード C 1 までの距離は、例えば、2 つのレンズに対応する 2 つの中心点、の間の中心点（図 7 A 及び図 7 B の例では、回復位置 P_s に対応する点）から、画像 F_{iL} 及び F_{iR} の一方（例えば、画像 F_{iL} ）に向かう方向と、搭載カメラ 1 1 の光軸の方向と、のなす角度と、上記中心点（ P_s ）から画像 F_{iL} までの距離 d_L と、を基に算出可能である。なお、画像 F_{iL} に向かう方向とは、画像 F_{iL} の中心点に向かう方向である（画像 F_{iR} に向かう方向、及び QR コード C 1 に向かう方向についても同様）。

[0084] そして、位置回復部 1 2 1 は、求めた距離（搭載カメラ 1 1 から QR コード C 1 までの距離）と、マーカ位置情報が示す所定の位置（マーカ位置）及び回復用位置情報が示す回復位置 P_s の間の距離と、の差分が閾値以下である場合に、距離条件を更に満たす（搭載カメラ 1 1 が QR コード C 1 から所定の距離 d_C だけ離れた位置にある）と判断する。

[0085] このように、正対条件及び距離条件を満たす静止画像を用いることで、自律移動型ロボット 1 の位置の、回復用位置情報との整合性の向上を図ることができる。

[0086] （3-2）測位システム及び誘導システム

図 2 に示すように、測位システム 2 0 は、サーバ 2 と、監視カメラ 3 と、を備える。誘導システム 3 0 は、サーバ 2 と、通信部 1 5 と、を備える。

[0087] （3-2-1）サーバ

サーバ２は、処理部２１と記憶部２２と通信部２３とを備える。

[0088] 記憶部２２は、各種の情報を記憶する。各種の情報は、例えば、回復用位置情報及び回復用方向情報である。また、各種の情報には、地図情報なども含まれる。なお、サーバ２側の記憶部２２に記憶される地図情報は、自律移動型ロボット１の記憶部１３に記憶される地図情報と同じでなくてもよく、例えば、位置画像情報を含まなくてもよい。

[0089] 通信部２３は、自律移動型ロボット１側の通信部１５との間で、通信機４を介した無線通信を行う。

[0090] 処理部２１は、各種の処理を行う。各種の処理は、例えば、測位処理、及び誘導処理などである。

[0091] (３－２－１ a) 測位処理

処理部２１は、監視カメラ３からの監視画像を基に、測位処理を行う。測位処理とは、自律移動型ロボット１の位置を測位する処理である。ステレオカメラである監視カメラ３からは、２つのレンズに対応する２つの撮像画像が出力される。処理部２１は、監視カメラ３からの２つの撮像画像、の間の視差を利用した測位処理を行い、自律移動型ロボット１の位置情報を取得する。

[0092] 処理部２１は、こうして取得した位置情報を、誘導システム３０に出力する。これによって、前述した測位システム２０の機能が実現される。

[0093] (３－２－１ b) 誘導処理

また、処理部２１は、自律移動型ロボット１が自己位置喪失状態となった場合に、通信部２３、及び自律移動型ロボット１側の通信部１５を介して、誘導処理を行う。

[0094] 誘導処理とは、自己位置喪失状態となった自律移動型ロボット１をマーカＭ１（特に、最寄りのマーカ）に向けて誘導する処理である。

[0095] 処理部２１は、通信部２３が自律移動型ロボット１から喪失信号を受信した場合に、複数のマーカＭ１に対応する複数のマーカ位置情報のうち、測位システム２０からの位置情報に最も近似するマーカ位置情報を特定し、特定

したマーカ位置情報が示すマーカ位置への誘導信号の生成を生成する。そして、処理部 2 1 は、生成した誘導信号を、通信部 2 3 を介して自律移動型ロボット 1 に送信する。自律移動型ロボット 1 では、通信部 1 5 が誘導信号を受信し、処理部 1 2 が駆動部 1 4 を介して誘導信号に基づく移動を実現する。

[0096] また、処理部 2 1 は、測位システム 2 0 からの位置情報とマーカ位置情報とを基に、自律移動型ロボット 1 がマーカ M 1 に接近していない（例えば、マーカ M 1 から遠ざかっている）と判断される場合に、方向修正指示（例えば、移動方向を反転する指示）を、通信部 2 3 を介して自律移動型ロボット 1 に送信する。自律移動型ロボット 1 では、通信部 1 5 が方向修正指示を受信し、処理部 1 2 が駆動部 1 4 を介して移動方向の修正（例えば、移動方向を反転する動作を行う）。

[0097] さらに、処理部 2 1 は、測位システム 2 0 からの位置情報とマーカ位置情報とを基に、自律移動型ロボット 1 がマーカ M 1 の近傍に到達したと判断された場合に、通信部 2 3 を介して自律移動型ロボット 1 に位置回復指示を送信する。自律移動型ロボット 1 では、通信部 1 5 が位置回復指示を受信し、位置回復部 1 2 1 がマーカ M 1 を利用した位置回復を行う。これによって、誘導システム 3 0 の機能が実現される。

[0098] （４）動作例

自律移動型ロボット 1 は、図 3 及び図 4 のフローチャートに従って動作する。なお、図 3 及び図 4 の処理は、ロボット管理システム 1 0 0 の起動に応じて開始され、動作停止に応じて終了される。

[0099] 図 3 及び図 4 に示すように、最初に、処理部 1 2 は、搭載カメラ 1 1 からの画像（撮像画像）の取得を行う（ステップ S 1）。なお、搭載カメラ 1 1 からは動画が出力されており、ステップ S 1 では、動画を構成する複数の静止画像のうち 1 つが順次取得される。

[0100] 次に、処理部 1 2 は、ステップ S 1 で取得された撮像画像、及び記憶部 1 3 に記憶されている地図情報（位置画像情報）を基に、自律移動型ロボット

1の自己の位置及び自己の方向の検出（位置・方向検出処理）を行う（ステップS2）。次に、処理部12は、ステップS2での検出結果を基に、記憶部13に記憶されている自己位置情報及び自己方向情報の更新を行う（ステップS3）。

[0101] 次に、処理部12は、記憶部13に記憶されている自己位置情報及び自己方向情報、及び記憶部13に記憶されている地図情報を基に、自律移動型ロボット1が位置喪失したか否かを判断する（ステップS4）。自律移動型ロボット1が位置喪失していない（ステップS4でNo）と判断された場合、処理はステップS12に進む。

[0102] ステップS4で自律移動型ロボット1が位置喪失した（Yes）と判断された場合、処理部12は、通信部15を介して、誘導システム30（サーバ2）への喪失信号送信の送信を行う（ステップS5）。

[0103] 次に、処理部12は、通信部15が誘導信号を受信したか否かを判断する（ステップS6）。通信部15が誘導信号を受信していない（ステップS6でNo）と判断された場合、処理はステップS8に進む。

[0104] ステップS6で通信部15が誘導信号を受信した（Yes）と判断された場合、処理部12は、駆動部14を介して誘導信号に基づく移動を実現する（ステップS7）。その後、処理はステップS6に戻る。

[0105] ステップS6で通信部15が誘導信号を受信していない（No）と判断された場合、処理部12は、通信部15が方向修正指示を受信したか否かを判断する（ステップS8）。通信部15が方向修正指示を受信していない（ステップS8でNo）と判断された場合、処理はステップS10に進む。

[0106] ステップS8で通信部15が方向修正指示を受信した（Yes）と判断された場合、処理部12は、駆動部14を介して方向修正を行う（ステップS9）。これによって、自律移動型ロボット1の移動方向が、例えば、反対方向に修正（反転）される。その後、処理はステップS6に戻る。

[0107] ステップS8で通信部15が方向修正指示を受信していない（No）と判断された場合、処理部12は、通信部15が位置回復指示を受信したか否か

を判断する（ステップS 1 0）。通信部1 5が位置回復指示を受信していない（ステップS 1 0でN o）と判断された場合、処理はステップS 6に戻る。

[0108] ステップS 1 0で通信部1 5が位置回復指示を受信した（Y e s）と判断された場合、は、位置回復部1 2 1は、マーカM 1を利用した位置回復（位置回復処理）を行う（ステップS 1 1）。なお、位置回復処理については後述する。その後、処理はステップS 1 2に進む。

[0109] ステップS 1 2では、処理部1 2は、記憶部1 3に記憶されている自己位置情報及び自己方向情報、及び記憶部1 3に記憶されている地図情報などを基に、駆動部1 4を介した自律移動を行う。その後、処理はステップS 6に戻る。

[0110] 上記ステップS 1 1の位置回復処理は、例えば、図5のフローチャートに従って実行される。

[0111] 最初に、位置回復部1 2 1は、搭載カメラ1 1からの画像（撮像画像）の取得を行う（ステップS 1 1 1）。なお、ステップS 1 1 1では、搭載カメラ1 1から出力される動画を構成する複数の静止画像のうち1つが順次取得される。

[0112] 次に、位置回復部1 2 1は、ステップS 1 1 1で取得された撮像画像（以下、単に「撮像画像」と記す場合がある）に一对の画像F i L及びF i Rが含まれているか否か（一对の画像F i L及びF i Rの有無）を判断する（ステップS 1 1 2）。一对の画像F i L及びF i Rがない（ステップS 1 1 2でN o）と判断された場合、処理はステップS 1 1 5に進む。

[0113] ステップS 1 1 2で一对の画像F i L及びF i Rがある（Y e s）と判断された場合、位置回復部1 2 1は、一对の画像F i L及びF i Rを基に、撮像画像が正対条件を満たすか否かを判断する（ステップS 1 1 3）。撮像画像が正対条件を満たさない（ステップS 1 1 3でN o）と判断された場合、処理はステップS 1 1 5に進む。

[0114] ステップS 1 1 3で撮像画像が正対条件を満たす（Y e s）と判断された

場合、位置回復部 121 は、撮像画像が距離条件を満たすか否かを判断する（ステップ S 114）。撮像画像が距離条件を満たさない（ステップ S 114 で No）と判断された場合、処理はステップ S 115 に進む。撮像画像が距離条件を満たす（ステップ S 114 で Yes）と判断された場合、処理はステップ S 116 に進む。

[0115] ステップ S 115 では、位置回復部 121 は、駆動部 14 を介して位置及び方向の少なくとも一方の調整を行う。これによって、自律移動型ロボット 1 の位置の回復位置 P s への近接化、及び自律移動型ロボット 1 の方向の回復方向 D r への近接化、の少なくとも一方が図られる。その後、処理はステップ S 111 に戻る。

[0116] ステップ S 114 で撮像画像が距離条件を満たす（Yes）と判断された場合、位置回復部 121 は、撮像画像を用いた QR コード C 1 の読み取りを行う（ステップ S 116）。これによって、QR コード C 1 に対応付いている回復用位置情報及び回復用方向情報が読み取られる。このとき、自律移動型ロボット 1 は、回復位置 P s で回復方向 D r を向いている。

[0117] 次に、位置回復部 121 は、ステップ S 116 での読み取り結果を基に、記憶部 13 に記憶されている自己位置情報及び自己方向情報の更新を行う（ステップ S 117）。こうして、自己位置情報及び自己方向情報が、回復用位置情報及び回復用方向情報に更新される結果、自律移動型ロボット 1 の位置及び方向は、回復用位置情報及び回復用方向情報と整合する。これにより、自律移動型ロボット 1 の位置回復が図られる。その後、処理は上位のフローチャート（図 3 及び図 4 参照）に戻る。

[0118] 誘導システム 30（サーバ 2）は、図 6 のフローチャートに従って動作する。なお、図 6 の処理は、ロボット管理システム 100 の起動に応じて開始され、動作停止に応じて終了される。また、図 6 のフローチャートでは、測位システム 20 の測位結果が、誘導システム 30 に随時出力されているものとする。

[0119] 最初に、誘導システム 30 は、通信部 23 が自律移動型ロボット 1 からの

喪失信号を受信したか否かを判断する（ステップS 2 1）。通信部2 3が自律移動型ロボット1からの喪失信号を受信していない（ステップS 2 1でN o）と判断された場合、処理はステップS 2 1に戻る。

[0120] ステップS 2 1で通信部2 3が自律移動型ロボット1からの喪失信号を受信した（Y e s）と判断された場合、誘導システム3 0は、複数のマーカM 1のうち、自律移動型ロボット1の最寄りのマーカM 1、の特定を行う（ステップS 2 2）。詳しくは、誘導システム3 0は、複数のマーカM 1に対応する複数のマーカ位置情報のうち、測位システムからの位置情報に最も近似するマーカ位置情報を特定し、特定したマーカ位置情報に対応するマーカM 1を最寄りのマーカM 1とする。

[0121] 次に、誘導システム3 0は、ステップS 2 2で特定した最寄りのマーカM 1（以下、単に「マーカM 1」と記す場合がある）への誘導信号の生成、及び生成した誘導信号の自律移動型ロボット1への送信を行う（ステップS 2 3）。

[0122] 次に、誘導システム3 0は、自律移動型ロボット1がマーカM 1に接近したか否かを、測位システム2 0による測位結果と、マーカM 1に対応するマーカ位置情報と、を基に判断する（ステップS 2 4）。自律移動型ロボット1がマーカM 1に接近していない（ステップS 2 4でN o）と判断された場合、誘導システム3 0は、自律移動型ロボット1への方向変更指示の送信を行う（ステップS 2 5）。その後、処理はステップS 2 3に戻る。

[0123] ステップS 2 4で自律移動型ロボット1がマーカM 1に接近した（Y e s）と判断された場合、誘導システム3 0は、自律移動型ロボット1がマーカM 1の近傍に到達したか否かを判断する（ステップS 2 6）。自律移動型ロボット1がマーカM 1の近傍に到達していない（ステップS 2 6でN o）と判断された場合、処理はステップS 2 3に戻る。

[0124] ステップS 2 6で自律移動型ロボット1がマーカM 1の近傍に到達した（Y e s）と判断された場合、誘導システム3 0は、自律移動型ロボット1への位置回復指示の送信を行う（ステップS 2 7）。その後、処理はステップ

S 2 1 に戻る。

[0125] (5) 変形例

この変形例では、領域 A 1 に配置されるマーカ M 1 の数は 1 つであってもよい。マーカ M 1 の数が 1 つの場合、図 6 のフローチャートにおいて、ステップ S 2 2 は省略される。

[0126] マーカ M 1 に付される Q R コード C 1 は、Q R コードに限らず、例えば、バーコードやその他のコードでもよい。コード C 1 は、領域 A 1 内においてユニークな画像（一意に識別可能な図案など）であればよく、例えば、道路案内等の看板、建物に付された企業のロゴマーク、などでも構わない。

[0127] マーカ M 1 は、例えば、特定の建造物（ビル等）又は特定の自然物（樹木等）のランドマークであり、ランドマークのユニークな形状が、撮像画像に含まれるコード C 1 として機能してもよい。

[0128] 搭載カメラ 1 1 は、自律移動型ロボット 1 の頭部又は他の部位に、回動可能に取り付けられていてもよい。搭載カメラ 1 1 は、例えば、自律移動型ロボット 1 が停止している状態で、自律移動型ロボット 1 の前後左右を撮像可能であってもよい。この場合も、自律移動型ロボット 1 が調整動作を行う際には、搭載カメラ 1 1 の光軸が自律移動型ロボット 1 の前方（正面）を向くように固定されることが、調整動作の容易化のためには好適である。ただし、搭載カメラ 1 1 がマーカ M 1 に対して正対していれば、自律移動型ロボット 1 の本体は、必ずしもマーカ M 1 に対して正対していなくてもよい。

[0129] 搭載カメラ 1 1 は、ステレオカメラに限らず、単一のレンズを有する単眼カメラでもよい。この場合、一对の画像 F i L 及び F i R は、Q R コード C 1 を挟んで左右対称な位置にあり、かつ互いに合同な形状を有する。つまり、一对の画像 F i L 及び F i R は、共通の形状及び共通の大きさを有する。共通の形状の種類は問わない。そして、例えば、撮像画像において、一对の画像 F i L 及び F i R の大きさが左右均等（互いに合同）である場合に、その撮像画像は、正対条件を満たすと判断されてもよい。また、正対条件を満たすと判断された撮像画像において、一对の画像 F i L 及び F i R のいずれ

か（例えば、画像 F i L）の大きさが所定の大きさである場合に、その撮像画像は、距離条件をも満たすと判断されてもよい。

[0130] 自律移動型ロボット 1 は、ビーコン送信機を更に備え、通信機 4 は、ビーコン送信機からの識別信号（電波）を受信するスキャナの機能を更に有していてもよい（又は、測位システム 20 は、監視カメラ 3 に代えて、スキャナを備えていてもよいし、監視カメラ 3 が、スキャナの機能を更に有していても構わない）。この場合、測位システム 20 は、自律移動型ロボット 1 が備えるビーコン送信機からの識別信号（電波）をスキャナで受信し、受信した識別信号の受信信号強度等の情報を基に、測位を行ってもよい。

[0131] 自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態にあるか否かの判断は、誘導システム 30（サーバ 2）によって行われてもよい。この場合、自律移動型ロボット 1 は、自己位置情報を誘導システム 30（サーバ 2）に送信し、誘導システム 30（サーバ 2）が、自律移動型ロボット 1 からの自己位置情報と、測位システム 20 からの測位結果とを基に、自律移動型ロボット 1 が位置喪失状態にあるか否かを判断してもよい。

[0132] 自律移動型ロボット 1 が、サーバ 2 の測位機能及び誘導機能、の一部を有していてもよい。この場合、自律移動型ロボット 1 側の通信部 15 及びサーバ 2 側の通信部 23、のうち一方（例えば、通信部 23）は、自律移動型ロボット 1 の構成から除かれ、他方（例えば、通信部 15）が、監視カメラ 3 との間で無線通信を行う。また、自律移動型ロボット 1 に、搭載カメラ 11 に加えて、加速度センサ及びジャイロスコープ等の動きセンサ、及び地磁気センサなどを含むセンサ群、を更に搭載することで、誘導システム 30 の測位機能及び誘導機能のより多くの部分を、自律移動型ロボット 1 がサーバ 2 なしで実現してもよい。

[0133] （6）まとめ

第 1 の態様に係るロボット管理システム（100）は、カメラ（11）備える自律移動型ロボット（1）と、測位システム（20）と、記憶部（22）を含む誘導システム（30）と、を備える。自律移動型ロボット（1）は

、所定の領域（A 1）内での自己の位置及び自己の方向を認識して自律移動する。測位システム（2 0）は、所定の領域（A 1）内での自律移動型ロボット（1）の位置を測位する。所定の領域（A 1）内の所定の位置に、コード（C 1）が付されたマーカ（M 1）が設けられている。コード（C 1）には、回復用位置情報及び回復用方向情報が対応付いている。回復用位置情報及び回復用方向情報は、自律移動型ロボット（1）が位置喪失状態から位置認識状態に回復するための情報である。位置喪失状態は、自律移動型ロボット（1）が少なくとも自己の位置を誤認している状態であり、位置認識状態は、自律移動型ロボット（1）が自己の位置及び自己の方向を認識している状態である。記憶部（2 2）は、マーカ（M 1）について所定の位置を示すマーカ位置情報を記憶しており、誘導システム（3 0）は、自律移動型ロボット（1）が位置喪失状態にあると判断した場合に、マーカ位置情報及び測位システムによる測位結果を基に、自律移動型ロボット（1）を所定の位置に向けて誘導する。自律移動型ロボット（1）は、位置回復部（1 2 1）を備える。位置回復部（1 2 1）は、誘導システム（3 0）による誘導の後、カメラ（1 1）で撮像された撮像画像を基に、撮像画像に含まれているマーカ（M 1）に付されたコード（C 1）に対応付いている回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することにより、自律移動型ロボット（1）を位置喪失状態から位置認識状態に回復させる。

[0134] この態様によれば、自律移動型ロボット（1）が位置喪失した場合、誘導システム（3 0）が自律移動型ロボット（1）をマーカ（M 1）に向けて誘導し、自律移動型ロボット（1）は、マーカ（M 1）に付されたコード（C 1）を読み取って回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することで、自律移動型ロボット（1）の位置回復の容易化を図ることができる。

[0135] 第2の態様に係るロボット管理システム（1 0 0）では、第1の態様において、位置回復部（1 2 1）は、カメラ（1 1）で撮像された撮像画像を基に、撮像画像に含まれているマーカ（M 1）に付されているコード（C 1）の読み取りが可能となるように、自律移動型ロボット（1）に調整動作を行

わせる。調整動作は、自己の位置及び自己の方向の少なくとも一方を調整する動作である。

[0136] この態様によれば、自律移動型ロボット（１）がカメラ（１１）の撮像画像を用いて位置及び方向の調整を行うことで、撮像画像に含まれるコード（Ｃ１）の画像に基づくコード（Ｃ１）の読み取りの可能化を図ることができる。

[0137] 第３の態様に係るロボット管理システム（１００）では、第１又は第２の態様において、位置回復部（１２１）は、カメラ（１１）で撮像された撮像画像を基に、自律移動型ロボット（１）が回復用位置情報に対応する回復位置（Ｐｓ）で回復用方向情報に対応する回復方向（Ｄｒ）を向くように、調整動作を自律移動型ロボット（１）に行わせる。調整動作は、自己の位置及び自己の方向の少なくとも一方を調整する動作である。

[0138] この態様によれば、自律移動型ロボット（１）の位置及び方向の、回復用位置情報及び回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。

[0139] 第４の態様に係るロボット管理システム（１００）では、第３の態様において、マーカ（Ｍ１）には、調整用画像（Ｆｉ）が更に付されている。調整用画像（Ｆｉ）は、自律移動型ロボット（１）に調整動作を行わせるための画像である。位置回復部（１２１）は、カメラ（１１）で撮像された撮像画像を基に、撮像画像に含まれている調整用画像（Ｆｉ）を用いて自律移動型ロボット（１）に調整動作を行わせる。

[0140] この態様によれば、撮像画像が調整用画像を含むことで、調整動作の容易化を図ることができる。

[0141] 第５の態様に係るロボット管理システム（１００）では、第４の態様において、調整用画像（Ｆｉ）は、一対の画像（ＦｉＬ及びＦｉＲ）である。一対の画像（ＦｉＬ及びＦｉＲ）は、コード（Ｃ１）を挟んで左右対称な位置に配置される。

[0142] この態様によれば、撮像画像が、コード（Ｃ１）を挟んで左右対称な位置に配置された一対の画像（ＦｉＬ及びＦｉＲ）を含むことで、調整動作のよ

り一層の容易化を図ることができる。

- [0143] 第6の態様に係るロボット管理システム(100)では、第5の態様において、カメラ(11)は、動画を出力する。撮像画像は、動画を構成する複数の静止画像のいずれか1つである。位置回復部(121)は、複数の静止画像が所定の条件を満たすか否かを順次判断し、所定の条件を満たすと判断した時点、に対応する静止画像、を基に回復用位置情報及び回復用方向情報を取得する。所定の条件は、カメラ(11)及びマーカ(M1)の間の位置関係に関する条件である。
- [0144] この態様によれば、カメラ(11)からの動画を基に、所定の条件を満たす静止画像を用いてコード(C1)の読み取りを行うことで、自律移動型ロボット(1)の位置及び方向の、回復用位置情報及び回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。
- [0145] 第7の態様に係るロボット管理システム(100)では、第6の態様において、所定の条件は、正対条件を含む。正対条件は、カメラ(11)が、マーカ(M1)に付されたコード(C1)に正対している、という条件である。位置回復部(121)は、複数の静止画像のうち、カメラ(11)からマーカ(M1)に付された一対の画像(FiL及びFiR)の各々までの距離(dL及びdR)が等距離($dL = dR$)である時点、に対応する静止画像が、正対条件を満たすと判断する。
- [0146] この態様によれば、正対条件を満たす静止画像を用いることで、自律移動型ロボット(1)の方向の、回復用方向情報との整合性の向上を図ることができる。
- [0147] 第8の態様に係るロボット管理システム(100)では、第7の態様において、所定の条件は、距離条件を更に含む。距離条件は、カメラ(11)が、マーカ(M1)に付されたコード(C1)から所定の距離だけ離れた位置にある、という条件である。位置回復部(121)は、正対条件を満たすと判断した静止画像について、カメラ(11)からマーカ(M1)に付された一対の画像(FiL及びFiR)の各々までの距離(dL及びdR)の少な

くとも一方を基に、カメラ（１１）からマーカ（Ｍ１）に付されたコード（Ｃ１）までの距離を求める。そして、位置回復部（１２１）は、求めた距離と、マーカ位置情報が示す所定の位置及び回復用位置情報が示す回復位置の間の距離と、の差分が閾値以下である場合に、距離条件を更に満たすと判断する。

[0148] この態様によれば、距離条件を満たす静止画像を用いることで、自律移動型ロボット（１）の位置の、回復用位置情報との整合性の向上を図ることができる。

[0149] 第９の態様に係るロボット管理システム（１００）では、第１～第８のいずれかの態様において、所定の領域（Ａ１）内には、複数のマーカ（Ｍ１）が設けられている。マーカ（Ｍ１）は、複数のマーカ（Ｍ１）のいずれか１つである。所定の位置は、複数のマーカ（Ｍ１）に対応する複数の所定の位置、のいずれか１つである。誘導システム（３０）は、位置喪失状態にある自律移動型ロボット（１）を、複数の所定の位置のうち自律移動型ロボット（１）に最も近い所定の位置に向けて誘導する。

[0150] この態様によれば、誘導システム（３０）による誘導時間の短縮を図ることができる。また、自律移動型ロボット（１）が自律移動可能な範囲（特に、位置喪失しても回復可能な範囲）の拡大を図ることができる。

[0151] 第１０の態様に係るロボット管理システム（１００）では、第１～第９のいずれかの態様において、カメラ（１１）は搭載カメラ（１１）である。測位システム（２０）は、監視カメラ（３）及び通信機（４）の少なくとも一方を含む。監視カメラ（３）は、所定の領域（Ａ１）内に設置されている。通信機（４）は、所定の領域内に設置され、自律移動型ロボット（１）との間で電波の送信及び受信の少なくとも一方を行う。

[0152] この態様によれば、既存の設備を活用して、測位システム（２０）及び誘導システム（３０）の実現を図ることができる。

[0153] 第１１の態様に係る位置回復方法は、カメラ（１１）を備える自律移動型ロボット（１）が位置喪失状態から位置認識状態に回復する位置回復方法で

ある。自律移動型ロボット（１）は、所定の領域（Ａ１）内での自己の位置及び自己の方向を認識して自律移動する。位置喪失状態は、自律移動型ロボット（１）が少なくとも自己の位置を誤認している状態であり、位置認識状態は、自律移動型ロボット（１）が自己の位置及び自己の方向を認識している状態である。所定の領域（Ａ１）内の所定の位置に、コード（Ｃ１）が付されたマーカ（Ｍ１）が設けられる。コード（Ｃ１）には、自律移動型ロボット（１）が位置喪失状態から位置認識状態に回復するための回復用位置情報及び回復用方向情報、が対応付いている。位置回復方法は、マーカ（Ｍ１）について、誘導ステップ（Ｓ２１～Ｓ２７）と、位置回復ステップ（Ｓ１１，Ｓ１１１～Ｓ１１７）と、を含む。誘導ステップ（Ｓ２１～Ｓ２７）では、自律移動型ロボット（１）が位置喪失状態にあると判断した場合に、所定の位置を示すマーカ位置情報及び前記自律移動型ロボット（１）の位置の測位に関する測位結果を基に、自律移動型ロボット（１）を所定の位置に向けて誘導する。位置回復ステップ（Ｓ１１，Ｓ１１１～Ｓ１１７）では、誘導ステップ（Ｓ２１～Ｓ２７）による誘導の後、カメラ（１１）で撮像された撮像画像を基に、撮像画像に含まれているマーカ（Ｍ１）に付されたコード（Ｃ１）、に対応付いている回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することにより、自律移動型ロボット（１）を位置喪失状態から位置認識状態に回復させる。

- [0154] この態様によれば、自律移動型ロボット（１）が位置喪失した場合、自律移動型ロボット（１）をマーカ（Ｍ１）に向けて誘導し、自律移動型ロボット（１）は、マーカ（Ｍ１）に付されたコード（Ｃ１）を読み取って回復用位置情報及び回復用方向情報を取得することで、自律移動型ロボット（１）の位置回復の容易化を図ることができる。

符号の説明

- [0155] １００ ロボット管理システム
１ 自律移動型ロボット
１１ 搭載カメラ（カメラ）

1 2 1 位置回復部

2 2 記憶部

3 監視カメラ

4 通信機

2 0 測位システム

3 0 誘導システム

M 1 マーカ

C 1 コード

F i 調整用画像

F i L 及び F i R 一対の画像

D r 回復方向

P s 回復位置

d C 所定の距離

d L 及び d R 一対の画像の各々までの距離

請求の範囲

[請求項1] カメラを備え、所定の領域内での自己の位置及び自己の方向を認識して自律移動する自律移動型ロボットと、

前記所定の領域内での前記自律移動型ロボットの位置を測位する測位システムと、

前記所定の領域内の所定の位置に設けられ、前記自律移動型ロボットが少なくとも前記自己の位置を誤認している位置喪失状態から、前記自律移動型ロボットが前記自己の位置及び前記自己の方向を認識している位置認識状態に回復するための回復用位置情報及び回復用方向情報、が対応付いているコードが付されたマーカ、について、前記所定の位置を示すマーカ位置情報を記憶している記憶部を含み、前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態にあると判断した場合に、前記マーカ位置情報及び前記測位システムによる測位結果を基に、前記自律移動型ロボットを前記所定の位置に向けて誘導する誘導システムと、を備え、

前記自律移動型ロボットは、前記誘導システムによる誘導の後、前記カメラで撮像された撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれている前記マーカに付された前記コード、に対応付いている前記回復用位置情報及び前記回復用方向情報を取得することにより、前記自律移動型ロボットを前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復させる位置回復部、を備える、

ロボット管理システム。

[請求項2] 前記位置回復部は、前記カメラで撮像された前記撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれている前記マーカに付されている前記コードの読み取りが可能となるように、前記自己の位置及び前記自己の方向の少なくとも一方を調整する調整動作を前記自律移動型ロボットに行わせる、

請求項1に記載のロボット管理システム。

- [請求項3] 前記位置回復部は、前記カメラで撮像された前記撮像画像を基に、前記自律移動型ロボットが前記回復用位置情報に対応する回復位置で前記回復用方向情報に対応する回復方向を向くように、前記自己の位置及び前記自己の方向の少なくとも一方を調整する調整動作を前記自律移動型ロボットに行わせる、
- 請求項1又は2に記載のロボット管理システム。
- [請求項4] 前記マーカには、前記自律移動型ロボットに前記調整動作を行わせるための調整用画像が更に付されており、
- 前記位置回復部は、前記カメラで撮像された前記撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれている前記調整用画像を用いて前記調整動作を前記自律移動型ロボットに行わせる、
- 請求項3に記載のロボット管理システム。
- [請求項5] 前記調整用画像は、前記コードを挟んで左右対称な位置に配置される一対の画像である、
- 請求項4に記載のロボット管理システム。
- [請求項6] 前記カメラは、動画を出力し、
- 前記撮像画像は、前記動画を構成する複数の静止画像のいずれか1つであり、
- 前記位置回復部は、前記複数の静止画像が、前記カメラ及び前記マーカの間の位置関係に関する所定の条件を満たすか否かを順次判断し、前記所定の条件を満たすと判断した時点、に対応する静止画像を基に、前記回復用位置情報及び前記回復用方向情報を取得する、
- 請求項5に記載のロボット管理システム。
- [請求項7] 前記所定の条件は、前記カメラが、前記マーカに付された前記コードに正対しているという正対条件を含み、
- 前記位置回復部は、前記複数の静止画像のうち、前記カメラから前記マーカに付された前記一対の画像の各々までの距離が等距離である時点、に対応する静止画像が、前記正対条件を満たすと判断する、

請求項6に記載のロボット管理システム。

[請求項8]

前記所定の条件は、前記カメラが、前記マーカに付された前記コードから所定の距離だけ離れた位置にあるという距離条件を更に含み、
前記位置回復部は、前記正対条件を満たすと判断した静止画像について、

前記カメラから前記マーカに付された前記一対の画像の各々までの距離の少なくとも一方を基に、前記カメラから前記マーカに付された前記コードまでの距離を求め、

求めた前記距離と、前記マーカ位置情報が示す前記所定の位置及び前記回復用位置情報に対応する前記回復位置の間の距離と、の差分が閾値以下である場合に、前記距離条件を更に満たすと判断する、

請求項7に記載のロボット管理システム。

[請求項9]

前記所定の領域内には、複数のマーカが設けられており、
前記マーカは、前記複数のマーカのいずれか1つであり、
前記所定の位置は、前記複数のマーカに対応する複数の所定の位置、のいずれか1つであり、

前記誘導システムは、前記位置喪失状態にある前記自律移動型ロボットを、前記複数の所定の位置のうち前記自律移動型ロボットに最も近い所定の位置に向けて誘導する、

請求項1～8のいずれか一項に記載のロボット管理システム。

[請求項10]

前記カメラは搭載カメラであり、
前記測位システムは、前記所定の領域内に設置された監視カメラ、及び、前記所定の領域内に設置され、前記自律移動型ロボットとの間で電波の送信及び受信の少なくとも一方を行う通信機、の少なくとも一方を含む、

請求項1～9のいずれか一項に記載のロボット管理システム。

[請求項11]

カメラを備え、所定の領域内での自己の位置及び前記自己の方向を認識して自律移動する自律移動型ロボットが、少なくとも前記自己の

位置を誤認している位置喪失状態から、前記自律移動型ロボットが前記自己の位置及び前記自己の方向を認識している位置認識状態に回復する位置回復方法であって、

前記所定の領域内の所定の位置に設けられ、前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復するための回復用位置情報及び回復用方向情報、が対応付いているコードが付されたマーカ、について、

前記自律移動型ロボットが前記位置喪失状態にあると判断した場合に、前記所定の位置を示すマーカ位置情報及び前記自律移動型ロボットの位置の測位に関する測位結果を基に、前記自律移動型ロボットを前記所定の位置に向けて誘導する誘導ステップと、

前記誘導ステップによる誘導の後、前記カメラで撮像された撮像画像を基に、前記撮像画像に含まれている前記マーカに付された前記コード、に対応付いている前記回復用位置情報及び前記回復用方向情報を取得することにより、前記自律移動型ロボットを前記位置喪失状態から前記位置認識状態に回復させる位置回復ステップと、を含む、位置回復方法。