

明 細 書

発明の名称： 制御方法、プログラム及び移動体

技術分野

[0001] 本開示は、制御方法、プログラム及び移動体に関する。

背景技術

[0002] 周囲を検出するセンサを備えて自動で移動する移動体が知られている。例えば特許文献1には、障害物を検出し、障害物の検出結果に基づき、障害物の前面の位置及び姿勢を特定して、その特定結果に基づき、障害物を回避する回避パスを生成する旨が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-141380号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、障害物を回避するように移動体を制御するには、改善の余地がある。

[0005] 本開示は、上述した課題を解決するものであり、障害物を適切に回避可能な制御方法、プログラム及び移動体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

[0006] 本開示に係る制御方法は、自動で移動する移動体の制御方法であって、基準経路に従って移動体を移動させるステップと、前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置する障害物を検出させるステップと、前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつつ前記第1方向に向かう回避経路を設定するステップと、前記移動体を前記回避経路に従って移動させるステップと、前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の前記回避経路である更新回避経路を生成

するステップと、所定の条件を満たす前記更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させるステップと、を含む。

[0007] 本開示に係るプログラムは、自動で移動する移動体の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、基準経路に従って移動体を移動させるステップと、前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置する障害物を検出させるステップと、前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつつ前記第1方向に向かう回避経路を設定するステップと、前記移動体を前記回避経路に従って移動させるステップと、前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の前記回避経路である更新回避経路を生成するステップと、所定の条件を満たす前記更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させるステップと、を、コンピュータに実行させる。

[0008] 本開示に係る移動体は、自動で移動する移動体であって、基準経路に従って移動体を移動させる移動制御部と、前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置する障害物を検出させる検出制御部と、前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつつ前記第1方向に向かう回避経路を取得する回避経路取得部と、を含み、前記移動制御部は、前記移動体を前記回避経路に従って移動させ、前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の前記回避経路である更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させる。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、障害物を適切に回避できる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図 1 は、本実施形態に係る移動制御システムの模式図である。
- [図2]図 2 は、移動体の構成の模式図である。
- [図3]図 3 は、管理装置の模式的なブロック図である。
- [図4]図 4 は、情報処理装置の模式的なブロック図である。
- [図5]図 5 は、移動体の制御装置の模式的なブロック図である。
- [図6]図 6 は、障害物の検出の一例を説明する模式図である。
- [図7]図 7 は、移動体の停止の一例を説明する模式図である。
- [図8]図 8 は、後退経路の一例を説明する模式図である。
- [図9]図 9 は、回避経路の一例を説明する模式図である。
- [図10]図 10 は、更新回避経路が設定できない場合の例を示す模式図である。
- 。
- [図11]図 11 は、更新回避経路が設定できない場合の例を示す模式図である。
- 。
- [図12]図 12 は、更新回避経路が設定できない場合の例を示す模式図である。
- 。
- [図13]図 13 は、退避経路の一例を説明する模式図である。
- [図14]図 14 は、基準経路の更新の一例を説明する模式図である。
- [図15]図 15 は、移動体の制御フローを説明するフローチャートである。
- [図16]図 16 は、サブゴールの設定方法の例を示す模式図である。
- [図17]図 17 は、サブゴールの設定方法の例を示す模式図である。
- [図18]図 18 は、サブゴールの設定方法の例を示す模式図である。
- [図19]図 19 は、参照経路の設定の一例を示す模式図である。
- [図20]図 20 は、回避経路の設定の一例を示す模式図である。
- [図21]図 21 は、非干渉領域の設定を説明するための模式図である。
- [図22]図 22 は、非干渉領域の設定を説明するための模式図である。
- [図23]図 23 は、非干渉領域の設定の他の例を説明する模式図である。
- [図24]図 24 は、解析用点群の抽出方法の例を示す模式図である。
- [図25]図 25 は、他の移動体の回避経路を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に添付図面を参照して、本開示の好適な実施形態を詳細に説明する。
なお、この実施形態により本開示が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

[0012] (第1実施形態)
(移動制御システム)

図1は、本実施形態に係る移動制御システムの模式図である。図1に示すように、本実施形態に係る移動制御システム1は、移動体10と管理装置12と情報処理装置14とを含む。移動制御システム1は、設備Wに所属する移動体10の移動を制御するシステムである。設備Wは、例えば倉庫など、物流管理される設備であるが、移動体10を運用する任意の設備であってよい。移動制御システム1においては、移動体10は、設備Wの領域AR内に配置された内に配置された対象物をピックアップして搬送する。領域ARは、対象物が設置されたり移動体10が移動したりする領域であり、例えば設備Wの床面である。移動体10が搬送する対象物は、本実施形態では、パレット上に荷物が積載された搬送対象物である。ただし、対象物は、パレット上に荷物が積載されたものに限られず任意の形態であってよく、例えばパレットを有さず荷物のみであってもよい。また、移動体10は、対象物を搬送するものにも限られず、設備W内を任意の目的で移動する装置であってよい。

[0013] 以降において、領域ARに沿った一方向をX方向とし、領域ARに沿った方向であって方向Xに交差する方向を、Y方向とする。本実施形態では、Y方向は、X方向に直交する方向である。X方向、Y方向は、水平面に沿った方向といってもよい。また、X方向、Y方向に直交する方向を、より詳しくは鉛直方向の上方に向かう方向を、Z方向とする。また、本実施形態においては、「位置」とは、特に断りのない限り、領域AR上の二次元面における座標系(領域ARの座標系)における位置(座標)を指す。また、移動体1

0などの「姿勢（向き）」とは、特に断りのない限り、領域ARの座標系における移動体10などの向きであり、Z方向から見た場合に、X方向を0°とした際の移動体10のヨー角(回転角度)を指す。

[0014] (ウェイポイント)

領域ARには、位置（座標）毎にウェイポイントWPが設定されている。移動体10の移動する経路（後述する基準経路R0）は、ウェイポイントWPを繋ぐように設定される。すなわち、移動体10が通過を予定するウェイポイントWPを接続する経路が、移動体10の基準経路R0となる。ウェイポイントWPは、設備Wのレイアウトに応じて設定される。例えば、ウェイポイントWPは、領域AR内においてマトリクス状に設定されている。

[0015] (移動体)

図2は、移動体の構成の模式図である。移動体10は、自動で移動可能な装置である。本実施形態では、移動体10は、真横に移動できない非ホノミックなシステムである。本実施形態では、移動体10は、目標物を搬送可能な装置である。さらに言えば、本実施形態では、移動体10は、フォークリフトであり、より詳しくはいわゆるAGV (Automated Guided Vehicle) やAGF (Automated Guided Forklift) である。ただし、移動体10は、目標物を搬送するフォークリフトであることに限られず、自動で移動可能な任意な装置であってよい。

[0016] 図2に示すように、移動体10は、車体20と、車輪20Aと、ストラドルレグ21と、マスト22と、フォーク24と、センサ26Aと、制御装置28とを備えている。ストラドルレグ21は、車体20の前後方向における一方の端部に設けられて、車体20から突出する一対の軸状の部材である。車輪20Aは、それぞれのストラドルレグ21の先端と、車体20とに設けられている。すなわち、車輪20Aは、合計3個設けられているが、車輪20Aの設けられる位置や個数は任意であってよい。マスト22は、ストラドルレグ21に移動可能に取り付けられ、車体20の前後方向に移動

する。マスト22は、前後方向に直交する上下方向（ここでは方向Z）に沿って延在する。フォーク24は、マスト22に方向Zに移動可能に取付けられている。フォーク24は、マスト22に対して、車体20の横方向（上下方向及び前後方向に交差する方向）にも移動可能であってよい。フォーク24は、一对のツメ24A、24Bを有している。ツメ24A、24Bは、マスト22から車体20の前方向に向けて延在している。ツメ24Aとツメ24Bとは、マスト22の横方向に、互いに離れて配置されている。以下、前後方向のうち、移動体10においてフォーク24が設けられていない側の方向を、前方向とし、フォーク24が設けられている側の方向を、後方向とする。

[0017] センサ26Aは、車体20の周辺に存在する対象物の位置及び姿勢の少なくとも1つを検出する。センサ26Aは、移動体10に対する対象物の位置と、移動体10に対する対象物の姿勢との少なくとも一方を検出するともいえる。本実施形態では、センサ26Aは、それぞれのストラドルレグ21の前方向における先端と、車体20の後方向側とに設けられている。ただし、センサ26Aの設けられる位置はこれに限られず、任意の位置に設けられてもよいし、設けられる数も任意であってよい。

[0018] センサ26Aは、例えばレーザ光を照射するセンサである。センサ26Aは、一方向（ここでは横方向）に走査しつつレーザ光を照射し、照射したレーザ光の反射光から、対象物の位置及び向きを検出する。すなわち、センサ26Aは、いわゆる2次元（2D）-LiDAR（Light Detection And Ranging）であるともいえる。ただし、センサ26Aは、以上のものに限られず任意の方法で対象物を検出するセンサであってよく、例えば、複数の方向に走査されるいわゆる3次元（3D）-LiDARであってもよいし、走査されない、いわゆる1次元（1D）-LiDARであってもよいし、カメラであってもよい。

[0019] 制御装置28は、移動体10の移動を制御する。制御装置28については後述する。

[0020] (管理装置)

図3は、管理装置の模式的なブロック図である。管理装置12は、設備Wにおける物流を管理するシステムである。管理装置12は、本実施形態ではWCS (Warehouse Control System) やWMS (Warehouse Management System) であるが、WCS及びWMSに限られず任意のシステムであってよく、例えば、その他の生産管理系システムのようなバックエンドシステムでも構わない。管理装置12が設けられる位置は任意であり、設備W内に設けられてもよいし、設備Wから離れた位置に設けられて、離れた位置から設備Wを管理するものであってもよい。管理装置12は、コンピュータであり、図3に示すように、通信部30と記憶部32と制御部34とを含む。

[0021] 通信部30は、制御部34に用いられて、情報処理装置14などの外部の装置と通信するモジュールであり、例えばアンテナなどを含んでよい。通信部30による通信方式は、本実施形態では無線通信であるが、通信方式は任意であってよい。記憶部32は、制御部34の演算内容やプログラムなどの各種情報を記憶するメモリであり、例えば、RAM (Random Access Memory) と、ROM (Read Only Memory) のような主記憶装置と、HDD (Hard Disk Drive) などの外部記憶装置とのうち、少なくとも1つ含む。

[0022] 制御部34は、演算装置であり、例えばCPU (Central Processing Unit) などの演算回路を含む。制御部34は、移動先情報設定部40を含む。制御部34は、記憶部32からプログラム（ソフトウェア）を読み出して実行することで、移動先情報設定部40を実現して、その処理を実行する。なお、制御部34は、1つのCPUによって処理を実行してもよいし、複数のCPUを備えて、それらの複数のCPUで、処理を実行してもよい。また、移動先情報設定部40を、ハードウェア回路で実現してもよい。また、記憶部32が保存する制御部34用のプログラムは、管理装置12が読み取り可能な記録媒体に記憶されていてもよい。

[0023] 移動先情報設定部40は、移動体10の移動先を示す移動先情報を設定する。移動先情報の設定については後述する。

[0024] なお、管理装置12は、移動先情報を設定する以外の処理も実行してよい。例えば、管理装置12は、設備Wに設けられる移動体10以外の機構（例えばエレベータや扉など）を制御する情報も設定してよい。

[0025] （情報処理装置）

図4は、情報処理装置の模式的なブロック図である。情報処理装置14は、設備Wに設けられ、移動体10の移動に関する情報などを処理する装置である。情報処理装置14は、例えばFCS（Fleet Control System）であるが、それに限られず、移動体10の移動に関する情報を処理する任意の装置であってよい。情報処理装置14は、コンピュータであり、図4に示すように、通信部50と記憶部52と制御部54とを含む。通信部50は、制御部54に用いられて、管理装置12や移動体10などの外部の装置と通信するモジュールであり、例えばアンテナなどを含んでよい。通信部50による通信方式は、本実施形態では無線通信であるが、通信方式は任意であってよい。記憶部52は、制御部54の演算内容やプログラムなどの各種情報を記憶するメモリであり、例えば、RAMと、ROMのような主記憶装置と、HDDなどの外部記憶装置とのうち、少なくとも1つ含む。

[0026] 制御部54は、演算装置であり、例えばCPUなどの演算回路を含む。制御部54は、基準経路設定部60を含む。制御部54は、記憶部52からプログラム（ソフトウェア）を読み出して実行することで、基準経路設定部60を実現して、それらの処理を実行する。なお、制御部54は、1つのCPUによってこれらの処理を実行してもよいし、複数のCPUを備えて、それらの複数のCPUで、処理を実行してもよい。また、基準経路設定部60の少なくとも一部を、ハードウェア回路で実現してもよい。また、記憶部52が保存する制御部54用のプログラムは、情報処理装置14が読み取り可能な記録媒体に記憶されていてもよい。

[0027] 基準経路設定部 60 は、移動体 10 の基準経路 R0 を設定する。基準経路 R0 の設定方法は後述する。

[0028] なお、本実施形態では、管理装置 12 と情報処理装置 14 とが別の装置であったが、一体の装置であってもよい。すなわち、管理装置 12 が情報処理装置 14 の少なくとも一部の機能を兼ね備えてよいし、情報処理装置 14 が管理装置 12 の少なくとも一部の機能を兼ね備えてよい。

[0029] (移動体の制御装置)

次に、移動体 10 の制御装置 28 について説明する。図 5 は、移動体の制御装置の模式的なブロック図である。制御装置 28 は、移動体 10 を制御する装置である。制御装置 28 は、コンピュータであり、図 5 に示すように、通信部 70 と記憶部 72 と制御部 74 とを含む。通信部 70 は、制御部 74 に用いられて、情報処理装置 14 などの外部の装置と通信するモジュールであり、例えばアンテナなどを含んでよい。通信部 70 による通信方式は、本実施形態では無線通信であるが、通信方式は任意であってよい。記憶部 72 は、制御部 74 の演算内容やプログラムなどの各種情報を記憶するメモリであり、例えば、RAM と、ROM のような主記憶装置と、HDD などの外部記憶装置とのうち、少なくとも 1 つ含む。

[0030] 制御部 74 は、演算装置であり、例えば CPU などの演算回路を含む。制御部 74 は、基準経路取得部 80 と、移動制御部 82 と、検出制御部 84 と、後退経路取得部 86 と、回避経路取得部 88 とを含む。制御部 74 は、記憶部 72 からプログラム（ソフトウェア）を読み出して実行することで、基準経路取得部 80 と移動制御部 82 と検出制御部 84 と後退経路取得部 86 と回避経路取得部 88 とを実現して、それらの処理を実行する。なお、制御部 74 は、1 つの CPU によってこれらの処理を実行してもよいし、複数の CPU を備えて、それらの複数の CPU で、処理を実行してもよい。また、基準経路取得部 80 と移動制御部 82 と検出制御部 84 と後退経路取得部 86 と回避経路取得部 88 との少なくとも一部を、ハードウェア回路で実現してもよい。また、記憶部 72 が保存する制御部 74 用のプログラムは、制御

装置 28 が読み取り可能な記録媒体に記憶されていてもよい。

[0031] 基準経路取得部 80 は、基準経路 R0 の情報を取得する。移動制御部 82 は、移動体 10 の駆動部やステアリングなどの移動機構を制御して、移動体 10 の移動を制御する。検出制御部 84 は、センサ 26A による障害物 P の検出結果を取得する。後退経路取得部 86 は、障害物 P が検出された際に移動体 10 が後退するための後退経路 R1 を取得する。回避経路取得部 88 は、移動体 10 が後退経路 R1 に従って後退した後に、障害物 P を回避しつつ走行するための回避経路 R2 を取得する。これらの具体的な処理内容については後述する。

[0032] (移動制御システムの処理)

移動制御システム 1 の処理内容について、以下で説明する。

[0033] (移動先情報の設定)

管理装置 12 の移動先情報設定部 40 は、移動体 10 の移動先を示す移動先情報を設定する。本実施形態においては、領域 AR 上の位置（座標）毎に予めウェイポイントが設定されている。移動先情報設定部 40 は、移動先に対応するウェイポイントの位置（座標）そのものを、移動先情報として指定してもよい。また、それぞれのウェイポイントに識別子が付与され、移動先情報設定部 40 は、移動先情報として、移動先に対応するウェイポイントの識別子を指定してもよい。移動先情報設定部 40 は、任意の方法で移動先情報を設定してよい。例えば、移動先情報設定部 40 は、搬送すべき目標物と搬送元及び搬送先を示すオーダー情報を取得して、それに基づいて移動先情報を設定してよい。移動先情報設定部 40 は、設定した移動先情報を、通信部 30 を介して、情報処理装置 14 に送信する。

[0034] (基準経路の設定)

情報処理装置 14 の基準経路設定部 60 は、移動体 10 の基準経路 R0a を設定する。本実施形態では、基準経路設定部 60 は、移動先情報に基づいて、基準経路 R0a を設定する。具体的には、基準経路設定部 60 は、移動元から移動先までの各ウェイポイントから所定距離範囲内の各位置を通る経

路を、基準経路R O aとして設定する。移動元の位置は任意に設定されてよく、例えば移動体10の現在位置に最も近いウェイポイントを、移動元として設定してもよい。例えば、基準経路設定部60は、移動先情報と設備Wの地図情報に基づき、初期位置から移動先までの各ウェイポイントから所定距離範囲内の各位置を通る経路を、基準経路R O aとして設定する。

[0035] 基準経路設定部60は、設定した基準経路R O aの情報を、移動体10に送信する。移動体10の基準経路取得部80は、情報処理装置14により設定された基準経路R O aの情報を取得する。移動体10は、この基準経路R O aに従って移動する。ただし、移動体10の基準経路取得部80は、基準経路R O aと移動体10の車両仕様の情報とに基づき、移動体10が追従可能な基準経路R O bを、実際に移動体10が追従する基準経路として設定してよい。この場合、移動体10は、基準経路R O bに従って移動する。車両仕様の情報とは、例えば、移動体10の大きさや最小旋回半径など、移動体10が移動可能な経路に影響を及ぼす仕様である。なお、ここでの「基準経路に従って移動する」とは、厳密に基準経路に沿って移動することに限られず、できるだけ基準経路に追従するように移動することを指し、基準経路からある程度離れた位置を移動することも含まれる。基準経路以外についても同様である。

[0036] なお、以上の説明では、情報処理装置14が基準経路R O aを設定し、移動体10が基準経路R O bを設定していたが、基準経路R O a、R O bの設定主体は任意であってよい。例えば、移動体10が基準経路R O aを設定してもよいし、情報処理装置14が基準経路R O bを設定してもよい。

[0037] 以降においては、基準経路R O aと基準経路R O bとを区別しない場合には、言い換えれば基準経路R O aと基準経路R O bとのいずれを指してもよい場合には、適宜、基準経路R Oと記載する。

[0038] (移動体の移動)

移動体10の移動制御部82は、取得された基準経路R Oに従って、移動体10を移動させる。移動制御部82は、移動体10の位置情報を逐次把握

することで、基準経路R0を通るように、移動体10を移動させる。移動体10の位置情報の取得方法は任意であるが、例えば本実施形態では、設備Wに図示しない検出体が設けられており、移動制御部82は、検出体の検出に基づき移動体10の位置及び姿勢の情報を取得する。具体的には、移動体10は、検出体に向けてレーザ光を照射し、検出体によるレーザ光の反射光を受光して、設備Wにおける自身の位置及び姿勢を検出する。移動体10の位置及び姿勢の情報の取得方法は、検出体を用いることに限られず、例えば、SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) を用いてもよい。

[0039] (障害物)

ここで、基準経路R0は、設備Wに設置されている構造物などを避けるように設定されるため、移動体10は、基準経路R0に従って移動することで、構造物と干渉することなく移動可能である。ただし、設備W内に一時的に障害物Pが位置することもあり、基準経路R0の近くに障害物Pが存在する場合、移動体10が障害物Pと衝突してしまったり、障害物Pと衝突しないよう移動体10が停止してしまったりするおそれがある。そのため、本実施形態においては、移動体10は、移動中にセンサ26Aにより障害物Pの検出を行わせ、障害物Pと干渉する可能性がある場合には、障害物Pを回避する回避経路R2に切り替える。以下、具体的に説明する。なお、ここでの障害物Pは、任意の物を指してよく、また人であってもよい。

[0040] (障害物の検出)

図6は、障害物の検出の一例を説明する模式図である。移動体10の検出制御部84は、移動体10の移動中に、センサ26Aに、移動体10の進行方向(第1方向)側に位置する障害物Pの検出を行わせ、センサ26Aの検出結果に基づき、移動体10の進行方向側に障害物Pが存在するかを判断する。本実施形態では、検出制御部84は、移動体10が基準経路R0に従って移動している最中に、所定期間ごとに、センサ26Aに移動体10の進行方向側を検出させて、障害物Pが存在するかを検知する。図6は、移動体1

0が、Y方向に沿った一方向であるY1方向を進行方向（第1方向）として、基準経路R0に従って移動している例を示している。検出制御部84は、移動体10が基準経路R0に従ってY1方向に移動している際に、センサ26Aに、移動体10のY1方向側に障害物Pが存在するかを検出させている。図6においては、移動体10が、基準経路R0上のウェイポイントWP1に位置している際に、移動体10のY1方向側に障害物Pが検出された例が示されている。すなわち、図6においては、ウェイポイントWP1が、障害物Pを検出した際の移動体10の位置となっている。

[0041] なお、検出制御部84は、センサ26Aによって移動体10のY1方向側に障害物Pが検出された場合に、障害物Pが存在すると判断してよい。ただしそれに限られず、検出制御部84は、センサ26Aによる検出結果から、移動体10がこのまま移動した場合に、センサ26Aにより検出された障害物Pに干渉するかを判定し、干渉すると判定した場合に、障害物Pが存在すると判断してもよい。干渉するかの判定方法は任意であってよい。例えば、検出制御部84は、センサ26Aによる検出結果から障害物Pの位置を特定して、その障害物Pの位置が、基準経路R0から所定距離範囲内にある場合に、干渉すると判定してよい。

[0042] （移動体の停止）

図7は、移動体の停止の一例を説明する模式図である。移動体10の移動制御部82は、移動体10の進行方向側に障害物Pが存在する場合に、移動体10を停止させる。すなわち、移動制御部82は、障害物Pが存在すると判断されたら、移動体10の移動を停止する制御を開始して、移動体10を停止させる。これにより、移動体10は、障害物Pよりも進行方向と反対側（第2方向側）の位置で、停止する。図6の例では、移動体10が基準経路R0に従ってY1方向に移動している際に、ウェイポイントWP1で障害物Pが検出された（障害物Pが存在すると判断された）ため、移動制御部82は、移動体10がウェイポイントWP1に位置している際に、移動体10の移動を停止する制御を開始する。そのため、図7の例に示すように、移動体

10は、ウェイポイントWP1よりもY1方向側であって、障害物PよりもY2方向側（第2方向側）の基準経路R0上の位置である、ウェイポイントWP2で停止する。

[0043] （後退経路の設定）

図8は、後退経路の一例を説明する模式図である。移動体10の後退経路取得部86は、移動体10の進行方向側に障害物Pが存在する場合に、後退経路R1を取得する。後退経路R1とは、進行方向（Y1方向）とは反対の第2方向（Y2方向）に戻る経路である。より詳しくは、後退経路R1とは、移動体10が停止した位置（障害物PよりもY2方向側の位置）から、Y2方向に向かう経路である。

[0044] 本実施形態においては、後退経路取得部86は、基準経路R0に基づき、後退経路R1を設定する。具体的には、後退経路取得部86は、移動体10が停止した位置よりもY2方向側（障害物Pから遠ざかる側）の所定の位置を、後退位置として設定する。後退経路取得部86は、基準経路R0に基づき、移動体10が停止した位置から後退位置に向かう経路を設定して、後退経路R1とする。なお、後退位置は任意に設定されてよいが、本実施形態では、後退経路取得部86は、障害物Pが検出された際の移動体10の位置に基づき、後退位置を設定してよい。例えば、後退経路取得部86は、障害物Pが検出された際の移動体10の位置から所定距離範囲内の位置を、後退位置に設定してよい。

[0045] 基準経路R0に基づいた後退経路R1の設定方法は任意であってよい。例えば、後退経路取得部86は、基準経路R0に沿ってY2方向に向かう経路を、後退経路R1として設定してよい。すなわちこの場合、後退経路R1は、基準経路R0に沿っているが、進行方向が基準経路R0とは反対方向になる。本例では、後退経路取得部86は、基準経路R0上のウェイポイントWPのうちで、障害物Pが検出された際の移動体10の位置に最も近いウェイポイントWPを、後退位置として設定する。そして、後退経路取得部86は、移動体10が停止した位置から後退位置までの、基準経路R0に沿った経

路を、後退経路R 1として設定する。図8の例では、後退経路取得部8 6は、移動体1 0が停止した位置であるウェイポイントWP 2から、移動体1 0が停止した位置に最も近いウェイポイントWP 1までの、基準経路R 0に沿った経路を、後退経路R 1として設定する。

[0046] また、移動体1 0は、基準経路R 0に従って移動するが、実際には自己位置の検出誤差などから、基準経路R 0から外れて移動する場合がある。そのため例えば、後退経路取得部8 6は、移動体1 0の実際の移動軌跡に沿ってY 2方向に向かう経路を、後退経路R 1として設定してよい。移動軌跡とは、基準経路R 0に従って移動した移動体1 0が、実際に移動した経路（軌跡）を指す。すなわちこの場合、後退経路R 1は、移動軌跡に沿っているが、進行方向が移動軌跡とは反対方向になる。移動軌跡に従って移動する場合には、後退経路取得部8 6は、基準経路R 0に従って移動している移動体1 0の時系列における各位置を取得して、それらの各位置を繋ぎ、かつY 2方向に向かう経路を、後退経路R 1として設定する。より詳しくは、後退経路取得部8 6は、障害物Pが検出された際の移動体1 0の位置を後退位置として、移動体1 0が停止した位置から後退位置までの、移動軌跡に沿った経路を、後退経路R 1として設定する。なお、移動軌跡は、基準経路R 0に従って移動した際の移動体1 0の軌跡なので、本例でも、後退経路取得部8 6は、基準経路R 0に基づき後退経路R 1を設定しているといえる。

[0047] なお、後退経路R 1を設定するタイミングは任意であってよく、移動体1 0が停止した後に後退経路R 1を設定してもよい。また例えば、障害物Pが検出された後であって移動体1 0が停止する前に、後退経路R 1を設定してもよい。この場合、移動体1 0の速度などに基づいて、移動体1 0が停止する位置を推測して、推測した位置からの後退経路R 1を設定してよい。

[0048] また、以上の説明では、移動体1 0の後退経路取得部8 6が、後退経路R 1を設定したが、後退経路R 1の設定主体は任意であってよい。例えば、情報処理装置1 4が、基準経路R 0に基づいて、以上の説明と同様の方法で後退経路R 1を設定し、移動体1 0の後退経路取得部8 6は、情報処理装置1

4 から後退経路 R 1 を取得してもよい。

[0049] (後退経路に従った移動)

移動体 10 の移動制御部 82 は、後退経路 R 1 に従って、移動体 10 を移動させる。すなわち、移動制御部 82 は、移動体 10 が停止した位置 (図 8 の例ではウェイポイント WP 2) から、後退位置 (図 8 の例ではウェイポイント WP 1) まで、移動体 10 を、後退経路 R 1 に従って Y 2 方向に移動させる。

[0050] このように、本実施形態では、障害物 P が存在する場合に、移動体 10 を停止及び後退させるが、停止及び後退 (後退経路 R 1 に従った移動) は、必須の処理ではない。すなわち例えば、障害物 P が存在する場合に、停止及び後退することなく、後述の回避経路 R 2 に切り替えて移動を続けてもよい。また例えば、障害物 P が存在する場合に、停止した後、後退 (後退経路 R 1 に従った移動) することなく、回避経路 R 2 に切り替えて移動を続けてもよい。

[0051] (回避経路の設定)

図 9 は、回避経路の一例を説明する模式図である。移動体 10 の回避経路取得部 88 は、移動体 10 の進行方向側に障害物 P が存在する場合に、回避経路 R 2 を取得する。回避経路 R 2 とは、障害物 P を回避しつつ Y 1 方向に向かう経路である。本実施形態においては、回避経路取得部 88 は、障害物 P の位置に基づき、障害物 P と干渉せずに、障害物 P よりも Y 1 方向に向かう経路を設定して、回避経路 R 2 とする。回避経路 R 2 の設定方法は任意であってよいが、例えば、障害物 P と干渉しないことを制約条件とした最適化計算を行うことで、回避経路 R 2 を設定してよい。より詳しくは、回避経路取得部 88 は、障害物 P を回避しつつ Y 1 方向に向かい、障害物 P よりも Y 1 方向側で基準経路 R 0 に合流する経路を、回避経路 R 2 として設定することが好ましい。

[0052] 本実施形態では、移動体 10 は、後退経路 R 1 に従って後退位置まで後退した後に、回避経路 R 2 に従って移動する。従って、回避経路取得部 88 は

、後退位置を回避経路 R 2 の始点に設定して、後退位置から障害物 P を回避しつつ Y 1 方向に向かう経路を、回避経路 R 2 として設定する。図 9 の例では、回避経路 R 2 は、後退位置から障害物 P が存在する位置までは、Y 1 方向に向かいつつ X 方向に膨らみ、障害物 P よりも Y 1 方向側においては、Y 1 方向に向かいつつ X 方向と反対側に戻って基準経路 R 0 に合流している。ただし、移動体 1 0 を後退経路 R 1 に従って後退させない場合には、回避経路取得部 8 8 は、任意の位置を回避経路 R 2 の始点として設定してよい。例えば、移動体 1 0 を停止させるが、後退経路 R 1 に従って後退させない場合には、移動体 1 0 が停止した位置を、回避経路 R 2 の始点としてよい。また例えば、移動体 1 0 を停止及び後退させない場合には、障害物 P が検出された際の移動体 1 0 の位置と障害物 P の位置との間の位置を、回避経路 R 2 の始点としてよい。

[0053] なお、回避経路 R 2 を設定するタイミングは任意であってよく、障害物 P が検出された後であってよい。例えば、移動体 1 0 が後退位置に到着した後に、回避経路 R 2 を設定してもよい。

[0054] また、以上の説明では、移動体 1 0 の回避経路取得部 8 8 が、回避経路 R 2 を設定したが、回避経路 R 2 の設定主体は任意であってよい。例えば、情報処理装置 1 4 が、障害物 P の位置に基づいて、以上の説明と同様の方法で回避経路 R 2 を設定し、移動体 1 0 の回避経路取得部 8 8 は、情報処理装置 1 4 から回避経路 R 2 を取得してもよい。

[0055] （回避経路に従った移動）

移動制御部 8 2 は、後退経路 R 1 に従って移動体 1 0 を後退位置まで移動させたら、回避経路 R 2 に従って移動体 1 0 を移動させる。これにより、移動体 1 0 は、障害物 P を適切に回避しつつ、Y 1 方向側への移動を継続することができる。なお、移動体 1 0 を停止させるが、後退経路 R 1 に従って後退させない場合には、移動制御部 8 2 は、移動体 1 0 を、停止した位置から、回避経路 R 2 に従って移動体 1 0 を移動させる。また例えば、移動体 1 0 を停止及び後退させない場合には、移動制御部 8 2 は、基準経路 R 0 に従っ

て移動中の移動体 10 の経路を回避経路 R 2 に切り替えて、回避経路 R 2 に従って移動体 10 を移動させる。なお、回避経路 R 2 に従って移動することで障害物 P の回避が完了したら、移動制御部 8 2 は、移動体 10 を基準経路 R 0 に復帰させて、基準経路 R 0 に従った移動を続けてよい。

[0056] (更新回避経路)

回避経路取得部 8 8 は、移動体 10 が回避経路 R 2 に従って移動している際に、センサ 2 6 A による検出結果に基づいて、更新回避経路を設定する。すなわち、更新回避経路とは、現在用いている回避経路 R 2 とは異なる回避経路 R 2 を指し、最新のセンサ 2 6 A の検出結果に基づいて設定される回避経路 R 2 といえる。

[0057] より詳しくは、移動体 10 が回避経路 R 2 に従って移動している際に、検出制御部 8 4 は、センサ 2 6 A により障害物 P の検出を続けさせる。そして、回避経路取得部 8 8 は、回避経路 R 2 に従った移動中におけるセンサ 2 6 A の検出結果（センサ 2 6 A の最新検出結果）に基づいて、更新回避経路の設定が必要かを判断する。例えば、回避経路取得部 8 8 は、現在用いている回避経路 R 2 に従った移動を継続すると、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P に干渉する場合に、更新回避経路の設定が必要と判断し、障害物 P に干渉しない場合には、更新回避経路の設定が不要と判断してよい。

[0058] 更新回避経路の設定が必要である場合、回避経路取得部 8 8 は、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避しつつ、Y 1 方向に向かう経路を、更新回避経路として設定する。更新回避経路の設定方法は、回避経路 R 2 の設定方法と同じであってよい。移動制御部 8 2 は、更新回避経路が設定されたら、現在用いている回避経路 R 2 を、新たに設定された更新回避経路に切り替えて（更新して）、新たに設定された更新回避経路を回避経路 R 2 として、回避経路 R 2 に従って移動体 10 を移動させる。更新回避経路の設定と、更新回避経路への切り替えとは、複数回行ってもよい。すなわち例えば、回避経路取得部 8 8 は、移動体 10 が切り替えられた

回避経路 R 2 に従って移動中における、センサ 26 A による検出結果に基づいて、更新回避経路を更に設定して、回避経路 R 2 をその更新回避経路に切り替えてよい。なお、更新回避経路の設定が不要と判断した場合には、設定済みの回避経路 R 2 に従った移動を継続する。

[0059] センサ 26 A は、移動体 10 が Y 1 方向に進行するほど、検出済みの障害物 P や、Y 1 方向に位置する他の障害物 P に近づくため、それらの障害物 P をより高精度に検出できるようになる。従って、今まで用いていた回避経路 R 2 では、センサ 26 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避できないことが判明する場合もある。そのような際に、センサ 26 A の最新検出結果を用いて、更新回避経路を設定して、更新回避経路に切り替えることで、障害物 P をより適切に回避できる。

[0060] なお、更新回避経路の設定主体も任意であってよく、例えば、情報処理装置 14 が、障害物 P の位置に基づいて、以上の説明と同様の方法で更新回避経路を設定し、移動体 10 の回避経路取得部 88 は、情報処理装置 14 から更新回避経路を取得してもよい。

[0061] (所定の条件を満たす更新回避経路の設定)

図 10～図 12 は、更新回避経路が設定できない場合の例を示す模式図である。本実施形態においては、回避経路取得部 88 は、所定の条件を満たす更新回避経路が設定可能かを判断する。所定の条件を満たす更新回避経路とは、センサ 26 A によって検出された障害物 P を回避可能な経路であることを指す。

[0062] 所定の条件を満たす更新回避経路が設定できる場合には、上述のように、回避経路取得部 88 は、その更新回避経路を設定し、移動制御部 82 は、現在用いている回避経路 R 2 を、新たに設定された更新回避経路に切り替えて（更新して）、新たに設定された更新回避経路を回避経路 R 2 として、回避経路 R 2 に従って移動体 10 を移動させる。一方で、所定の条件を満たす更新回避経路が設定できない場合には、回避経路取得部 88 は、Y 2 方向に向かう退避経路 R 3（後述）を設定し、移動制御部 82 は、移動体 10 を、退

避経路 R 3 に従って Y 2 方向側に後退させる。すなわち所定の条件を満たす更新回避経路が設定できない場合には、移動制御部 8 2 は、回避経路 R 2 に従った移動を取りやめて、移動体 1 0 を Y 2 方向側に後退させる。移動体 1 0 を Y 2 方向側に後退させる処理の詳細は後述する。

[0063] なお、所定の条件を満たす更新回避経路とは、より詳しくは、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避しつつ、Y 1 方向に向かう経路であることを指す。すなわち、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避しつつ、Y 1 方向に向かう経路が設定できる場合には、所定の条件を満たす更新回避経路が設定可能であり、そのような経路が設定できない場合には、所定の条件を満たす更新回避経路が設定不可能であるといえる。例えば図 1 0 では、回避経路 R 2 に従って移動している際に、当初は検出されなかった障害物 P（図 1 0 では障害物 P A）が検出された場合を示している。この場合、障害物 P A の位置によっては、これ以上 Y 1 方向に進行した場合に、障害物 P、P A のいずれかに干渉してしまい、障害物 P、P A の両方を回避する経路が設定できないことがある。このような場合には、所定の条件を満たす（障害物を回避しつつ Y 1 方向に向かう）更新回避経路が設定できないといえる。また図 1 1 の例に示すように、回避経路 R 2 に従って移動している際に、検出済みの障害物 P の位置及び姿勢がより高精度に検出されて、これ以上 Y 1 方向に進行した場合に、検出済みの障害物 P に干渉してしまい、障害物 P を回避する経路が設定できないと判明する場合もある。このような場合にも、所定の条件を満たす（障害物を回避しつつ Y 1 方向に向かう）更新回避経路が設定できない。

[0064] また、所定の条件を満たす更新回避経路とは、より好ましくは、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避しつつ Y 1 方向に向かい、障害物 P よりも Y 1 方向側で基準経路 R 0 に合流する経路であることを指してよい。すなわちこの場合、センサ 2 6 A の最新検出結果から算出された位置にある障害物 P を回避しつつ、障害物 P よりも Y 1 方向側で基準経路 R 0 に合流する経路が設定できる場合には、所定の条件を満たす更

新回避経路が設定可能であり、そのような経路が設定できない場合には（例えば障害物Pを回避できるが、基準経路R0に合流できない経路しか設定できない場合には）、所定の条件を満たす更新回避経路が設定不可能であるといえる。例えば図12では、基準経路R0が、障害物PのすぐY1方向側で、X方向と反対側に曲がる軌跡となっている。この場合、これ以上Y1方向に進行した場合には、障害物Pを回避できるが、Y1方向側の壁Wに干渉してしまい、X方向と反対側に曲がる基準経路R0に合流できない場合がある。このような場合、所定の条件を満たす（障害物Pを回避しつつ基準経路R0に合流する）更新回避経路が設定できないといえる。

[0065] また例えば、移動体10が基準経路R0に従って移動している時間帯には、移動体10が移動している基準経路R0を含む周囲の領域が、禁止領域に設定される場合がある。禁止領域とは、移動体10のみが進入可能であり、他の移動体の進入を禁止する領域である。この場合、禁止領域から外にはみ出すことなく、センサ26Aの最新検出結果から算出された位置にある障害物Pを回避しつつY1方向に向かう経路が設定可能である場合に、所定の条件を満たす更新回避経路が設定でき、そのような経路が設定できない場合（例えば障害物Pを回避できるが禁止領域からはみ出す経路しか設定できない場合には、所定の条件を満たす更新回避経路が設定不可能であるとしてもよい。

[0066] （退避経路の設定）

図13は、退避経路の一例を説明する模式図である。上述のように、所定の条件を満たす更新回避経路が設定できない場合には、回避経路取得部88は、退避経路R3を設定する。退避経路R3とは、第2方向（Y2方向）に戻る経路である。より詳しくは、後退経路R1とは、回避経路R2に従って移動中の移動体10の現在位置（例えば更新回避経路が設定できない旨の判断結果を取得した際の移動体10の位置）から、Y2方向に向かう経路である。

[0067] 本実施形態では、回避経路取得部88は、移動体10の現在位置よりもY

2方向側の所定の位置を、退避位置として設定する。回避経路取得部88は、移動体10の現在位置から退避位置に向かう経路を設定して、退避経路R3とする。なお、退避位置は任意に設定されてよいが、本実施形態では、最初に設定された回避経路R2の始点を、退避位置に設定してよい。図13の例では、移動体10の現在位置から、回避経路R2の始点であるウェイポイントWP1までの経路が、退避経路R3として設定されている。

[0068] 退避経路R3の設定方法は任意であってよい。例えば、回避経路取得部88は、センサ26Aの検出結果に基づいて、退避経路R3を設定してよい。この場合、回避経路取得部88は、センサ26Aによって検出された障害物Pを回避しつつ退避位置に向かう経路を、退避経路R3として設定してよい。例えば、回避経路取得部88は、センサ26Aの最新検出結果に基づいて、障害物Pを回避しつつ退避位置に向かう経路を、退避経路R3として設定する。なお、この場合の退避経路R3の設定方法は、上述の回避経路R2の設定方法と同じであってよい。移動体10は、退避経路R3に従って移動中にも、センサ26Aによる検出を続けさせて、退避経路R3に従って移動中におけるセンサ26Aの検出結果に基づいて、退避経路R3を更新してもよい。

[0069] また例えば、回避経路取得部88は、回避経路R2に基づいて、退避経路R3を設定してよい。この場合例えば、回避経路取得部88は、回避経路R2に沿って反対方向に向かう経路を、退避経路R3として設定してよい。より詳しくは、回避経路取得部88は、最初に設定された回避経路R2に合流して退避位置に向かう経路を、退避経路R3として設定してよい。

[0070] なお、移動体10は、センサ26Aに検出させながら移動する。移動制御部82は、センサ26Aの検出結果が、移動体10の前方向側（フォーク24が設けられていない側）及び後方向側（フォーク24が設けられる側）に設定された安全領域内に障害物が存在することを示す場合には、移動体10の移動を停止させる。この安全領域は、任意に設定されてよいが、進行方向に対する移動体10の向きに応じて、大きさが異なって設定される場合があ

る。例えば、移動体 10 の進行方向側の安全領域は、移動体 10 の進行方向と反対側の安全領域よりも、広く設定される。すなわちこの場合、移動体 10 が前進する（前方向を進行方向側に向けて移動する）場合の前方向における安全領域は、移動体 10 が前進する場合の後方向における安全領域よりも、広く設定される。同様に、移動体 10 が後退する（後方向を進行方向側に向けて移動する）場合の後方向における安全領域は、移動体 10 が後退する場合の前方向における安全領域よりも、広く設定される。このように安全領域の大きさが異なる場合であって、かつ、回避経路 R2 に基づいて退避経路 R3 が設定される場合には、退避経路 R3 に従って退避する場合に、障害物 P が安全領域内に位置してしまい、退避位置に戻れなくなるおそれがある。すなわち例えば、回避経路 R2 に従って、移動体 10 が前方向側を進行方向として移動する場合（前進する場合）には、後方向の安全領域が狭くなるため、進行方向と反対側（後方向側）に障害物 P が位置している場合でも、障害物 P が後方向側の狭い安全領域外にあれば、移動体 10 は移動を継続できる。しかし、その回避経路 R2 に沿った退避経路 R3 に従って、移動体 10 が、後方向側を進行方向として後退する場合、その障害物 P は、安全領域が広い進行方向側（後方向側）に位置することとなる。そのため、進行方向側の広い安全領域内に障害物 P が入ってしまい、退避経路 R3 を移動中の移動体 10 が停止するおそれがある。このような場合に備えて、回避経路取得部 88 は、前方向と後方向の両方において、大きい側の安全領域内に障害物 P が位置しないように、回避経路 R2 を設定することが好ましい。これにより、退避経路 R3 に従って移動する際に、移動体 10 が停止することを抑制できる。

[0071] （退避経路に従った移動）

移動体 10 の移動制御部 82 は、退避経路 R3 に従って、移動体 10 を移動させる。すなわち、移動制御部 82 は、回避経路 R2 から退避経路 R3 に切り替えて、退避経路 R3 に従って、退避位置（図 13 の例ではウェイポイント WP1）まで後退する。

[0072] (基準経路の更新)

図14は、基準経路の更新の一例を説明する模式図である。移動体10が退避経路R3に従って退避位置まで移動したら、障害物Pが存在しない位置を通るように、基準経路R0が更新される。すなわちこの場合、移動体10は、障害物Pの位置情報を情報処理装置14に送信する。情報処理装置14の基準経路設定部60は、障害物Pの位置情報に基づき、障害物Pが存在しない位置を通る、新たな基準経路R0を設定する。例えば、基準経路設定部60は、障害物Pの位置から所定距離範囲内のウェイポイントWPを通らず、かつ、移動体10の現在位置（退避位置）から、その移動体10の移動先に向かう経路を、新たな基準経路R0として設定する。基準経路設定部60は、新たに設定した基準経路R0を移動体10に送信する。移動体10の移動制御部82は、新たに設定された基準経路R0に従って、移動体10を移動させる。図14の例では、元の基準経路R0が、障害物Pから所定距離範囲内のウェイポイントを通って、終点（移動先）であるウェイポイントWP4に向かう経路となっている。従って、図14の例では、ウェイポイントWP0から、障害物Pから所定距離範囲内のウェイポイントを通らず、ウェイポイントWP4に向かう迂回経路が、新たな基準経路R0aとして設定されている。このように新たな基準経路R0を設定することで、障害物Pを回避したり元の基準経路R0に戻ったりする回避経路R2（更新回避経路）が設定できない場合にも、元の移動先に適切に向かうことができる。

[0073] ただし、退避位置まで移動した場合に、基準経路R0を更新することには限られない。例えば、回避経路R2に従ってある程度進んだ位置からは、障害物Pを回避したり基準経路R0に戻ったりする更新回避経路が設定できない場合であっても、それよりも後退した退避位置からは、障害物Pを回避したり基準経路R0に戻ったりする回避経路R2が設定できる場合がある。従って、回避経路取得部88は、移動体10が退避経路R3に従って退避位置まで移動したら、これまでのセンサ26Aの検出結果に基づいた障害物Pの位置に基づいて、その障害物Pを回避しつつ、退避位置からY1方向に向か

う回避経路 R 2 を設定可能であるかを判断してよい。そのような回避経路 R 2 が設定可能である場合、回避経路取得部 8 8 は、その回避経路 R 2 を設定し、移動制御部 8 2 は、その回避経路 R 2 に従って移動体 1 0 を移動させてよい。このような回避経路 R 2 が設定できない場合には、上述のように基準経路 R 0 を更新してよい。

[0074] (処理フロー)

以上説明した移動体の制御フローを説明する。図 1 5 は、移動体の制御フローを説明するフローチャートである。図 1 5 に示すように、移動体 1 0 は、基準経路 R 0 に従って移動しつつ、検出制御部 8 4 により、センサ 2 6 A に障害物 P を検出させる（ステップ S 1 0）。検出制御部 8 4 は、センサ 2 6 A の検出結果を取得して、移動体 1 0 の進行方向側に障害物 P が存在するかを判断し（ステップ S 1 2）、障害物 P が存在しない場合には（ステップ S 1 2 ; N o）、ステップ S 1 0 に戻り、基準経路 R 0 に沿った移動を続ける。一方、障害物 P が存在する場合（ステップ S 1 2 ; Y e s）、移動体 1 0 は、回避経路取得部 8 8 により、回避経路 R 2 を設定して（ステップ S 1 4）、移動制御部 8 2 により、回避経路 R 2 に従って移動する（ステップ S 1 6）。なお、障害物 P が存在する場合には、移動体 1 0 を停止させて、後退経路 R 1 に従って移動体 1 0 を後退させた後に、回避経路 R 2 に切り替えてもよい。

[0075] 移動体 1 0 は、回避経路 R 2 に従って移動している際にも、検出制御部 8 4 により、センサ 2 6 A に障害物 P を検出させて、センサ 2 6 A の検出結果から、更新回避経路の設定が必要かを判断する（ステップ S 1 8）。更新回避経路の設定が不要な場合（ステップ S 1 8 ; N o）は、回避経路 R 2 に従った移動を続ける。一方、更新回避経路の設定が必要な場合（ステップ S 1 8 ; Y e s）、移動体 1 0 は、回避経路取得部 8 8 により、センサ 2 6 A の検出結果に基づいて、所定の条件を満たす更新回避経路の設定を試み、更新回避経路が設定できた場合には（ステップ S 2 0 ; Y e s）、回避経路 R 2 を更新回避経路に切り替えて（ステップ S 2 2）、更新回避経路に従って移動

する。一方、更新回避経路が設定できない場合には（ステップS20；No）、移動体10は、回避経路取得部88により、退避経路R3を設定し、移動制御部82により、退避経路R3に従って後退する（ステップS24）。

[0076] （効果）

以上説明したように、本実施形態においては、障害物Pが検出されたら、回避経路R2に切り替えて移動を継続する。しかし、センサ26Aの検出精度などが原因で、回避経路R2を移動した場合であっても、障害物Pを適切に回避できない場合もある。それに対して、本実施形態においては、回避経路R2に切り替えた後に、更新回避経路が設定できるかを判断し、更新回避経路が設定できない場合には、移動体10を後退させる。これにより、回避経路R2では障害物Pを回避できない場合に、移動体10を戻すことができるため、障害物Pを適切に回避できる。さらに言えば、移動体10を後退させた後に、基準経路R0を更新したり、回避経路R2を更新したりすることで、障害物Pを回避しつつ、移動を継続できる。

[0077] （第2実施形態）

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態においては、サブゴールに基づいて回避経路R2を設定する点で、第1実施形態と異なる。第2実施形態において、第1実施形態と構成が共通する箇所は、説明を省略する。

[0078] （サブゴールの設定）

第2実施形態においては、障害物Pが存在すると判断された場合、回避経路取得部88は、センサ26Aによる検出結果に基づき、サブゴールSを設定する。サブゴールSは、障害物Pに干渉しないと想定される位置（座標）である。回避経路取得部88は、位置が異なる複数のサブゴールSを設定する。回避経路取得部88は、センサ26Aによる検出結果に基づいた任意の方法でサブゴールSを設定してよいが、例えば、センサ26Aによって検出された障害物Pの位置とは異なる位置を、サブゴールSとして設定する。以下、サブゴールSの設定例について説明する。

[0079] 図16から図18は、サブゴールの設定方法の例を示す模式図である。例えば、回避経路取得部88は、図16に示すように、基準経路R0上の各位置から、基準経路R0の進行方向（図16の例ではY1方向）に交差する交差方向（図16の例ではX方向）に、距離 ΔL だけ離れた各位置を、サブゴールSとして設定してよい。ただしこの場合、基準経路R0上の各位置のうちで、センサ26Aによって検出された障害物Pの位置から所定距離範囲内にある位置については、距離 ΔL だけ離れた位置をサブゴールSとせず、センサ26Aによって検出された障害物Pの位置から距離 ΔL だけ離れた位置を、サブゴールSとして設定する。すなわち、図6の例では、回避経路取得部88は、障害物Pの位置から所定距離範囲外にある基準経路R0上の各位置から、交差方向に距離 ΔL 離れた各位置と、障害物Pの位置から交差方向に距離 ΔL 離れた位置とを、サブゴールSとして設定する。なお、距離 ΔL は、任意に設定してよく、位置毎に一定の長さであることが好ましいが、それに限られず位置毎に異なる長さであってよい。

[0080] また例えば、回避経路取得部88は、図17に示すように、基準経路R0の進行方向（図6の例ではY1方向）に交差する交差方向（図17の例ではX方向）における、センサ26Aによって検出された障害物同士の間的位置（好ましくは中点位置）の集合を、サブゴールSとして設定してよい。図17の例では、基準経路R0の進行方向側に障害物Pが検出され、交差方向の両側に障害物としての壁Wが検出されている。この場合、回避経路取得部88は、基準経路R0の進行方向側に向かう区間のうちで、障害物Pが存在せずに両側に壁Wがある区間においては、交差方向側における両側の壁W同士の間のそれぞれの位置（本例ではそれぞれの中点位置）を、サブゴールSとして設定する。また、回避経路取得部88は、基準経路R0の進行方向側に向かう区間のうちで、障害物Pが存在する区間においては、交差方向における壁Wと障害物Pとの間のそれぞれの位置（本例ではそれぞれの中点位置）を、サブゴールSとして設定する。

[0081] また例えば、図18に示すように、回避経路取得部88は、障害物Pが移

動すると判断した場合には、障害物Pが移動することによって存在する可能性がある障害物領域ARP1を設定してもよい。この場合、回避経路取得部88は、障害物領域ARP1の外側の位置であって、基準経路R0の進行方向に向けて並ぶ各位置を、サブゴールSとして設定してよい。なお、障害物Pが移動すると判断する方法は任意であってよく、例えば、回避経路取得部88は、センサ26Aの検出結果から障害物Pの形状を特定して、形状が所定の条件を満たす場合に、その障害物Pが移動すると判断してよい。また、回避経路取得部88は、移動するかの判断を行うことなく、検出された障害物Pの全てを移動するものとして扱ってもよい。回避経路取得部88は、センサ26Aによって検出された障害物Pの位置に基づいた任意の方法で、障害物領域ARP1を設定してよい。例えば、回避経路取得部88は、センサ26Aによって検出された障害物Pの位置に対して所定距離離れた各位置を外周とする領域を、障害物領域ARP1として設定してよい。

[0082] (参照経路の設定)

図19は、参照経路の設定の一例を示す模式図である。回避経路取得部88は、回避経路取得部88によって設定されたサブゴールSに基づき、参照経路R2aを設定する。参照経路R2aとは、回避経路R2の設定に用いられる経路を指す。回避経路取得部88は、サブゴールSに対して所定距離範囲内の位置を通る経路を、参照経路R2aとして設定する。本実施形態ではサブゴールSが複数設定されているため、回避経路取得部88は、各サブゴールSに対して所定距離範囲内となる各位置を通る経路を、参照経路R2aとして設定するといえる。なお、図19の例では、参照経路R2aは、各サブゴールSの上を通っているが、それに限られず、各サブゴールSから所定距離離れた位置を通る経路であってもよい。

[0083] 回避経路取得部88は、サブゴールSに基づいた任意の方法で、参照経路R2aを設定してよいが、本実施形態では、後述の回避経路R2の設定における演算負荷よりも低い演算負荷となる手法を用いて、参照経路R2aを設定する。より詳しくは、回避経路取得部88は、サブゴールSと移動体10

の運動特性とに基づいて、参照経路 R 2 a を設定する。ここでの運動特性は、移動体 1 0 の運動特性に基づいた制約条件ともいえる。すなわち、回避経路取得部 8 8 は、移動体 1 0 の運動特性に基づいた制約条件を満たしつつ、サブゴール S に対して所定距離範囲内となる位置を通る経路を、参照経路 R 2 a として設定するといえる。なお、移動体 1 0 の運動特性は、例えば、移動体 1 0 の最小旋回半径や、上限速度などを指す。

[0084] 本実施形態においては、回避経路取得部 8 8 は、センサ 2 6 A の検出結果から特定された障害物 P の位置情報を用いずに、参照経路 R 2 a を設定することが好ましい。すなわち、回避経路取得部 8 8 は、センサ 2 6 A の検出結果から特定された障害物 P と干渉しないことを制約条件として用いずに、参照経路 R 2 a を設定することが好ましい。障害物 P と干渉しないことを制約条件として適用しないことで、演算負荷を低減して、短い演算時間で参照経路 R 2 a を算出できる。

[0085] 例えば、回避経路取得部 8 8 は、Pure Pursuit 法やダイナミックウィンドウアプローチなどを用いて、参照経路 R 2 a を設定してよい。

[0086] (回避経路の設定)

図 2 0 は、回避経路の設定の一例を示す模式図である。回避経路取得部 8 8 は、参照経路 R 2 a と、検出制御部 8 4 により取得されたセンサ 2 6 A の検出結果とに基づき、障害物 P を回避可能な回避経路 R 2 を設定する。すなわち、回避経路取得部 8 8 は、参照経路 R 2 a の情報と、センサ 2 6 A によって検出された障害物 P の位置情報とに基づき、センサ 2 6 A によって検出された障害物 P と干渉しない回避経路 R 2 を設定する。ここで、回避経路 R 2 は、障害物 P の位置情報のみから算出できるが、本実施形態では、参照経路 R 2 a の情報も用いることで、参照経路 R 2 a を参照として回避経路 R 2 を算出できるため、演算時間を短くしつつ、適切な回避経路 R 2 を設定できる。

[0087] 本実施形態では、回避経路取得部 8 8 は、参照経路 R 2 a を初期解として、障害物 P と干渉しないことを制約条件とした最適化計算を行うことで、回

避経路 R 2 を設定する。さらに言えば、回避経路取得部 8 8 は、参照経路 R 2 a を初期解とし、障害物 P と干渉しないという制約条件と、移動体 1 0 の運動特性に基づいた制約条件とを満たすような最適化計算を行うことで、回避経路 R 2 を設定することが好ましい。すなわち、回避経路取得部 8 8 は、センサ 2 6 A による検出結果から特定された障害物 P の位置から所定距離の範囲内に移動体 1 0 が位置しないことと、移動体 1 0 の運動特性を満たすこととを制約条件とし、参照経路 R 2 a を初期解として用いた最適化計算を行うことで、回避経路 R 2 を設定する。これにより、移動体 1 0 の運動特性を満たしつつ障害物 P と干渉しない回避経路 R 2 を、演算時間を短くしつつ、適切に設定することができる。なお、ここでの初期解とは、最適化計算におけるベースとなる解である。すなわち、初期解である参照経路 R 2 a から最適解の探索を行うことで、最適解へ早く収束させることが可能となり、演算時間を短くしつつ、適切な回避経路 R 2 を設定できる。

[0088] 例えば、回避経路取得部 8 8 は、主双対内点法や逐次二次計画法などを用いて、回避経路 R 2 を設定してよい。

[0089] (第 2 実施形態の変形例 1)

次に、第 2 実施形態の変形例 1 について説明する。本例においては、センサ 2 6 A の検出結果である点群 M に囲われた領域 A R 1 を非干渉領域として設定して、サブゴール S や回避経路 R 2 の設定を行う点で、第 2 実施形態と異なる。本例において、第 2 実施形態と構成が共通する箇所は、説明を省略する。

[0090] 図 2 1 及び図 2 2 は、非干渉領域の設定を説明するための模式図である。本例においては、検出制御部 8 4 は、センサ 2 6 A に、レーザ光を照射させる。検出制御部 8 4 は、センサ 2 6 A が受光した反射光の検出結果に基づき、点群 M を取得する。すなわち、点群 M は、レーザ光が当たった位置（レーザ光が反射された位置）を示す計測点といえる。本実施形態では、センサ 2 6 A は、横方向（Z 方向に直交する水平方向）に走査させつつレーザ光を照射するため、移動体 1 0 の周囲の異なる位置からの反射光を受光する。その

ため、検出制御部 84 は、レーザ光の 1 回の走査で、移動体 10 の周囲の障害物を示す複数の点群 M を取得するといえる。すなわち、図 21 に示すように、センサ 26A の位置から点群 M までを結んだ線を線 L1 とし、センサ 26A を通って移動体 10 に対する向きが固定された仮想線を線 L2 とし、線 L2 に対する線 L1 の角度のずれ量を、センサ 26A と点群 M との方位角 θ とする。この場合、検出制御部 84 は、方位角 θ の値が異なる複数の点群 M を取得するといえる。図 21 の例では、移動体 10 に対して、基準経路 R0 の進行方向側に 2 つの障害物 P が存在し、基準経路 R0 の進行方向に対する両側方側に、壁 W が存在する。そのため図 21 の例では、検出制御部 84 は、両側方の壁 W の位置を示す点群 M と、障害物 P の位置を示す点群 M とを取得する。

[0091] 図 22 に示すように、検出制御部 84 は、センサ 26A の位置から、方位角 θ の大きさ順にそれぞれの点群 M を結んだ線 L3 を算出する。すなわち、線 L3 は、センサ 26A の位置から方位角 θ が最小となる（図 22 の例では方位角 θ が最もマイナスとなる）点群 M1 を結んだ線と、方位角 θ が小さい順からそれぞれの点群 M 同士を結んだ線と、方位角 θ が最大となる（図 22 の例では方位角 θ が最もプラス側になる）点群 M2 からセンサ 26A の位置を結んだ線とを含む。検出制御部 84 は、このように算出した線 L3 に囲われる領域 AR1 の内側を、非干渉領域として設定する。

[0092] 本例においては、サブゴール S と回避経路 R2 との少なくとも一方を、このように設定した非干渉領域に基づいて設定する。例えば、非干渉領域に基づいてサブゴール S を設定する場合には、回避経路取得部 88 は、サブゴール S を、非干渉領域内に位置するように設定する。この場合、回避経路取得部 88 は、非干渉領域内にあり、かつ移動体 10 の進行方向に向けて並ぶ各位置を、サブゴール S として設定してよい。また例えば、非干渉領域に基づいて回避経路 R2 を設定する場合には、回避経路取得部 88 は、移動体 10 が非干渉領域内に位置する（非干渉領域外に位置しない）ような、回避経路 R2 を設定する。すなわち、移動体 10 が非干渉領域内に位置することを、

障害物Pに干渉しないという制約条件として扱って、参照経路R 2 aを初期解とし、移動体10が非干渉領域内に位置するという制約条件と、移動体10の運動特性に基づいた制約条件とを満たすような最適化計算を行うことで、回避経路R 2を設定してよい。

[0093] このように非干渉領域を設定してサブゴールSや回避経路R 2の設定を行うことで、例えば光線追跡などの演算が不要となり、サブゴールSや回避経路R 2の演算時間を短くすることができる。また例えば、複数の障害物Pがある場合でも、それらの障害物Pに干渉しない非干渉領域を設定できるため、複数の障害物Pを回避できる経路を適切に設定できる。

[0094] 図23は、非干渉領域の設定の他の例を説明する模式図である。本実施形態においては、センサ26Aに所定期間毎に検出を行わせるため、検出制御部84は、1回の走査により取得される点群Mのセットを、センサ26Aの検出毎に（移動体10の位置毎に）取得することになる。この場合、検出制御部84は、検出毎に取得される複数セットの点群Mのそれぞれについて、1セットの点群Mに基づいて、上述の方法で、線L 3に囲われる領域AR 1を設定する。例えば図23の例では、あるタイミングでの検出で取得された点群Mから設定された領域AR 1 aと、他のタイミングでの検出で取得された点群Mから設定された領域AR 1 bとが示されている。検出制御部84は、設定されたそれぞれの領域AR 1に基づいて、非干渉領域を設定してよい。それぞれの領域AR 1に基づいた非干渉領域の設定方法は任意であってよい。例えば、検出制御部84は、領域全体（領域AR）を複数の単位領域に区分し、それぞれの単位領域について、単位領域が領域AR 1内に位置する回数を、領域AR 1毎にカウントする。そして、検出制御部84は、領域AR 1内に位置する回数が所定の閾値以上となる単位領域の群を、非干渉領域として設定してよい。

[0095] このように、センサ26Aの検出毎の領域AR 1に基づいて非干渉領域を設定することで、蓄積した検出結果から非干渉領域を設定することが可能となり、障害物Pに干渉しないと想定される非干渉領域をより高精度に設定で

きる。

[0096] (第2実施形態の変形例2)

次に、第2実施形態の変形例2について説明する。本例においては、センサ26Aの検出結果である点群Mの一部を間引き、残った点群Mを解析用点群として、サブゴールSや回避経路R2の設定に用いる点で、第2実施形態とは異なる。本例において、第2実施形態と構成が共通する箇所は、説明を省略する。なお、本例は、第2実施形態の変形例1にも適用可能である。

[0097] 図24は、解析用点群の抽出方法の例を示す模式図である。本例においては、検出制御部84は、移動体10から点群Mまでの距離に基づいて、取得された点群Mから解析点群を抽出する。検出制御部84は、移動体10（基準経路R0）に近い点群Mを、解析点群として抽出することが好ましい。具体的には、図24に示すように、検出制御部84は、移動体10が移動すると想定される領域ARを複数に区分して区分領域ARDを設定する。区分領域ARDは任意に設定されてよいが、例えば図24に示すように、検出制御部84は、移動体10の位置よりも基準経路R0の進行方向側の領域を、基準経路R0の進行方向に所定距離毎に区分することで、複数の区分領域ARDを設定してよい。そして、検出制御部84は、区分領域ARD内の点群Mのうちで、最も移動体10（基準経路R0）に近い点群Mを、近傍点群Maとして抽出する。検出制御部84は、この処理を区分領域ARD毎に行うことで、区分領域ARD毎に近傍点群Maを抽出する。図24の例では、検出制御部84は、それぞれの区分領域ARDについて、移動体10（基準経路R0）に対して交差方向（図24の例ではX方向）の一方側に位置する複数の点群Mのうちの最も移動体10（基準経路R0）に近い点群Mと、移動体10（基準経路R0）に対して交差方向の他方側に位置する複数の点群Mのうちの最も移動体10（基準経路R0）に近い点群Mとを、その区分領域ARDの近傍点群Maとして抽出する。

[0098] 検出制御部84は、抽出した近傍点群Maを解析用点群として設定する。本例においては、サブゴールSと回避経路R2との少なくとも一方を、この

ように設定した解析用点群に基づいて設定する。すなわち本例では、解析用点群として抽出した以外の点群Mは、サブゴールSと回避経路R 2との少なくとも一方との演算に用いない。例えば、解析用点群に基づいて、第2実施形態のように障害物Pの位置を特定して、サブゴールSや回避経路R 2を設定してよい。また例えば、解析用点群に基づいて、第2実施形態の変形例1のように非干渉領域を設定して、サブゴールSや回避経路R 2を設定してよい。このように取得された点群Mの一部を解析用点群として抽出して、サブゴールSや回避経路R 2に用いることで、演算における次元を少なくして、演算時間を低減することが可能となる。

[0099] さらに言えば、検出制御部84は、隣り合う近傍点群M a同士の間位置（例えば中央位置）を、補助点群M bとして抽出し、近傍点群M aと補助点群M bとを、解析用点群として設定してよい。この場合例えば、検出制御部84は、隣り合う近傍点群M a同士の間距離を算出して、その距離が所定の閾値以上である場合に、それらの近傍点群M a同士の間補助点群M bを設定してよい。このように、近傍点群M a同士が離れている位置に補助点群M bを設定することで、演算時間を低減しつつ、演算精度が低下することを抑制できる。

[0100] （第3実施形態）

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態においては、移動体10の回避経路R 2に基づいて、他の移動体10Aの回避経路R 2Aを設定する点で、第1実施形態とは異なる。第3実施形態において第1実施形態と構成が共通する箇所は、説明を省略する。なお、第3実施形態は、第2実施形態及びその変形例にも適用可能である。

[0101] 図25は、他の移動体の回避経路を説明する模式図である。第3実施形態においては、回避経路R 2が設定された移動体10（第1移動体）は、回避経路R 2に関する情報を、情報処理装置14に送信する。なお、移動体10の回避経路R 2の設定方法は、これまでの実施形態や変形例と同様である。

[0102] 第3実施形態においては、移動体10以外の移動体10Aに対して、基準

経路R 0 Aが設定されており、移動体1 0 Aが基準経路R 0 Aを通る予定時間帯が、移動体1 0が基準経路R 0を通る予定時間帯よりも、遅く設定されている場合を例にして説明する。この場合、情報処理装置1 4は、移動体1 0 Aの基準経路R 0 Aが、所定の条件を満たすかを判断する。ここでの所定の条件とは、基準経路R 0 Aが、移動体1 0によって検出された障害物Pの位置に対して所定距離範囲内を通ることを指す。さらに言えば、所定の条件とは移動体1 0によって検出された障害物Pの近傍において、基準経路R 0 Aが基準経路R 0と重なることを指すことが好ましい。例えばこの場合、基準経路R 0が通るウェイポイントWPのうちで、障害物Pの位置よりもY 2方向側であって障害物Pの位置に対して所定距離範囲内のウェイポイントWP（図2 5の例ではウェイポイントWP 1）と、障害物Pの位置よりもY 1方向側であって障害物Pの位置に対して所定距離範囲内のウェイポイントWP（図2 5の例ではウェイポイントWP 3）とを、基準経路R 0 Aが通る場合に、基準経路R 0 Aが基準経路R 0と重なるとしてよい。

[0103] 移動体1 0 Aの基準経路R 0 Aが所定の条件を満たす場合、情報処理装置1 4は、移動体1 0の回避経路R 2に関する情報を、移動体1 0 Aに送信する。例えば、情報処理装置1 4は、移動体1 0の回避経路R 2そのものの情報を、移動体1 0 Aに送信してよい。移動体1 0 Aの回避経路取得部8 8は、情報処理装置1 4から取得した、移動体1 0の回避経路R 2に関する情報に基づいて、障害物Pを回避するための回避経路R 2 Aを設定する。回避経路R 2 Aの始点は、基準経路R 0 A上の、障害物Pの位置よりも方向Y 1側であって障害物Pの位置に対して所定距離範囲内のウェイポイントWPとしてよく、回避経路R 2 Aの終点は、基準経路R 0 A上の、障害物Pの位置よりも方向Y 2側であって障害物Pの位置に対して所定距離範囲内のウェイポイントWPとしてよい。例えば、移動体1 0 Aの回避経路取得部8 8は、移動体1 0の回避経路R 2と重なる経路（図2 5の例ではウェイポイントWP 1からウェイポイントWP 3までの回避経路R 2）を、回避経路R 2 Aとして設定してよい。

- [0104] 移動体10Aの移動制御部82は、移動体10Aを、回避経路R2Aの始点（図25の例ではウェイポイントWP1）まで、基準経路R0Aに従って移動させた後、回避経路R2Aに切り替えて、回避経路R2Aの始点から終点（図25の例ではウェイポイントWP3）まで、回避経路R2Aに従って移動させる。その後は、移動体10Aの移動制御部82は、基準経路R0Aに戻って移動を続ける。すなわちこの場合、移動体10Aは、障害物Pより手前（Y2方向側）で停止及び後退することなく、回避経路R2Aを用いて障害物Pを回避する。
- [0105] このように、第3実施形態においては、障害物Pを発見した移動体10の情報を、その後に障害物Pの近傍を通る移動体10Aに共有させて、移動体10Aを、停止及び後退させることなく、障害物Pを回避させることができる。これにより、移動体10Aは、障害物Pを回避するための時間を短くできる。
- [0106] なお、以上の説明では、移動体10Aは、移動体10の回避経路R2に関する情報として、回避経路R2の情報そのものを用いて、自身の回避経路R2Aを設定していたが、それに限られない。例えば、移動体10Aは、移動体10によって設定された、障害物Pに干渉しない領域である非干渉領域（第2実施形態の変形例を参照）の情報を、移動体10の回避経路R2に関する情報として取得してよい。この場合、移動体10Aの回避経路取得部88は、移動体10により設定された非干渉領域を用いて、第2実施形態の変形例と同様の方法を用いて、回避経路R2Aを設定してよい。
- [0107] また、障害物Pを発見した移動体10が、回避経路R2によって障害物Pを回避できなかった場合、すなわち例えば、退避経路R3に従った退避位置に戻った後、障害物Pのある場所を通らないように基準経路R0を更新した場合には、移動体10Aは、移動体10の回避経路R2を用いても、障害物Pを回避できない可能性がある。従ってこのような場合には、移動体10は、検出した障害物Pの位置情報を情報処理装置14に送信し、移動体10Aは、情報処理装置14から障害物Pの位置情報を取得して、それに基づき自

身で回避経路 R 2 A を設定してもよい。また例えば、移動体 1 0 A は、移動体 1 0 により設定された非干渉領域を用いて、第 2 実施形態の変形例と同様の方法を用いて、回避経路 R 2 A を設定してよい。

[0108] (効果)

本開示の第 1 態様に係る制御方法は、自動で移動する移動体 1 0 の制御方法であって、基準経路 R 0 に従って移動体 1 0 を移動させるステップと、移動体 1 0 が基準経路 R 0 に従って移動している際に、移動体 1 0 に設けられたセンサ 2 6 A に、移動体 1 0 の進行方向である Y 1 方向（第 1 方向）側に位置する障害物 P を検出させるステップと、Y 1 方向側に障害物 P が存在する場合に、障害物 P を回避しつつ Y 1 方向に向かう回避経路 R 2 を設定するステップと、移動体 1 0 を回避経路 R 2 に従って移動させるステップと、移動体 1 0 が回避経路 R 2 に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の回避経路 R 2 である更新回避経路を生成できるかを判断するステップと、所定の条件を満たす更新回避経路が生成できない場合に、移動体 1 0 を、Y 1 方向とは反対の Y 2 方向（第 2 方向）に後退させるステップと、を含む。本開示によると、障害物 P を適切に回避できる。

[0109] 本開示の第 2 態様に係る制御方法は、第 1 態様に係る制御方法であって、移動体 1 0 を Y 2 方向に後退させるステップにおいては、障害物 P を回避可能な更新回避経路が生成できない場合に、移動体 1 0 を Y 2 方向に後退させる。本開示によると、障害物 P を回避可能な更新回避経路が生成できない場合に、移動体 1 0 を後退させるため、障害物 P を適切に回避できる。

[0110] 本開示の第 3 態様に係る制御方法は、第 1 態様又は第 2 態様に係る制御方法であって、移動体 1 0 を Y 2 方向に後退させるステップにおいては、障害物 P を回避しつつ、障害物 P よりも Y 1 方向側で基準経路 R 0 に合流する更新回避経路が生成できない場合に、移動体 1 0 を Y 2 方向に後退させる。本開示によると、障害物 P を回避しつつ基準経路 R 0 に合流する更新回避経路が生成できない場合に、移動体 1 0 を後退させるため、障害物 P を適切に回避できる。

- [0111] 本開示の第4態様に係る制御方法は、第1態様から第3態様のいずれかに係る制御方法であって、移動体10をY2方向に後退させるステップにおいては、センサ26Aによる検出結果に基づいて、Y2方向に向かう退避経路R3を設定し、退避経路R3に従って、移動体10をY2方向に後退させる。本開示によると、センサ26Aの検出結果に基づいて退避経路R3を設定するため、障害物Pを回避しつつ適切に後退できる。
- [0112] 本開示の第5態様に係る制御方法は、第1態様から第3態様のいずれかに係る制御方法であって、移動体10をY2方向に後退させるステップにおいては、回避経路R2に基づいて、Y2方向に向かう退避経路R3を設定し、退避経路R3に従って、移動体10をY2方向に後退させる。本開示によると、回避経路R2に基づいて退避経路R3を設定するため、障害物Pを回避しつつ適切に後退できる。
- [0113] 本開示の第6態様に係る制御方法は、第1態様から第5態様のいずれかに係る制御方法であって、移動体10をY2方向に後退させた後に、障害物Pに干渉しない位置を通るように基準経路R0を更新して、更新した基準経路R0に従って移動体10を移動させるステップを更に含む。本開示によると、後退した後に基準経路R0を更新するため、回避経路R2では障害物Pを回避できない場合であっても、更新した基準経路R0を用いて、障害物Pを適切に回避できる。
- [0114] 本開示の第7態様に係る制御方法は、第1態様から第6態様のいずれかに係る制御方法であって、Y1方向側に障害物Pが存在する場合に、移動体10を停止させるステップと、基準経路R0に基づいて、Y2方向側に位置する後退位置まで戻る後退経路R1を設定するステップと、停止した移動体10を、後退経路R1に従って後退位置まで移動させるステップと、をさらに含み、移動体10を回避経路R2に従って移動させるステップにおいては、後退位置まで移動した移動体10を、回避経路R2に従って移動させる。本開示によると、障害物Pが検出されたら、移動体10を停止及び後退させた後に回避経路R2に切り替えることで、障害物Pを適切に回避できる。

- [0115] 本開示の第8態様に係るプログラムは、自動で移動する移動体10の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、基準経路R0に従って移動体10を移動させるステップと、移動体10が基準経路R0に従って移動している際に、移動体10に設けられたセンサ26Aに、移動体10の進行方向であるY1方向側に位置する障害物Pを検出させるステップと、Y1方向側に障害物Pが存在する場合に、障害物Pを回避しつつY1方向に向かう回避経路R2を設定するステップと、移動体10を回避経路R2に従って移動させるステップと、移動体10が回避経路R2に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の回避経路R2である更新回避経路を生成できるかを判断するステップと、所定の条件を満たす更新回避経路が生成できない場合に、移動体10を、Y1方向とは反対のY2方向に後退させるステップと、をコンピュータに実行させる。本開示によると、障害物を適切に回避できる。
- [0116] 本開示の第9態様に係る移動体10は、自動で移動する移動体10であって、基準経路R0に従って移動体10を移動させる移動制御部82と、移動体10が基準経路R0に従って移動している際に、移動体10に設けられたセンサ26Aに、移動体10の進行方向であるY1方向側に位置する障害物Pを検出させる検出制御部84と、Y1方向側に障害物Pが存在する場合に、障害物Pを回避しつつY1方向に向かう回避経路R2を取得する回避経路取得部88と、を含む。移動制御部82は、移動体10を回避経路R2に従って移動させる。移動制御部82は、移動体10が回避経路R2に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の回避経路R2である更新回避経路が生成できない場合に、移動体10を、Y2方向に後退させる。本開示によると、障害物を適切に回避できる。
- [0117] 以上、本開示の実施形態を説明したが、この実施形態の内容により実施形態が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さ

らに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

符号の説明

- [0118] 1 0 移動体
 1 2 管理装置
 1 4 情報処理装置
 2 6 A センサ
 8 0 基準経路取得部
 8 2 移動制御部
 8 4 検出制御部
 8 6 後退経路取得部
 8 8 回避経路取得部
 P 障害物
 R 0 基準経路
 R 1 後退経路
 R 2 回避経路
 R 3 退避経路

請求の範囲

- [請求項1] 自動で移動する移動体の制御方法であって、
 基準経路に従って移動体を移動させるステップと、
 前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体
 に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置
 する障害物を検出させるステップと、
 前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつ
 つ前記第1方向に向かう回避経路を設定するステップと、
 前記移動体を前記回避経路に従って移動させるステップと、
 前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件
 を満たす他の前記回避経路である更新回避経路を生成できるかを判断
 するステップと、
 所定の条件を満たす前記更新回避経路が生成できない場合に、前記
 移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させるステップと
 、
 を含む、
 制御方法。
- [請求項2] 前記移動体を前記第2方向に後退させるステップにおいては、障害
 物を回避可能な前記更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体
 を前記第2方向に後退させる、請求項1に記載の制御方法。
- [請求項3] 前記移動体を前記第2方向に後退させるステップにおいては、障害
 物を回避しつつ、前記障害物よりも前記第1方向側で前記基準経路に
 合流する前記更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を前記
 第2方向に後退させる、請求項1又は請求項2に記載の制御方法。
- [請求項4] 前記移動体を前記第2方向に後退させるステップにおいては、前記
 センサによる検出結果に基づいて、前記第2方向に向かう退避経路を
 設定し、前記退避経路に従って、前記移動体を前記第2方向に後退さ
 せる、請求項1又は請求項2に記載の制御方法。

- [請求項5] 前記移動体を前記第2方向に後退させるステップにおいては、前記回避経路に基づいて、前記第2方向に向かう退避経路を設定し、前記退避経路に従って、前記移動体を前記第2方向に後退させる、請求項1又は請求項2に記載の制御方法。
- [請求項6] 前記移動体を前記第2方向に後退させた後に、前記障害物に干渉しない位置を通るように前記基準経路を更新して、更新した前記基準経路に従って前記移動体を移動させるステップを更に含む、請求項1又は請求項2に記載の制御方法。
- [請求項7] 前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記移動体を停止させるステップと、
前記基準経路に基づいて、前記第2方向側に位置する後退位置まで戻る後退経路を設定するステップと、
停止した前記移動体を、前記後退経路に従って前記後退位置まで移動させるステップと、
をさらに含み、
前記移動体を前記回避経路に従って移動させるステップにおいては、前記後退位置まで移動した前記移動体を、前記回避経路に従って移動させる、
請求項1又は請求項2に記載の制御方法。
- [請求項8] 自動で移動する移動体の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、
基準経路に従って移動体を移動させるステップと、
前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置する障害物を検出させるステップと、
前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつつ前記第1方向に向かう回避経路を設定するステップと、
前記移動体を前記回避経路に従って移動させるステップと、

前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の前記回避経路である更新回避経路を生成できるかを判断するステップと、

所定の条件を満たす前記更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させるステップと

、

を、コンピュータに実行させる、

プログラム。

[請求項9]

自動で移動する移動体であって、

基準経路に従って移動体を移動させる移動制御部と、

前記移動体が前記基準経路に従って移動している際に、前記移動体に設けられたセンサに、前記移動体の進行方向である第1方向側に位置する障害物を検出させる検出制御部と、

前記第1方向側に障害物が存在する場合に、前記障害物を回避しつつ前記第1方向に向かう回避経路を取得する回避経路取得部と、

を含み、

前記移動制御部は、

前記移動体を前記回避経路に従って移動させ、

前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、所定の条件を満たす他の前記回避経路である更新回避経路が生成できない場合に、前記移動体を、前記第1方向とは反対の第2方向に後退させる、移動体。