

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、前記センサによる障害物の検出結果に基づき、前記回避経路を更

新するステップと、を含み、前記回避経路を更新するステップにおいては、前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置にあるサブゴールを目的位置として、更新用の前記回避経路を設定し、前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合には、前記基準経路上の位置を目的位置として、更新用の前記回避経路を設定する。

[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、前記センサによる障害物の検出結果に基づき、前記回避経路を更新するステップと、を、コンピュータに実行させ、前記回避経路を更新するステップにおいては、前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置にあるサブゴールを目的位置として、更新用の前記回避経路を設定し、前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合には、前記基準経路上の位置を目的位置として、更新用の前記回避経路を設定する。

[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、前記回避経路取得部は、前記移

動体が前記回避経路に従って移動している際に、前記センサによる障害物の検出結果に基づいて更新された前記回避経路を取得し、前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置にあるサブゴールを目的位置とした更新用の前記回避経路を取得し、前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合には、前記基準経路上の位置を目的位置とした更新用の前記回避経路を取得する。

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、更新した回避経路の一例を示す図である。

[図11]図11は、更新した回避経路の一例を示す図である。

[図12A]図12Aは、非干渉領域の一例を示す模式図である。

[図12B]図12Bは、非干渉領域の一例を示す模式図である。

[図13]図13は、非干渉領域の一例を示す模式図である。

[図14]図14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15]図15は、サブゴールの設定方法の例を示す模式図である。

[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 1 8 は、参照経路の設定の一例を示す模式図である。

[図19]図 1 9 は、回避経路の設定の一例を示す模式図である。

[図20]図 2 0 は、非干渉領域の設定を説明するための模式図である。

[図21]図 2 1 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 2 2 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23]図 2 3 は、解析用点群の抽出方法の例を示す模式図である。

[図24]図 2 4 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 1 0 と管理装置 1 2 と情報処理装置 1 4 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 1 0 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 1 0 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 1 0 は、設備 W の領域 A R 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 A R は、対象物が設置されたり移動体 1 0 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 1 0 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 1 0 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A Rに沿った一方向をX方向とし、領域A R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A R上の二次元面における座標系（領域A Rの座標系）における位置（座標）を指す。また、移動体10などの「姿勢（向き）」とは、特に断りのない限り、領域A R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A R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A R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ロ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

ルレッグ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。ストラドルレッグ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から突出する一对の軸状の部材である。車輪20Aは、それぞれのストラドルレッグ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、ストラドルレッグ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ッグ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 Detect

tion 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

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R0a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R0a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R0a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R0aの情報を取得する。移動体10は、この基準経路R0a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R0a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R0b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R0b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R0aを設定し、移動体10が基準経路R0bを設定していたが、基準経路R0a、R0b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R0aを設定し

てもよいし、情報処理装置 1 4 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 1 0 の移動制御部 8 2 は、取得された基準経路 R O に従って、移動体 1 0 を移動させる。移動制御部 8 2 は、移動体 1 0 の位置情報を逐次把握することで、基準経路 R O を通るように、移動体 1 0 を移動させる。移動体 1 0 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 8 2 は、検出体の検出に基づき移動体 1 0 の位置及び姿勢の情報を取得する。具体的には、移動体 1 0 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 1 0 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 R O 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 1 0 は、基準経路 R O 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 R O の近くに障害物 P が存在する場合、移動体 1 0 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 1 0 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 1 0 は、移動中にセンサ 2 6 A 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 R 2 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10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 R 1 として設定してよい。すなわちこの場合、後退経路 R 1 は、基準経路 R 0 に沿っているが、進行方向が基準経路 R 0 とは反対方向になる。本例では、後退経路取得部 8 6 は、基準経路 R 0 上のウェイポイント W P のうちで、障害物 P が検出された際の移動体 1 0 の位置に最も近いウェイポイント W P を、後退位置として設定する。そして、後退経路取得部 8 6 は、移動体 1 0 が停止した位置から後退位置までの、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。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 W P 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 W P 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 10 の速度などに基づいて、移動体 10 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 10 の後退経路取得部 86 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 14 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 10 の後退経路取得部 86 は、情報処理装置 14 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。

[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。ただし、移動体 10 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 88 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 10 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 10 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 10 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 10 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] 本実施形態においては、回避経路取得部 88 は、サブゴール S を目的位置（終点）として、回避経路 R 2（障害物 P が存在すると判定されてから最初に設定する回避経路 R 2）を設定する。すなわち、回避経路取得部 88 は、始点からサブゴール S まで、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。

[0054] 回避経路取得部 88 は、センサ 26 A によって検出された障害物 P の位置とは異なる位置であり、かつ、基準経路 R 0 上の位置とも異なる位置を、サブゴール S として設定する。より詳しくは、サブゴール S は、障害物 P を検出した際の移動体 10 の位置よりも Y 1 方向側に設定されることが好ましい。さらに言えば、サブゴール S は、Y 1 方向に直交する X 方向（基準経路 R 0 の進行方向に直交する方向）において、障害物 P よりも基準経路 R 0 から離れた位置（図 9 の例では障害物 P よりも X 方向側の位置）に設定されることが好ましい。サブゴール S がこのような位置に設定されることで、障害物 P を確実に回避できる回避経路 R 2 を設定できる。

[0055] 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 と干渉せずに、始点（本例では後退位置）から終点（本例ではサブゴール S）まで向かう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。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] (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 1 0 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 1 0 を移動させる。

[0059] (回避経路の更新)

回避経路取得部 8 8 は、移動体 1 0 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、回避経路 R 2 を更新する。より詳しくは、移動体 1 0 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、回避経路の更新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 に干渉せずに基準経路 R 0 に合流できない場合には

、回避経路の更新が必要と判断し、障害物Pに干渉せずに基準経路R0に合流できる場合には、回避経路の更新が不要と判断してよい。

[0060] 更新回避経路の設定が必要である場合、回避経路取得部88は、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方向に向かうように、更新用の回避経路R2を設定する。

[0061] 図10及び図11は、更新した回避経路の一例を示す図である。より詳しくは、回避経路取得部88は、センサ26Aの最新検出結果が所定の条件を満たさない場合には、サブゴールSを目的位置として、更新用の回避経路R2を設定する。すなわちこの場合、回避経路取得部88は、例えば図10に示すように、センサ26Aの最新検出結果に基づいて、上述と同様の方法でサブゴールSの位置を設定し直して、サブゴールSを目的位置として更新用の回避経路R2を生成する。一方、回避経路取得部88は、センサ26Aの最新検出結果が所定の条件を満たす場合には、例えば図11に示すように、基準経路R0上の位置（ウェイポイントWP）を目的位置として、更新用の回避経路R2を設定する。例えばこの場合、回避経路取得部88は、基準経路R0上の各位置（ウェイポイントWP）のうちで、移動体10の現在位置や障害物Pの位置よりもY1方向側にある位置を選択して、選択した位置を目的位置として、更新用の回避経路R2を設定する。

[0062] なお、ここでの所定の条件とは、任意に設定されてよい。例えば、センサ26Aの最新検出結果が示す障害物Pの位置が、所定の位置（移動体10がセンサ26Aの最新検出結果が示す障害物Pの位置を回避しつつ、現在位置から基準経路R0上の位置まで到達可能な位置）にある場合に、所定の条件を満たすとし、所定の位置に無い場合に、所定の条件を満たさないとしてよい。

[0063] （非干渉領域）

本実施形態では、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、非干渉領域AR1を設定することが好ましい。この場合、回避経路取得部88は、非干渉領域AR1が所定の条件を満たさない場合に、サブ

ゴールSを目的位置とし、非干渉領域AR1が所定の条件を満たす場合に、基準経路R0上の位置を目的位置とする。非干渉領域AR1とは、障害物Pと干渉しない領域を指し、より詳しくは、設備W内の領域ARのうちで、移動体10が障害物Pを回避しつつ進入可能な領域を指す。

[0064] 図12A、図12B、図13は、非干渉領域の一例を示す模式図である。回避経路取得部88は、センサ26Aの最新検出結果に基づいた任意の方法で非干渉領域AR1を設定してよい。例えば、回避経路取得部88は、移動体10よりも、これまで用いていた回避経路R2の進行方向側（Y1方向側）であって、かつ、センサ26Aの最新検出結果が示す障害物Pよりも、移動体10側（Y2方向側）の領域（図12Aの例では領域AR1a）を、非干渉領域AR1に設定してよい。さらに言えば、回避経路取得部88は、障害物Pよりも移動体10から離れる側（Y1方向側）の領域のうちで、障害物Pによりセンサ26Aの死角になっていない領域（図12Aの例では領域AR1b）については、非干渉領域AR1に含め、障害物Pによりセンサ26Aの死角になっている領域（図12Aの例では領域AR2）については、非干渉領域AR2に含めない。なお、死角になっていない領域（位置）とは、例えば、障害物Pよりも移動体10から離れた側の領域（位置）のうちで、その領域（位置）から移動体10（センサ26A）までを結んだ直線が障害物Pを通らない領域（位置）を指す。また、死角になっている領域とは、例えば、障害物Pよりも移動体10から離れた側の領域のうちで、その領域から移動体10（センサ26A）までを結んだ直線が障害物Pを通る領域を指す。

[0065] 上述のように、回避経路取得部88は、非干渉領域AR1が所定の条件を満たさない場合に、サブゴールSを目的位置とし、非干渉領域AR1が所定の条件を満たす場合に、基準経路R0上の位置を目的位置とする。ここでの所定の条件は任意に設定してよいが、例えば、移動体10が、現在位置から非干渉領域AR1内を通して基準経路R0上の位置まで到達可能な程度に、非干渉領域AR1が大きいことを、所定の条件としてよい。

[0066] ここで、Y 1 方向に直交する X 方向（基準経路 R 0 の進行方向に直交する第 2 方向）における非干渉領域 A R 1 の端点と、基準経路 R 0 との、X 方向における距離（最短距離）を、 ΔA とする。この場合、本実施形態では、回避経路取得部 8 8 は、距離 ΔA が所定の閾値未満である場合には、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさないとし、距離 ΔA が所定の閾値以上である場合には、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たすとすることが好ましい。図 1 2 A では、障害物 P の X 方向側の辺と基準経路 R 0 との距離が距離 ΔA となり、その距離 ΔA が閾値未満である。そのため、図 1 2 A の例では、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさず、サブゴール S を目的位置として回避経路 R 2 が更新される。一方、図 1 2 B では、移動体 1 0 の Y 1 方向側に障害物 P が存在せず、通路の壁と基準経路 R 0 との距離が距離 ΔA となり、その距離 ΔA が閾値以上である。そのため、図 1 2 B の例では、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たし、基準経路 R 0 上の位置を目的位置として回避経路 R 2 が更新される。なお、ここでの距離 ΔA に対する閾値は、任意に設定されてよい。

[0067] さらに言えば、回避経路取得部 8 8 は、非干渉領域 A R 1 の Y 1 方向における長さ（奥行き） ΔB が、所定の閾値未満である場合には、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさないとし、長さ ΔB が所定の閾値以上である場合には、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たすとすることが好ましい。なおこの場合、移動体 1 0 の前面（進行方向側の面）から、Y 1 方向に閾値以上離れた位置まで、非干渉領域 A R 1 の X 方向の長さ（幅）が連続して所定長さ以上であるという条件を満たす場合に、長さ ΔB が閾値以上であるとしてよく、この条件を満たさない場合に、長さ ΔB が閾値未満であるとしてよい。すなわち、移動体 1 0 が通れる程度の幅がある非干渉領域 A R 1 が、移動体 1 0 の前面から Y 1 方向に十分広がっている場合に、長さ ΔB が閾値以上であると判断してよい。図 1 3 の例では、移動体 1 0 の Y 1 方向側の近傍に障害物 P が存在して、長さ ΔB が閾値未満となっている。従って、図 1 3 の例では、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさず、サブゴール S を目的位

置として、回避経路 R 2 が更新される。一方、図 1 2 B の例では、移動体 1 0 の Y 1 方向側の近傍に障害物 P が存在せず、長さ ΔB が閾値以上となっている。従って、図 1 2 B の例では、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たし、基準経路 R 0 上の位置を目的位置として、回避経路 R 2 が更新される。なお、ここでの距離 ΔB に対する閾値や、幅に対する所定長さは、任意に設定されてよい。

[0068] なお、回避経路取得部 8 8 は、距離 ΔA と長さ ΔB との両方を用いて、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たすかを判断することが好ましい。すなわちこの場合、回避経路取得部 8 8 は、距離 ΔA が所定の閾値以上であり、かつ、長さ ΔB が所定の閾値以上である場合に、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たすと判断し、距離 ΔA が所定の閾値以上であることと長さ ΔB が所定の閾値以上であることとの少なくとも一方を満たさない場合に、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさないと判断してよい。ただしそれに限られず、回避経路取得部 8 8 は、距離 ΔA と長さ ΔB とのいずれか一方を用いて、非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たすかを判断してよい。

[0069] なお、更新用の回避経路 R 2 の設定方法は、上述の最初に設定した回避経路 R 2 の設定方法と同様であってよい。すなわち例えば、例えば、障害物 P と干渉せずに、始点（現在位置）から終点（サブゴール S 又は基準経路 R 0 上の位置）まで向かうことを制約条件とした最適化計算を行うことで、更新用の回避経路 R 2 を設定してよい。

[0070] 移動制御部 8 2 は、更新用の回避経路 R 2 が設定されたら、現在用いている回避経路 R 2 を、更新用の回避経路 R 2 に切り替えて（更新して）、更新した回避経路 R 2 に従って移動体 1 0 を移動させる。更新用の回避経路 R 2 の設定と、更新用の回避経路 R 2 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 1 0 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 2 6 A による検出結果に基づいて、更新用の回避経路 R 2 を更に設定して、回避経路 R 2 をその回避経路 R 2 に切り替えてよい。なお、回避経路 R 2 の更新が不要と判断した場合には、

現在用いている回避経路 R 2 に従った移動を継続する。

[0071] なお、回避経路 R 2 に従って移動することで、障害物 P を回避して基準経路 R 0 に合流したら、移動制御部 8 2 は、移動体 1 0 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。また、更新用の回避経路 R 2 の設定主体も任意であってよく、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更新用の回避経路 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 から更新用の回避経路 R 2 を取得してもよい。

[0072] (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 4 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 4 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、サブゴール S を目的位置として回避経路 R 2 を設定し(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。

[0073] 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 の検出結果に基づき、非干渉領域 A R 1 を設定する。非干渉領域 A R 1 が所定の条件を満たさない場合には(ステップ S 1 8 ; N o)、移動体 1 0 の回避経路取得部 8 8 は、サブゴール S を更新し、更新したサブゴール S を目的位置として回避経路 R 2 を更新する(ステップ S 2 0)。一方、非干渉領域 A R 1 が所定

の条件を満たす場合には（ステップS 1 8 ; Y e s）、移動体1 0の回避経路取得部8 8は、基準経路R 0上の位置を目的位置として回避経路R 2を更新する（ステップS 2 2）。ステップS 2 0又はステップS 2 2で回避経路R 2を更新したら、移動体1 0の移動制御部8 2は、回避経路R 2を更新して、更新した回避経路R 2に従って移動体1 0を移動させる。その後、更に回避経路R 2の更新が必要かを判断し（ステップS 2 4）。更新が必要でない場合には（ステップS 2 4 ; N o）、その回避経路R 2に従った移動を継続し、更新が必要である場合には（ステップS 2 4 ; Y e s）、ステップS 1 8に戻り、処理を続ける。

[0074] （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R 2に切り替えて移動を継続し、回避経路R 2に従って移動している際にも、回避経路R 2を逐次更新する。本実施形態においては、回避経路R 2を更新する際に、障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合にはサブゴールSを目的位置とし、所定の条件を満たす場合には基準経路R 0を目的位置とする。従って、本実施形態によると、基準経路R 0に適切に合流できそうな場合には、基準経路R 0に向けた回避経路R 2を設定することで、障害物Pを回避しつつ基準経路R 0に適切に戻ることができる。また、基準経路R 0に適切に合流できなさそうな場合には、サブゴールSに向けた回避経路R 2を設定することで、障害物Pを確実に回避できる。すなわち、このように状況に応じて目的位置を切り替えることで、回避経路R 2を適切に探索することができ、障害物Pを適切に回避できる。

[0075] （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、回避経路R 2の設定方法で、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。

[0076] （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。

[0077] 図 15 から図 17 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 15 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 15 の例では Y1 方向）に交差する交差方向（図 15 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 とせずに、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。

[0078] また例えば、回避経路取得部 88 は、図 16 に示すように、基準経路 R0 の進行方向（図 6 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）における、センサ 26A によって検出された障害物同士の間の位置（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 16 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 midpoint 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 midpoint 位置）
を、サブゴールSとして設定する。

[0079] また例えば、図17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。

[0080] （参照経路の設定）

図18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8
8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18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。

[0081] 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R2aを設定する。ここでの運動特性は、移動体10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88は、移動体10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R2aとして設定するといえる。なお、移動体10の運動特性は、例えば、移動体10の最小旋回半径や、上限速度などを指す。

[0082] 本実施形態においては、回避経路取得部88は、センサ26A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R2aを設定することが好ましい。すなわち、回避経路取得部88は、センサ26A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R2a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R2aを算出できる。

[0083] 例えば、回避経路取得部88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R2aを設定してよい。

[0084] (回避経路の設定)

図19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88は、参照経路R2aと、検出制御部84により取得されたセンサ26Aの検出結果とに基づき、障害物Pを回避可能な回避経路R2を設定する。すなわち、回避経路取得部88は、参照経路R2aの情報と、センサ26A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26Aによって検出

された障害物Pと干渉しない回避経路R2を設定する。ここで、回避経路R2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R2aの情報も用いることで、参照経路R2aを参照として回避経路R2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R2を設定できる。

[0085] 本実施形態では、回避経路取得部88は、参照経路R2a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R2を設定する。さらに言えば、回避経路取得部88は、参照経路R2a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R2を設定することが好ましい。すなわち、回避経路取得部88は、センサ26A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10が位置しないことと、移動体10の運動特性を満たすことを制約条件とし、参照経路R2a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R2を設定する。これにより、移動体10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R2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R2a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R2を設定できる。

[0086] 例えば、回避経路取得部88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R2を設定してよい。

[0087] (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26Aの検出結果である点群Mに囲われた領域AR1を非干渉領域として設定して、サブゴールSや回避経路R2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。

[0088] 図20及び図21は、非干渉領域の設定を説明するための模式図である。

本例においては、検出制御部84は、センサ26Aに、レーザ光を照射させる。検出制御部84は、センサ26A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26A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10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20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を通して移動体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20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20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。

[0089] 図21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21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21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。

[0090] 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R2a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R2を設定してよい。

[0091] 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R2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R2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。

[0092] 図22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L3に囲われる領域AR1を設定する。例えば図22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AR1a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AR1b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AR1に基づいて、非干渉領域を設定してよい。それぞれの領域AR1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A R 1内に位置する回数を、領域A R 1毎にカウントする。そして、検出制御部84は、領域A R 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。

[0093] このように、センサ26Aの検出毎の領域A R 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。

[0094] （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。

[0095] 図23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23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23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23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

R 0) に対して交差方向 (図 2 3 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 1 0 (基準経路 R 0) に近い点群 M と、移動体 1 0 (基準経路 R 0) 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 1 0 (基準経路 R 0) に近い点群 M とを、その区分領域 A R D の近傍点群 M a として抽出する。

- [0096] 検出制御部 8 4 は、抽出した近傍点群 M a 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 R 2 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。

- [0097] さらに言えば、検出制御部 8 4 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 8 4 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 同士の間に補助点群 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。

- [0098] (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 1 0 の回避経路 R 2 に基づいて、他の移動体 1 0 A の回避経路 R 2 A 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。

[0099] 図24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R2が設定された移動体10（第1移動体）は、回避経路R2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R2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。

[0100] 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R0Aが設定されており、移動体10Aが基準経路R0Aを通る予定時間帯が、移動体10が基準経路R0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14は、移動体10Aの基準経路R0A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R0Aが、移動体10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10によって検出された障害物Pの近傍において、基準経路R0Aが基準経路R0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R0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Y2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24の例ではウェイポイントWP1）と、障害物Pの位置よりもY1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24の例ではウェイポイントWP3）とを、基準経路R0Aが通る場合に、基準経路R0Aが基準経路R0と重なるとしてよい。

[0101] 移動体10Aの基準経路R0Aが所定の条件を満たす場合、情報処理装置14は、移動体10の回避経路R2に関する情報を、移動体10Aに送信する。例えば、情報処理装置14は、移動体10の回避経路R2そのものの情報を、移動体10Aに送信してよい。移動体10Aの回避経路取得部88は、情報処理装置14から取得した、移動体10の回避経路R2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R2Aを設定する。回避経路R2Aの始点は、基準経路R0A上の、障害物Pの位置よりも方向Y1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R2Aの終点は、基準経路R0A上の、障害物Pの位置よりも方向Y2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10Aの回避経路取得部88は、移動体10の回避経路R2と重なる経路（図24の例ではウェイポイントWP1からウェイポイントWP3までの回避経路R2）を、回避経路R2Aとして設定してよい。

[0102] 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24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24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。

[0103] 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。

[0104] 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。

[0105] (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10の制御方法であって、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の進行方向である第1方向(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、センサ26Aによる障害物Pの検出結果に基づき、回避経路R2を更新するステップと、を含む。回避経路R2を更新するステップにおいては、センサ26Aによる障害物Pの検出結果が所定の条件を満たさない場合には、障害物Pの位置及び基準経路R0上の位置とは異なる位置にあるサブゴールSを目的位置として、更新用の回避経路R2を設定し、センサ26Aによる障害物Pの検出結果が所定の条件を満たす場合には、基準経路R0上の位置を目的位置として、更新用の回避経路R2を設定する。本開示によると、状況に応じて目的位置を切り替えることで、回避経路R2を適切に探索することができ、障害物Pを適切に回避できる。

[0106] 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、回避経路R2を更新するステップにおいては、センサ26Aによる障害物Pの検出結果に基づき、障害物Pと干渉しない非干渉領域AR1を設定し、非干渉領域AR1が所定の条件を満たさない場合には、サブゴールSを目的位置とし、非干渉領域AR1が所定の条件を満たす場合には、基準経路R0上の位置を目的位置とする。本開示によると、非干渉領域AR1に応じて目的位置を切り替えることで、回避経路R2を適切に探索することができ、障害物Pを適切に回避できる。

[0107] 本開示の第3態様に係る制御方法は、第2態様に係る制御方法であって、回避経路R2を更新するステップにおいては、Y2方向に直交するX方向(

第2方向)における非干渉領域AR1の端点と、基準経路R0との、X方向における距離 ΔA が、閾値未満である場合には、サブゴールSを目的位置とし、距離 ΔA が閾値以上である場合には、基準経路R上の位置を目的位置とする。本開示によると、このようにして目的位置を決定するため、非干渉領域AR1が基準経路R0に合流可能な程度に広い場合には、基準経路R0に向かわせ、十分に広くない場合には、サブゴールSに向かわせることが可能となり、回避経路R2を適切に探索することができる。

[0108] 本開示の第4態様に係る制御方法は、第2態様又は第3態様に係る制御方法であって、回避経路R2を更新するステップにおいては、非干渉領域AR1のY1方向における長さ ΔB が閾値未満である場合には、サブゴールSを目的位置とし、長さ ΔB が閾値以上である場合には、基準経路R上の位置を目的位置とする。本開示によると、このようにして目的位置を決定するため、非干渉領域AR1の奥行きが、基準経路R0に合流可能な程度に広がっている場合には、基準経路R0に向かわせ、十分に広くない場合には、サブゴールSに向かわせることが可能となり、回避経路R2を適切に探索することができる。

[0109] 本開示の第5態様に係る制御方法は、第1態様から第4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。

[0110] 本開示の第6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 26 A に、移動体 10 の進行方向である第 1 方向（Y 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 10 を回避経路 R 2 に従って移動させるステップと、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 26 A による障害物 P の検出結果に基づき、回避経路 R 2 を更新するステップと、をコンピュータに実行させる。回避経路 R 2 を更新するステップにおいては、センサ 26 A による障害物 P の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、障害物 P の位置及び基準経路 R 0 上の位置とは異なる位置にあるサブゴール S を目的位置として、更新用の回避経路 R 2 を設定し、センサ 26 A による障害物 P の検出結果が所定の条件を満たす場合には、基準経路 R 0 上の位置を目的位置として、更新用の回避経路 R 2 を設定する。本開示によると、障害物 P を適切に回避できる。

[0111] 本開示の第 7 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 R 0 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 R 0 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 26 A に、移動体 10 の進行方向である Y 1 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、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 R 2 に従って移動させる。回避経路取得部 88 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 26 A による障害物 P の検出結果に基づいて更新された回避経路 R 2 を取得する。回避経路取得部 88 は、センサ 26 A による障害物 P の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、障害物 P の位置及び基準経路 R 0 上の位置とは異なる位置にあるサブゴール S を目的位置とした更新用の回避経路 R 2 を取得し、センサ 26 A による障害物 P の検出結果が所定の条件を満たす場合には、基準経路 R 0 上の位置を目的位置とした更新用の回避経路 R 2 を取得する。本開示によると、障害物 P を適切に回

避できる。

[0112] 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

[0113] 10 移動体
12 管理装置
14 情報処理装置
26A センサ
80 基準経路取得部
82 移動制御部
84 検出制御部
86 後退経路取得部
88 回避経路取得部
P 障害物
R0 基準経路
R1 後退経路
R2 回避経路
S サブゴール

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、前記センサ
 による障害物の検出結果に基づき、前記回避経路を更新するステップ
 と、
 を含み、
 前記回避経路を更新するステップにおいては、
 前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合
 には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置に
 あるサブゴールを目的位置として、更新用の前記回避経路を設定し、
 前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合
 には、前記基準経路上の位置を目的位置として、更新用の前記回避経
 路を設定する、
 制御方法。
- [請求項2] 前記回避経路を更新するステップにおいては、前記センサによる障
 害物の検出結果に基づき、前記障害物と干渉しない非干渉領域を設定
 し、前記非干渉領域が所定の条件を満たさない場合には、前記サブゴ
 ールを目的位置とし、前記非干渉領域が所定の条件を満たす場合には
 、前記基準経路上の位置を目的位置とする、請求項1に記載の制御方
 法。
- [請求項3] 前記回避経路を更新するステップにおいては、前記第1方向に直交

する第2方向における前記非干渉領域の端点と、前記基準経路との、前記第2方向における距離が、閾値未満である場合には、前記サブゴールを目的位置とし、前記距離が前記閾値以上である場合には、前記基準経路上の位置を目的位置とする、請求項2に記載の制御方法。

[請求項4] 前記回避経路を更新するステップにおいては、前記非干渉領域の前記第1方向における長さが閾値未満である場合には、前記サブゴールを目的位置とし、前記長さが前記閾値以上である場合には、前記基準経路上の位置を目的位置とする、請求項2又は請求項3に記載の制御方法。

[請求項5] 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1方向と反対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から請求項3のいずれか1項に記載の制御方法。

[請求項6] 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、前記センサによる障害物の検出結果に基づき、前記回避経路を更新するステップと、
を、コンピュータに実行させ、
前記回避経路を更新するステップにおいては、
前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置にあるサブゴールを目的位置として、更新用の前記回避経路を設定し、
前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合には、前記基準経路上の位置を目的位置として、更新用の前記回避経路を設定する、
プログラム。

[請求項7]

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、
前記回避経路取得部は、
前記移動体が前記回避経路に従って移動している際に、前記センサによる障害物の検出結果に基づいて更新された前記回避経路を取得し、
、
前記センサによる障害物の検出結果が所定の条件を満たさない場合には、前記障害物の位置及び前記基準経路上の位置とは異なる位置に

あるサブゴールを目的位置とした更新用の前記回避経路を取得し、
前記センサによる障害物の検出結果が前記所定の条件を満たす場合には、前記基準経路上の位置を目的位置とした更新用の前記回避経路を取得する、
移動体。