# 明　細　書

## 発明の名称 ：

## 経路設定方法、移動体、管理システム及びプログラム

## 技術分野

[0001]　本開示は、経路設定方法、移動体、管理システム及びプログラムに関する。

## 背景技術

[0002]　移動体を目的位置まで自律的に移動させるために、様々な計算を行うことによって移動体の移動経路が設定され、それに基づいて移動体が自律的に動作することにより、移動体が自律的に移動する。

[0003]　例えば、下記の特許文献１には、自律移動体の占有領域を単一の楕円で近似し、その楕円内にすべての障害物が内包されないことを制約とし、一定時刻先までの将来に渡って制約を守るように最適化問題を解くことで、障害物回避経路を生成する旨が記載されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２２－１３４９０５号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005]　ここで、移動体の占有領域を大きく設定すると、障害物を回避する経路を設定する場合に、設定可能な経路の制限度合いが高くなる場合がある。従って、移動体の経路を適切に設定することが求められている。

[0006]　本開示は上記課題を鑑み、移動体の経路を適切に設定することができる経路設定方法、移動体、管理システム及びプログラム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

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る経路設定方法は、移動体の目的位置の情報を取得するステップと、障害物の位置の情報を取得するステップと、移動体の経路計算を実行するステップと、を含み、前記経路計算を実行するステップは、前記移動体の形状に関する情報に基づいて、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、前記障害物の位置の情報に基づき、前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路を、前記移動体の経路として設定するステップと、を含む。

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る移動体は、障害物の位置の情報に基づき設定された、前記障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を取得する経路取得部と、前記経路に従って移動体を移動させる移動制御部と、を含み、前記移動体領域は、前記移動体の形状に関する情報に基づいて設定された、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の領域である。

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る管理システムは、経路設定方法により設定した前記経路を前記移動体に送信する。

[0010] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係るプログラムは、移動体の目的位置の情報を取得するステップと、障害物の位置の情報を取得するステップと、移動体の経路計算を実行するステップと、を、コンピュータに実行させるプログラムであって、前記経路計算を実行するステップは、前記移動体の形状に関する情報に基づいて、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、前記障害物の位置の情報に基づき、前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路を、前記移動体の経路として設定するステップと、を含む。

## 発明の効果

[0011] 本開示によれば、適切に移動体の占有領域を設定することができる移動体の制御装置、移動体の制御方法、及びプログラムを提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本開示に係る移動体制御システムの概要を説明する図である。

[図2]図２は、本開示に係る移動体制御システムの構成例を示す図である。

[図3]図３は、本開示に係る移動体の構成を模式的に示す図である。

[図4]図４は、本開示に係る管理システムの構成例を示す図である。

[図5]図５は、本開示に係る移動体の制御装置の構成例を示す図である。

[図6]図６は、経路取得部の詳細なブロック図である。

[図7]図７は、占有領域の一例を説明する模式図である。

[図8]図８は、移動体領域の一例を説明する模式図である。

[図9]図９は、移動体領域の他の例を示す模式図である。

[図10]図１０は、移動体領域の他の例を示す模式図である。

[図11]図１１は、第１実施形態における経路の設定フローを説明するフローチャートである。

[図12]図１２は、移動体領域の設定を説明する模式図である。

[図13]図１３は、第２実施形態における移動体領域の設定フローを説明するフローチャートである。

[図14]図１４は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。

[図15]図１５は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。

[図16]図１６は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。

[図17]図１７は、第３実施形態における移動体領域の設定フローを説明するフローチャートである。

[図18]図１８は、本開示に係る制御装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

## 発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本開示の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態により本開示が限定されるものではない。

[0014] （移動体制御システムの構成）

まず、本開示に係る移動体制御システム１について、図１及び図２を用いて説明する。図１は、本開示に係る移動体制御システムの概要を説明する図であり、図２は、本開示に係る移動体制御システムの構成例を示す図である。図１に示すように、本開示に係る移動体制御システム１は、移動体１０と、管理システム２００と、を含む。移動体制御システム１は、例えば、図２に示す移動体１０Ａ，１００Ｂ，１００Ｃのように、複数の移動体１０を含んでよい。

[0015] 移動体１０は、自律的に移動可能なモビリティである。なお、移動体１０は、それに限られず、運転者が移動方向などの操作を実行する有人のモビリティであってもよい。また、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。移動体１０としては、例えば、２次元平面を移動するＡＧＦ（Ａｕｔｏｍａｔｅｄ Ｇｕｉｄｅｄ Ｆｏｒｋｌｉｆｔ）や、ＡＧＶ（Ａｕｔｏｍａｔｅｄ Ｇｕｉｄｅｄ Ｖｅｈｉｃｌｅ）などが挙げられる。移動体１０は、上述した通り、自律的に移動可能なモビリティである。移動体１０は、例えば、自律的に地面の上を走行するもの（例えば、ＵＧＶ：Ｕｎｍａｎｎｅｄ Ｇｒｏｕｎｄ Ｖｅｈｉｃｌｅ）、自律的に空中を飛行する移動体（例えば、ＵＡＶ：Ｕｎｍａｎｎｅｄ Ａｅｒｉａｌ Ｖｅｈｉｃｌｅ）、自律的に水中を移動する移動体（ＵＵＶ：Ｕｎｍａｎｎｅｄ Ｕｎｄｅｒｗａｔｅｒ Ｖｅｈｉｃｌｅ）であってもよい。したがって、移動体１０は、３次元空間を自律的に移動できる移動体も含む。なお、移動体１０の種類はこれに限られず任意であってよい。

[0016] 図１においては、移動体１０が二次元平面上において移動可能な領域、すなわち移動体１０が移動を予定している領域を、領域ＡＲとして示している。図１に示すように、領域ＡＲにおける水平方向に沿った一方向をＸ方向、

水平方向に沿った方向であってＸ方向と直交する方向をＹ方向とする。なお、領域ＡＲは、３次元空間であってもよい。

[0017] 図１に示すように、移動体１０は、経路Ｒに沿って移動する。なお、経路Ｒは、領域ＡＲに存在する障害物Ｏを回避したうえで、目的位置Ｐに向かうように移動体１０、あるいは管理システム２００によって設定される。

[0018] ここで、障害物Ｏは、移動体１０が回避する対象となる対象物である。本実施形態においては、障害物Ｏは、位置が変化する可能性がある任意の対象物や、移動することによってあるタイミングでは所定の位置に存在するが、別のタイミングにおいては、その位置に存在しなくなる可能性がある任意の対象物であってよい。言い換えれば、障害物Ｏは、永続的に位置が固定されている位置が既知の構造物ではないといえる。なお、障害物Ｏは、無生物であることに限られず、例えば人や動物などの生物であってもよい。ただしそれに限られず、障害物Ｏは、施設の壁や柱などの、永続的に位置が固定されている位置が既知の構造物であってもよい。

[0019] 管理システム２００は、移動体１０を管理するシステムであり、本実施形態では、移動体１０移動体１０の目的位置Ｐを設定する。管理システム２００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。管理システム２００は、例えば、ＰＣ（Ｐｅｒｓｏｎａｌ　Ｃｏｍｐｕｔｅｒ）や、ＷＳ（Ｗｏｒｋ　Ｓｔａｔｉｏｎ）、サーバの機能を有するコンピュータなどにより実現されてよい。

[0020] ネットワークＮは、移動体１０と、管理システムの２００と、無線により相互に通信可能に接続する。ネットワークＮは、ＩＥＥＥ８０２．１１に規定される無線ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）やＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）、第５世代移動通信システム（５Ｇ）、第６世代移動通信システム（６Ｇ）により実現されてよい。

[0021] 以上のように説明した移動体制御システム１は、移動体１０と、管理システム２００との間において情報のやり取りを行うことにより一つのシステム

として機能する。例えば、ブロードキャスト制御を用いた複数の移動体１０の群（スワーム）制御などが行われてもよい。

[0022] なお、移動体制御システム１は、さらに、設備Wにおける物流を管理する物流管理システムを有していていてもよい。物流管理システムは、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。物流管理システムは、例えば、設備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）も管理してよく、これ等の機構を制御する情報も設定してよい。

[0023]（移動体について）

次に、本開示に係る移動体について、図３を用いて説明する。図３は、本開示に係る移動体の構成を模式的に示す図である。図３に示すように、移動体１０は、フォークリフトであってよい。具体的には、移動体１０は、例えば、ＡＧＦ（Ａｕｔｏｍａｔｅｄ　Ｇｕｉｄｅｄ　Ｆｏｒｋｌｉｆｔ）である。図３に示すように、移動体１０は、車体２０と、マスト２２と、フォーク２４と、センサ２６と、動力部２８と、制御装置１００と、を備えている。そして、移動体１０の車体２０は、車輪２０Ａを備えている。

[0024] マスト２２は、フォーク２４を上下方向に移動させる際の移動方向に制約を与える。図３に示すように、マスト２２は、車体２０の前後方向における一方の端部に設けられている。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）に沿って延びて存在している。

[0025] フォーク２４は、パレットの穴に刺して、パレットの荷重を支えて、パレットを持ち上げる部材である。図２に示すように、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。図３に示すように、フォーク２４は、一対のツメ２４Ａ、２４Ｂを有している。

[0026] ツメ２４Ａ、２４Ｂは、マスト２２から車体２０の後方向に向けて延びている。ツメ２４Ａとツメ２４Ｂとは、マスト２２の横方向に、互いに平行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が設けられている側の方向を、後方向とし、フォーク２４が設けられていない側の方向を、前方向とする。

[0027] センサ２６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２６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を検出するともいえる。センサ２６は、マスト２２と、車体２０の四隅とに、すなわち車体２０の前方向側の左右の端部と後方向側の左右の端部とに、設けられている。ただし、センサ２６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。例えば、移動体１０に設けられる安全センサを、センサ２６として流用してもよい。安全センサを流用することで、新たにセンサを設ける必要がなくなる。

[0028] センサ２６は、周囲の対象物からの反射光を検出（受光）することで、対象物の位置、及び姿勢を検出する。さらに言えば、センサ２６は、光を照射するセンサであり、より詳しくは半導体レーザを用いて光としてレーザ光をパルス照射する。センサ２６は、照射したレーザ光の反射光をフォトダイオードなどにより検出することで、対象物の位置、及び姿勢を検出する。センサ２６は、一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、対象物の位置及び姿勢を検出する。センサ２６は、２Ｄ－ＬｉＤＡＲ（Ｌｉｇｈｔ　Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ　Ａｎｄ　Ｒａｎｇｉｎｇ）であってよい。

[0029] センサ２６は、例えば、光学系を有するポリゴンレーザスキャナや、ガルバノスキャナなどの走査装置を用いて水平方向に、すなわち方向Ｚに直交する方向に、レーザ光を走査する。ただし、センサ２６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３Ｄ－ＬｉＤＡＲであってもよいし、カメラであってもよい

。

[0030] 動力部２８は、移動体１０を移動させる動力として機能する。動力部２８の具体的構成は、移動体１０の運用形態に応じて任意に設定してよいが、一例として、移動体１０が地上を走行する移動体１０である場合、動力部２８は、複数の車輪と、当該複数の車輪の一部、又は全部を駆動するディーゼルエンジンや電動機などの原動機を含む。ここに例示した動力部２８の具体的構成はあくまで一例であってこれに限られるものでない。動力部２８は、移動体１０を移動可能にする動力として機能すればよい。

[0031] 制御装置１００は、移動体１０の移動を制御する。制御装置１００については後述する。

[0032]（管理システムについて）

図４は、本開示に係る管理システムの構成例を示す図である。図４に示すように、管理システム２００は、通信部２１０と、記憶部２２０と、制御部２３０と、入力部２４０と、表示部２５０と、を含む。

[0033] 通信部２１０は、移動体１０などの外部の装置と通信を行う通信モジュールである。通信部２１０は、例えば、無線ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）や、５Ｇ、６Ｇなどの電波の送受信を担うアンテナなどにより実現されてよい。管理システム２００は、無線通信により通信を行うが、通信方式は任意であってよい。

[0034] 記憶部２２０は、制御部２３０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。記憶部２２０が記憶する制御部２３０用のプログラムは、管理システム２００が読み取り可能な記録媒体に記憶されていてもよい。

[0035] 制御部２３０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。図２に示すように、

制御部２３０は、取得部２３１と通知部２３２と、を含む。制御部２３０は、記憶部２２０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、これらを実現して、これらの処理を実行する。なお、制御部２３０は、１つのＣＰＵによってこ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、取得部２３１及び通知部２３２の少なくとも一方を、ハードウェア回路で実現してもよい。

[0036] 取得部２３１は、移動体１０の目的位置Ｐの位置情報を取得する。取得部２３１は、例えば、移動体１０が実行する作業内容を設定し、作業内容に応じて目的位置Ｐを設定する。ただし、取得部２３１による目的位置Ｐの位置情報の設定方法は任意であり、例えば、ユーザにより指定されてもよい。また例えば、図示しない物流管理システムが、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、オーダー情報に基づき目的位置Ｐを設定し、取得部２３１は、物流管理システムから目的位置Ｐの位置情報を取得してもよい。

[0037] 通知部２３２は、移動体１０の目的位置Ｐの位置情報を、通信部２１０を介して、その移動体１０に送信する。なお、移動体から目的位置情報の取得要求を受信した場合に、目的位置Ｐの位置情報を、移動体１０に送信してよい。

[0038] 入力部２４０は、ユーザから各種の操作情報を受け付ける。入力部２４０は、例えば、各種の操作情報として移動体１０の作業内容や、目的位置の位置情報などを受け付けてもよい。入力部２４０は、例えば、各種の操作スイッチ、ダイヤル、レバー、ハンドル、キーボード、ジョイスティック、マウス等によって各種の操作情報を受け付けてよい。また、入力部２４０は、タッチパネルにより表示面を介して、各種の操作情報を受け付けてよい。

[0039] 表示部２５０は、各種の情報を表示する。表示部２５０は、例えば、ユーザから各種の処理に関する操作情報を受け付けるためのＧＵＩ（Ｇｒａｐｈｉｃａｌ　Ｕｓｅｒ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）や、各種の処理の結果などを表示してよい。表示部２５０は、液晶ディスプレイ、有機ＥＬ（Ｅｌｅｃｔｒ

ｏ　Ｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｃｅ）ディスプレイ、マイクロＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）ディスプレイ等により実現されてよい。また、表示部２５０は、静電容量方式などの各種の方式のタッチパネルであってもよい。

[0040]（移動体の制御装置の構成について）

図５は、本開示に係る移動体の制御装置の構成例を示す図である。図６は、経路取得部の詳細なブロック図である。図５に示すように、本開示に係る移動体１０の制御装置１００は、通信部１１０と、記憶部１２０と、制御部１３０と、自己位置検出部１４０と、障害物検出部１５０と、駆動信号伝送部１６０と、を備える。以下に、これらの構成について、順を追って説明する。

[0041] 通信部１１０は、有線、又は無線により外部の装置との間において各種の情報などの送受信を担う。有線の場合は、例えば、有線ＬＡＮ端子や、ＵＳＢ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ　Ｓｅｒｉａｌ　Ｂｕｓ）端子などのインターフェイスを備えたＮＩＣ（Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ　Ｃａｒｄ）により実現されてよい。無線の場合は、ＩＥＥＥ８０２．１１に規定される無線ＬＡＮ用のアンテナや、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）モジュール、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）モジュール、第５世代移動通信システム（５Ｇ）、第６世代移動通信システム（６Ｇ）用のアンテナなどにより実現されてよい。

[0042] 記憶部１２０は、各種の情報を記憶する記憶装置である。記憶部１２０は、主記憶装置と、補助記憶装置と、を備える。主記憶装置は、例えばＲＡＭ、ＲＯＭ、フラッシュメモリ等のような半導体メモリ素子によって実現されてよい。また、補助記憶装置は、例えばハードディスクやＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）、光ディスク等によって実現されてよい。

[0043] 制御部１３０は、各種の演算処理や機能を実現する処理などを実行するコントローラである。制御部１３０は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）や、ＭＰＵ（Ｍｉｃｒｏ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等によって、記憶部１２０に記憶されている各種プログラムがＲ

ＡＭを作業領域として実行されることにより実現される。また、制御部１３０は、例えばＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）や、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）等の集積回路により実現されてもよい。

[0044] 図５に示すように、制御部１３０は、記憶部１２０に記憶されたプログラムの実行や回路構成などによって実現される機能として、目的位置情報取得部１３１と、自己位置情報取得部１３２と、障害物情報取得部１３３と、経路取得部１３４と、移動制御部１３５と、を含む。図６に示すように、経路取得部１３４は、領域設定部１３４１と制約条件設定部１３４２と最適化計算実行部１３４３とを含む。なお、制御部１３０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、複数のＣＰＵで、これらの処理を実行してもよい。また、目的位置情報取得部１３１と自己位置情報取得部１３２と障害物情報取得部１３３と経路取得部１３４と移動制御部１３５との少なくとも１つを、ハードウェア回路で実現してもよい。これらの処理内容については後述する。

[0045] 自己位置検出部１４０は、移動体１０の位置及び姿勢、すなわち自己位置及び自己姿勢を検出する装置である。移動体１０の位置とは、本実施形態においては、領域ＡＲ内において移動体１０が位置している座標を指す。移動体１０の姿勢とは、移動体１０が向いている方向を指し、本実施形態では、方向Ｘ及び方向Ｙに直交する方向から見た場合の移動体１０の向き（回転角度）を指す。以降においても、特に断りがない限り、「位置」及び「姿勢」は、同様の意味を指す。

[0046] 自己位置検出部１４０は、任意の方法で位置、及び姿勢を検出してよいが、例えば、自己位置検出部１４０の具体的な実現手段として、グローバル・ポジショニング・システム（ＧＰＳ：Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）等の衛星測位システムを利用して位置を検出するための測位装置が挙げられる。

[0047] また、例えば、自己位置検出部１４０は、加速度センサとジャイロセンサを備えて、所定の起点に対する位置と姿勢を検出する慣性航法装置（ＩＭＵ：Ｉｎｅｒｔｉａｌ　Ｍｅａｓｕｒｅｍｅｎｔ　Ｕｎｉｔ）であってもよい。

[0048] また、例えば、自己位置検出部１４０は、レーザ光により位置、及び姿勢を検出するものであってもよい。この場合、例えば、領域ＡＲに反射体が設けられており、自己位置検出部１４０が反射体に向けてレーザ光を照射し、反射体から反射したレーザ光を検出することで、位置及び姿勢が検出できる。

[0049] 障害物検出部１５０は、障害物Ｏの位置及び姿勢を検出するセンサである。障害物検出部１５０は、障害物Ｏの位置及び姿勢を検出可能であれば任意のセンサであってよい。例えば、移動体のセンサ２６であってよい。すなわち、２Ｄ－ＬｉＤＡＲ（Ｌｉｇｈｔ　Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ　Ａｎｄ　Ｒａｎｇｉｎｇ）や、３Ｄ－ＬｉＤＡＲ、カメラなどによって取得された情報に基づいて障害物の位置、及び姿勢を検出してよい。

[0050] 駆動信号伝送部１６０は、移動制御部１３５が計算した駆動信号を動力部２８に伝送する。駆動信号伝送部１６０は、各種の制御信号伝送用のケーブルによって実現されてよい。例えば、駆動信号伝送部１６０は、各種の電気配線によって実現されてよく、例えば、銅などの導体の周囲を絶縁体で覆った電線を複数束ねて、電気絶縁性を有するポリ塩化ビニル（ＰＶＣ：ＰｏｌｙＶｉｎｙｌ　Ｃｈｒｏｌｉｄｅ）のシースによって覆って形成される制御信号用ケーブルなどにより実現されてもよい。すなわち、駆動信号伝送部１６０は、電気配線によって動力部２８に接続されている。

[0051]（経路の設定処理）

次に、制御装置１００による、移動体１０の経路Ｒの設定処理について説明する。以降においては、移動体１０が、予め設定された経路を移動中に障害物Ｏを検出して、障害物Ｏを回避するための経路Ｒを設定する場合を例にして説明する。

[0052]（目的位置の取得）

目的位置情報取得部１３１は、移動体１０の目標とする移動先である目的位置Ｐの位置情報を取得する。目的位置情報取得部１３１は、通信部１１０を介して、管理システム２００から送信された目的位置Ｐの位置情報を取得する。ただし、目的位置情報取得部１３１は、管理システム２００から目的位置Ｐの位置情報を取得することに限られず、自身で目的位置Ｐを設定してもよい。

[0053]（自己位置の取得）

自己位置情報取得部１３２は、移動体１０自身の位置、及び姿勢の情報を取得する。自己位置情報取得部１３２は、上述して説明した自己位置検出部１４０を制御して、移動体１０自身の位置情報（座標情報）、及び姿勢情報（向きを示す情報）を取得する。以下、位置情報、及び姿勢情報を合わせて、適宜、位置姿勢情報と記載する。自己位置情報取得部１３２は、所定時間ごとに、逐次、移動体１０の位置姿勢情報を取得する。ただし、自己位置情報取得部１３２は、自身で移動体１０の位置、及び姿勢を検出することに限られず、例えば、管理システム２００などの外部の装置が移動体１０の位置、及び姿勢を検出し、自己位置情報取得部１３２が、その検出結果を移動体１０の位置姿勢情報として取得してもよい。

[0054]（障害物の位置の取得）

障害物情報取得部１３３は、障害物Ｏの位置の情報を取得する。障害物情報取得部１３３は、障害物検出部１５０を制御して、障害物Ｏの位置情報を取得する。障害物情報取得部１３３は、所定時間毎に、逐次、障害物Ｏの位置情報を取得する。ただし、障害物情報取得部１３３は、自身で障害物Ｏの位置を検出することに限られず、例えば、管理システム２００などの外部の装置が障害物Ｏの位置を検出し、障害物情報取得部１３３が、その検出結果を障害物Ｏの位置姿勢情報として取得してもよい。なお、障害物情報取得部１３３は、障害物Ｏの位置に加えて、障害物Ｏの姿勢も取得してよい。

[0055]（経路の設定）

経路取得部１３４は、移動体１０の経路Ｒを取得する。本実施形態では、経路取得部１３４は、移動体１０の形状に関する情報に基づき、障害物Ｏの干渉を禁止する移動体領域Ｂ０を設定して、移動体領域Ｂ０に基づいて、移動体１０の経路Ｒを設定する。以下、具体的に説明する。

[0056]（占有領域の設定）

図７は、占有領域の一例を説明する模式図である。経路取得部１３４の領域設定部１３４１は、移動体１０の形状に関する情報に基づき、移動体１０が占める車体領域Ａ１を含む占有領域Ａ０を設定する。占有領域Ａ０は、移動体領域Ｂ０を設定するために用いられる領域である。より詳しくは、領域設定部１３４１は、移動体１０の形状に関する情報に基づき、移動体１０が占める車体領域Ａ１を特定して、車体領域Ａ１の全域を含む領域を、占有領域Ａ０として設定する。移動体１０の形状に関する情報とは、移動体１０が占める領域を特定可能な情報であり、例えば、移動体１０の座標系における移動体１０の外郭上の各点の座標情報であってもよいし、移動体１０の幅及び長さ（Ｘ方向及びＹ方向における長さ）の情報であってもよい。領域設定部１３４１は、移動体１０の形状に関する情報を任意の方法で取得してよい。例えば本実施形態では、移動体１０の形状に関する情報は、設計情報として記憶部１２０に記憶されており、領域設定部１３４１は、記憶部１２０から、移動体１０の形状に関する情報を読み出す。

[0057] さらに言えば、本実施形態では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１に加えて、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３も設定し、車体領域Ａ１、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３を含む領域（これらの領域の全域と一致する領域）を、占有領域Ａ０に設定する。前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３は、移動体１０が停止するまでの制動距離を考慮して設定される安全領域である。前方領域Ａ２は、車体領域Ａ１に対して移動体１０の前方向側に位置して、車体領域Ａ１に隣接する領域である。後方領域Ａ３は、車体領域Ａ１に対して移動体１０の後方向側に位置して、車体領域Ａ１に隣接する領域である。領域設定部１３４１は、移動体１０がこれから設定する経路Ｒを移動する際の移動体

１０の速度である予定速度を取得し、予定速度に基づいて、占有領域Ａ０（本例では前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３）の大きさを設定する。予定速度は、例えば移動を予定している区間毎に予め設定されている。領域設定部１３４１は、予定速度が高いほど、占有領域Ａ０（本例では前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３）が広くなるように、占有領域Ａ０（本例では前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３）の大きさを設定する。領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１の前方向側に設定した大きさの前方領域Ａ２を設定し、車体領域Ａ１の後方向側に設定した大きさの後方領域Ａ３を設定して、車体領域Ａ１、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３を含む領域を、占有領域Ａ０として設定する。

[0058] なお、占有領域Ａ０は、車体領域Ａ１を含めた移動体１０の周囲の領域であるため、移動体１０の移動に伴い、領域ＡＲの座標系における占有領域Ａ０の位置は、移動する。以降において、占有領域Ａ０の位置とは、特に断りのない限り、移動体１０の座標系における占有領域Ａ０の位置を指してよい。

[0059] また、領域設定部１３４１は、移動体１０が荷物を搬送している場合には、その荷物の大きさも考慮して、占有領域Ａ０を設定してよい。領域設定部１３４１は、移動体１０が荷物を搬送している場合には、荷物を搬送していない状態に比べて、占有領域Ａ０を広げてよい。例えば、領域設定部１３４１は、移動体１０が荷物を搬送している状態にあると判定した場合には、荷物を搬送していない状態に対して、後方領域Ａ３を所定の大きさだけ広げてよい。なお、移動体１０が荷物を搬送している状態にあると判定する方法は任意であってよく、例えば、移動体１０が荷物を荷取りする位置から荷下ろしする位置までの経路を移動中である場合に、移動体１０が荷物を搬送している状態にあると判定してよい。また、後方領域Ａ３を広げる大きさ（所定の大きさ）は、任意に設定されてよく、例えば、予め設定された大きさだけ広げてもよい。

[0060] また、領域設定部１３４１は、移動体１０が搬送している荷物の大きさの検出結果に基づいて、占有領域Ａ０を設定してよい。荷物の大きさの検出方

法は任意であってよい。例えば移動体１０に搭載されているセンサ２６によって、移動体１０が搬送している荷物の、移動体１０の左右方向の縁からのはみだし長さを検出してよい。また例えば、移動体１０は、荷取りする際に、荷物が積まれているパレットの孔にツメ２４Ａ、２４Ｂを差し込む場合があり、パレットの孔にツメ２４Ａ、２４Ｂを差し込んだ状態で、ツメ２４Ａ、２４Ｂを左右に動かすことで、荷物のはみだし長さを算出してもよい。すなわちこの場合、ツメ２４Ａ、２４Ｂが孔の一方（例えば左側）の内壁に当たった状態から、ツメ２４Ａ、２４Ｂが孔の他方（例えば右側）の内壁に当たった状態までの、ツメ２４Ａ、２４Ｂの左右方向の移動量に基づき、荷物のはみだし長さを算出する。領域設定部１３４１は、荷物のはみだし長さの分（又は、はみだし長さよりも長く）、後方領域Ａ３を左右方向に広げてよい。

[0061] なお、例えば移動体１０が搬送している荷物がずれており、荷物が、後方領域Ａ３からはみ出しつつ、車体領域Ａ１からもはみ出す場合もある。この場合、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１についても、荷物のはみ出し長さの分（又は、はみだし長さよりも長く）、左右方向に広げてよい。

[0062]（移動体領域の設定）

移動体領域の領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０に基づいて、移動体領域Ｂ０を設定する。移動体領域Ｂ０とは、移動体１０が経路Ｒを移動している際に、障害物Ｏをその範囲内に入れるべきではない領域を指す。すなわち、経路取得部１３４は、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならないような経路Ｒを設定する。なお、領域ＡＲの座標系における移動体領域Ｂ０の位置も、移動体１０の移動に伴い、移動する。以降において、移動体領域Ｂ０の位置とは、特に断りのない限り、移動体１０の座標系における移動体領域Ｂ０の位置を指してよい。

[0063] 図８は、移動体領域の一例を説明する模式図である。領域設定部１３４１は、移動体領域Ｂ０が占有領域Ａ０と重なり、かつ、移動体領域Ｂ０が複数の単位領域Ｂの一部同士が重畳した形状となるように、移動体領域Ｂ０を設

定する。単位領域Ｂの一部同士が重畳した形状とは、単位領域Ｂの全域のうちの一部の領域が、他の単位領域Ｂの一部の領域と重なっている形状を指す。また、単位領域Ｂは、Ｚ方向から見て、円形または楕円形となる領域である。従って、移動体領域Ｂ０は、複数の円形または楕円形が、一部の領域で重なりつつ連なった形状となる。

[0064] 本実施形態では、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の全域に移動体領域Ｂ０が重なるように、移動体領域Ｂ０の位置及び大きさを、すなわち各単位領域Ｂの位置及び大きさを、設定する。本実施形態の例では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１と重なる単位領域Ｂ１（第１単位領域）と、前方領域Ａ２と重なる単位領域Ｂ２（第２単位領域）と、後方領域Ａ３と重なる単位領域Ｂ３（第３単位領域）とを有し、かつ、単位領域Ｂ１、Ｂ２、Ｂ３の少なくとも２つ同士が互いに重なるように、移動体領域Ｂ０を設定する。より詳しくは、図８の例では、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂ３、Ｂ１、Ｂ２が、移動体１０の前方向に向けてこの順で並ぶように、移動体領域Ｂ０を設定している。図８の例では、単位領域Ｂ１が車体領域Ａ１の全域と重なり、単位領域Ｂ２が前方領域Ａ２の全域と重なり、単位領域Ｂ３が後方領域Ａ３の全域と重なり、単位領域Ｂ１の前方向側の領域が単位領域Ｂ２の後方向側の領域と重畳し、単位領域Ｂ１の後方向側の領域が単位領域Ｂ３の前方向側の領域と重畳している。

[0065] ただし、移動体領域Ｂ０は、占有領域Ａ０の全域に重なることに限られず、占有領域Ａ０の一部の領域に重なるものであってよい。例えば、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の周縁に重なるように、移動体領域Ｂ０を設定してよい。この場合、移動体領域Ｂ０は、占有領域Ａ０の周縁よりも径方向内側の領域に重ならなくてもよい。

[0066]（移動体領域の他の例）

図９及び図１０は、移動体領域の他の例を示す模式図である。本実施形態では、領域設定部１３４１は、前方領域Ａ２と重なる単位領域Ｂ２と、車体領域Ａ１と重なる単位領域Ｂ１と、後方領域Ａ３と重なる単位領域Ｂ３とが

後方向にこの順で並ぶように移動体領域Ｂ０を設定していたが、移動体領域Ｂ０の形状は、これに限られない。例えば、単位領域Ｂの数は３つに限られず、２つでもよいし４つ以上であってもよい。図９の例では、領域設定部１３４１は、前方領域Ａ２の全域及び車体領域Ａ１の前方側の領域に重なる単位領域Ｂ１と、車体領域Ａ１の後側の領域及び後方領域Ａ３の全域に重なる単位領域Ｂ２と、の２つの単位領域Ｂが、後方向にこの順で並ぶように、移動体領域Ｂ０を設定する例が示されている。

[0067] また例えば、単位領域Ｂは、移動体１０の前後方向に並ぶことに限られず、移動体１０の左右方向に並んでもよい。図９の例では、領域設定部１３４１は、前方領域Ａ２、車体領域Ａ１、及び後方領域Ａ３の左方側の領域に重なる単位領域Ｂ１と、前方領域Ａ２、車体領域Ａ１、及び後方領域Ａ３の右方側の領域に重なる単位領域Ｂ２と、の２つの単位領域Ｂが、右方向にこの順で並ぶように、移動体領域Ｂ０を設定する例が示されている。また、領域設定部１３４１は、前後方向に並ぶ単位領域Ｂと左右方向に並ぶ単位領域Ｂとを含むように、移動体領域Ｂ０を設定してもよい。

[0068]（経路の算出）

経路取得部１３４は、目的位置Ｐの位置情報と、障害物Ｏの位置情報と、移動体領域Ｂ０の位置及び大きさの情報とに基づいて、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに、移動体１０が目的位置Ｐに向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして算出する。経路取得部１３４は、これらの情報に基づいた任意の方法で経路Ｒを算出してよいが、本実施形態では、制約条件及び評価関数を設定し、最適化計算の手法を用いて、経路Ｒを算出する。

[0069]（制約条件の設定）

経路取得部１３４の制約条件設定部１３４２は、移動体１０が経路Ｒに従って移動している際に、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならないことを、制約条件として設定する。本実施形態では、制約条件設定部１３４２は、移動体１０の位置、移動体領域Ｂ０、及び障害物Ｏの位置に基づき、先読みステップ毎の移動体１０が障害物Ｏに干渉しない旨を、制約条件として設定する

。すなわち、制約条件は、それぞれの先読みステップにおいて、移動体領域Ｂ０が障害物Ｏに干渉しない、というものである。

[0070]（最適化計算の実行）

経路取得部１３４の最適化計算実行部１３４３は、制約条件設定部１３４２が設定した制約条件と、先読みステップ毎の移動体１０の位置と目的位置Ｐとの偏差が小さくなるほど評価が高くなる評価関数とに基づき、最適化計算を実行する。すなわち、経路取得部１３４は、モデル予測制御の考え方を用い、制約条件を満たす経路を予測（先読）し、各先読みステップでの移動体１０と目的位置Ｐの関係において、距離が短いほど、評価が高くなる評価関数を用いて、移動体１０の各予測ステップの位置に関する移動体１０と目的位置の偏差を評価して、経路Ｒを特定する。これにより、経路取得部１３４は、最適な経路Ｒを、すなわち先読みステップ毎の最適な移動体１０の位置及び姿勢を、特定できる。

[0071]（最適化計算の具体例）

以下、最適化計算の具体例を説明する。

[0072] 最適化計算実行部１３４３は、最適化計算を実行して、最適化された移動体１０の経路Ｒを実現できる移動体１０の駆動条件を算出する。駆動条件とは、移動体１０の動力部２８を動作させるための入力値を指す。本実施形態では、制約条件設定部１３４２は、最適化計算の実行のために、先読みステップ毎の移動体領域Ｂ０が障害物Ｏに干渉しない旨の制約条件を設定する。先読みステップとは、現在（障害物Ｏの位置や移動体１０の位置及び姿勢が直近で検出されたタイミング）以降の、離散化した各時刻を意味する。そして、最適化計算実行部１３４３は、先読みステップ毎の移動体１０の位置と目的位置Ｐとの偏差が小さくなるほど評価が高くなる評価関数と、制約条件とに基づき、最適化計算を行い、最適化計算で最適化された移動体１０の経路Ｒを実現できる移動体１０の駆動条件を、算出する。なお、以降では、Ｘ方向及びＹ方向の二次元座標平面上での移動体１０の運動を例として説明するが、三次元座標上での運動モデルに対しても適用可能である。

[0073] ここで、最適化計算実行部１３４３によって算出される最適化された経路Ｒは、先読みステップ毎の（現在以降の離散時刻毎の）移動体１０の位置及び姿勢の集合といえ、未来の経路であるといえる。移動体１０のＸ方向及びＹ方向での位置（座標）を［ｘ，ｙ］$^{T}$、移動体１０の姿勢をθ、先読みステップ（離散時刻）をｋとすると、先読みステップｋでの移動体１０の位置及び姿勢は、すなわち先読みステップｋでの経路Ｒは、次の式（１）で表される。なお、Ｔは転置を示す。なお、上述のように、本実施形態の説明は、二次元平面座標上での運動を例としたものであり、例えば三次元座標上での運動モデルとする場合には、以降の式などは三次元座標に合わせたものとなる。

[0074] [数1]

$$p(k) = [x(k)\ y(k)\ \theta(k)]^{\mathrm{T}} \quad \cdots(1)$$

[0075] この場合、移動体１０の運動モデルは、次の式（２）のように表される。

[0076] [数2]

$$p(k+1) = f(p(k), u(k), \Delta t) \quad \cdots(2)$$

[0077] 式（２）のΔｔは、（ｋ）から（ｋ＋１）への遷移に係る時間幅である。Δｔは、経路Ｒの更新周期（経路Ｒを更新してから次に経路Ｒを更新するまでの時間幅）と同じであってもよいが、例えば、更新周期よりも短くてもよいし、更新周期よりも長くてもよい。Δｔを更新周期より短くすることで、詳細な経路Ｒを生成でき、Δｔを更新周期より長くすることで、計算負荷を低減できる。また、ｕ（ｋ）は、システムの入力であり、移動体１０の駆動条件を指す。本実施形態の例では、ｕ（ｋ）は、移動体１０の速度ｖ（ｋ）、移動体１０の操舵角Φ（ｋ）を用いて、次の式（３）のように表される。

[0078] [数3]

$$u(k) = [v(k)\ \phi(k)]^{\mathrm{T}} \quad \cdots(3)$$

[0079] 二次元平面座標上での運動を想定した場合、システムの状態方程式であるｆは、一例として、次の式（４）のように表される。なお、Ｌは、ホイールベースを指し、例えば前輪と後輪との間の距離である。

[0080] [数4]

$$f(p(k),u(k),\Delta t)=\begin{bmatrix} x(k)+\Delta t\cdot v(k)\cdot\cos\theta(k) \\ y(k)+\Delta t\cdot v(k)\cdot\sin\theta(k) \\ \theta(k)+\Delta t\cdot\dfrac{v(k)}{L}\cdot\tan\phi(k)\end{bmatrix} \quad \cdots(4)$$

[0081] 本実施形態では、最適化計算実行部１３４３は、制約条件を設定する際に、先読みステップ毎の移動体１０の位置及び姿勢を、仮に設定する。そして、最適化計算実行部１３４３は、移動体１０の座標系における障害物Ｏの位置（座標）を、先読みステップ毎に算出する。すなわち、最適化計算実行部１３４３は、障害物情報取得部１３３によって取得された、方向Ｘ及び方向Ｙの座標系における障害物Ｏの位置（座標）を、先読みステップでの移動体１０の位置を座標中心とした位置（座標）に変換する。例えば、最適化計算実行部１３４３は、次の式（５）を用いて、移動体１０の座標系における障害物Ｏの位置を算出する。

[0082] [数5]

$$\begin{bmatrix} x_{ob}(k) \\ y_{ob}(k)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \cos\big(\theta(k)\big) & \sin\big(\theta(k)\big) \\ -\sin\big(\theta(k)\big) & \cos\big(\theta(k)\big)\end{bmatrix}\begin{bmatrix} x'_{ob}-x(k) \\ y'_{ob}-y(k)\end{bmatrix} \quad \cdots(5)$$

[0083] なお、［ｘ’$_{ob}$，ｙ’$_{ob}$］が、障害物情報取得部１３３によって取得された方向Ｘ及び方向Ｙの座標系における障害物Ｏの位置であり、［ｘ$_{ob}$（ｋ），ｙ$_{ob}$（ｋ）］$^{T}$が、先読みステップｋにおける、移動体１０の座標系における障害物Ｏの位置である。

[0084] そして、最適化計算実行部１３４３は、各先読みステップにおいて、障害物Ｏの位置が、移動体領域Ｂ０の範囲外となることを、制約条件として設定

する。

[0085] なお、このように各先読みステップで制約条件を解くことができるのは、運動モデルをもとに、先読みステップでの移動体１０の位置及び姿勢を予測計算して仮に設定しているためである。

[0086]（最適化計算）

最適化計算実行部１３４３は、上記のように設定した制約条件と、先読みステップ毎の移動体１０の位置と目的位置Ｐとの偏差が小さくなるほど評価が高くなる評価関数とに基づき、最適化計算を実行する。すなわち、最適化計算実行部１３４３は、モデル予測制御の考え方を用い、制約条件を満たす移動経路を予測（先読）し、各先読みステップでの移動体１０と目的位置Ｐの関係において、距離が短いほど、評価が高くなる評価関数を用いて、移動体１０の各予測ステップの位置に関する移動体１０と目的位置の偏差を評価して、経路Ｒを特定する。これにより、最適化計算実行部１３４３は、最適な経路Ｒを、すなわち先読みステップ毎の最適な移動体１０の位置及び姿勢を、特定できる。言い換えれば、最適化計算実行部１３４３は、先読みステップ毎の移動体１０の位置が障害物Ｏに干渉しない旨の制約条件を満たし、かつ、先読みステップ毎の移動体１０の位置と目的位置Ｐとの偏差が最小となるような、先読みステップ毎の最適な移動体１０の位置及び姿勢（すなわち最適な経路Ｒ）を、特定する。

[0087] 本実施形態では、経路Ｒを最適化する目的関数Ｖ（ｕ，ｐ，ｋ）が、次の式（６）で表されると想定する。

[0088] [数6]

$$V(u,p,k)=\min_{u}\sum_{k}J(u,p,k) \qquad \cdots(6)$$

[0089] ここで、Ｊ（ｕ，ｐ，ｋ）は、最適化の目的を表す評価関数であり、経路計画であれば目的位置への接近や到達が含まれるような関数に設定される。本実施形態の例では、最適化計算実行部１３４３は、評価関数Ｊ（ｕ，ｐ，

ｋ）を、次の式（７）のように設定する。

[0090] [数7]

$$J(u,p,k) = A_1(x(k) - x_T)^2 + A_2(y(k) - y_T)^2 + A_3(\theta(k) - \theta_T)^2 \quad \cdots(7)$$

[0091] ここで、ｐ$_r$＝［ｘ（ｋ），ｙ（ｋ），θ（ｋ）］$^T$は、すなわち式（７）でのｘ$_r$、ｙ$_r$、θｒは、目的となる位置及び姿勢である。また、Ａ$_1$、Ａ$_2$、Ａ$_3$は、重み係数であり任意に設定されてよい。この評価関数の元では、移動体１０の各先読みステップｋにおける位置及び姿勢（ｐ（ｋ））と目的の位置及び姿勢（ｐ$_r$）との偏差が小さくなるように最適化される。すなわち、移動体１０が目的の位置及び姿勢に最短距離で近づくような最適化結果となる。

[0092] 以上のような最適化計算を実行することで、最適化計算実行部１３４３は、最適化計算のアウトプット（最適解）として、先読みステップ毎の駆動条件（システムの入力）であるｕ（ｋ）の値を得る。最適化計算実行部１３４３が得る先読みステップ毎の駆動条件は、最適化された経路Ｒを実現するための駆動条件であるといえる。最適化計算実行部１３４３は、最適化計算で得られた先読みステップ毎の駆動条件に基づき、最適化された経路Ｒを算出してよい。例えば、最適化計算実行部１３４３は、最適化計算で得られたｕ（ｋ）を式（２）に代入して、最適化された経路Ｒを算出してもよい。

[0093] なお、最適化計算に制約条件を課す方法は、上記の説明での方法に限られず、例えば、目的関数Ｖ（ｕ，ｐ，ｋ）や評価関数Ｊ（ｕ，ｐ，ｋ）に制約条件を組み込んでよい。また、以上の説明では、障害物Ｏが単数の場合を例にしたが、障害物Ｏを複数としてもよい。また、最適化問題を解く手法としては、例として逐次二次計画法のような非線形最適化手法を用いてよい。ここで用いる最適化手法は、制約条件を課した最適化問題を解くことが可能である必要がある。なお、例えば式（２）や制約条件が非線形関数になる場合には、非線形最適化を用いることが好ましく、線形最適化手法は適さない可能性がある。

[0094]（移動体の移動）

移動制御部１３５は、経路取得部１３４が取得した駆動条件に基づき、移動体１０を制御する。移動制御部１３５は、経路取得部１３４が取得した駆動条件で、動力部３８を駆動する。これにより、移動制御部１３５は、移動体１０を、最適化された経路Ｒに従って移動させる。本実施形態では、移動制御部１３５は、経路取得部１３４によって計算された駆動条件に基づいて、動力部２８に与える制御信号を生成する。すなわち、移動制御部１３５は、経路取得部１３４によって計算された駆動条件に基づいて、これを実現する制御信号を生成する。本実施形態の例では、移動体１０の速度ｖ（ｋ）、移動体１０の操舵角Φ（ｋ）を用いて、これを実現する制御信号を生成する。

[0095] なお、以上の説明では、経路取得部１３４は、最適化計算を行うことで、最適化された経路Ｒを実現するための、先読みステップ毎の駆動条件をアウトプットとして算出していたが、それに限られない。例えば、経路取得部１３４は、最適化計算を行うことで、最適化された経路Ｒを算出してもよい。この場合、経路取得部１３４は、最適化された経路Ｒに基づき、先読みステップ毎の駆動条件を算出してよい。また、制御装置１００の経路取得部１３４が経路Ｒを算出し、別の装置やプログラムが、制御装置１００から経路Ｒの情報を取得して、駆動条件を算出してもよい。すなわち、制御装置１００は、経路Ｒを設定する経路生成装置であると言い換えることもできる。

[0096] なお、本実施形態においては、移動体１０が制御装置１００を有し、移動体１０が有する制御装置１００が、移動体領域Ｂ０の設定や経路Ｒの設定などの、経路Ｒの設定に関する処理を行っていた。ただし、移動体領域Ｂ０の設定や経路Ｒの設定などの経路Ｒの設定に関する処理は、移動体１０が行うことに限られず、管理システム１２などの外部の装置が行ってもよい。この場合、移動体１０は、設定された経路Ｒやその経路Ｒに従って移動するための駆動条件を、外部の装置から取得して、取得した経路Ｒや駆動条件を用いて、移動体１０（動力部３８）を制御してもよい。言い換えれば、制御装置

３０は、移動体１０が有していてもよいし、移動体１０以外の装置（例えば管理システム１２）が有していてもよい。さらに言えば、目的位置情報取得部１３１と自己位置情報取得部１３２と障害物情報取得部１３３と経路取得部１３４との少なくとも１つの機能は、移動体１０が有していてもよいし、他の装置（例えば管理システム１２）が有していてもよい。

[0097] また、以上の説明においては、移動体１０が予め設定されていた経路の移動中に、障害物Ｏを検出して、障害物Ｏを回避する経路Ｒを設定する旨を説明した。ただし、経路Ｒは、障害物Ｏを検出したことをトリガとして設定されるものに限られない。例えば、制御装置１００や管理システム１２は、移動体１０が今後移動することを予定している経路を、経路Ｒとして設定してよい。この場合、制御装置１００や管理システム１２は、移動体１０の移動元（経路Ｒの始点）の位置情報と、目的位置Ｐの位置と、位置が既知の障害物Ｏ（例えば壁や柱など）の位置情報と、を取得し、上述で説明した方法と同様の方法で、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに、移動元から目的位置Ｐに向かう経路Ｒを、設定してよい。

[0098]（処理フロー）

次に、第１実施形態における経路Ｒの設定フローを説明する。図１１は、第１実施形態における経路の設定フローを説明するフローチャートである。図１１に示すように、本実施形態においては、移動体１０の制御装置１００は、各種の位置情報を取得する（ステップＳ１０）。具体的には、制御装置１００は、目的位置情報取得部１３１により目的位置Ｐの位置情報を取得し、障害物情報取得部１３３により、障害物Ｏの位置情報を取得する。制御装置１００は、領域設定部１３４１により、移動体１０が占める領域を含む占有領域Ａ０と重なり、かつ、複数の単位領域Ｂの一部同士が重畳した形状となる、移動体領域Ｂ０を設定する（ステップＳ１２）。そして、制御装置１００は、制約条件設定部１３４２により、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならないことを制約条件として設定し（ステップＳ１４）、最適化計算実行部１３４３により、制約条件と評価関数とに基づき、最適化計算を実行して、

経路Ｒを設定する（ステップＳ１６）。

[0099]（効果）

以上のように、本実施形態の制御装置１００は、移動体１０が占める領域を含む占有領域Ａ０と重なり、かつ、複数の単位領域Ｂの一部同士が重畳した形状となる、移動体領域Ｂ０を設定する。そして、制御装置１００は、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならず目的位置Ｐに向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定する。移動体領域Ｂ０は、移動体１０が進入する可能性がある領域なので、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならないように経路Ｒを設定することで、障害物Ｏとの干渉を抑制させつつ、移動体１０を移動させることができる。

[0100] また、移動体領域Ｂ０を小さく設定し過ぎると、経路は柔軟に設定できるが、障害物Ｏの干渉を回避できなくなるおそれがある。一方、移動体領域Ｂ０を大きく設定し過ぎると、障害物Ｏを回避する経路を設定する場合に、設定可能な経路の制限度合いが高くなる場合がある。例えば、移動体領域Ｂ０を単一の楕円や円で設定する場合、障害物Ｏの干渉を回避できる程度の大きさに移動体領域Ｂ０を設定すると、本来の移動体１０の占有領域Ａ０よりも過大となってしまい、設定可能な経路の制限度合いが高くなるおそれがある。この場合、例えば、通路幅を広くしなければならない等の運用可能範囲を狭めてしまう恐れがある。それに対して、本実施形態においては、円又は楕円の複数の単位領域Ｂの一部同士が重畳するように、移動体領域Ｂ０を設定する。これにより、障害物Ｏの干渉を回避できる程度の大きさに移動体領域Ｂ０を設定したとしても、移動体領域Ｂ０の面積が過大になることを抑制でき、柔軟に経路Ｒを設定することが可能となる。このように、本実施形態によると、移動体１０の経路を適切に設定できる。

[0101]（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、最適化計算を用いて移動体領域Ｂ０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

。

[0102] 図１２は、移動体領域の設定を説明する模式図である。第２実施形態においては、最適化計算を用いて単位領域Ｂの位置及び大きさを設定することで、移動体領域Ｂ０を設定する。以下、具体的に説明する。

[0103]（占有領域の設定）

第２実施形態においては、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を設定する。第２実施形態における占有領域Ａ０の設定方法は、第１実施形態と同様であるため、詳細な説明を省略する。本例では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３を含む領域を、占有領域Ａ０に設定する。

[0104]（単位領域の数の設定）

第２実施形態においては、領域設定部１３４１は、移動体領域Ｂ０が有する単位領域Ｂの数を設定する。単位領域Ｂの数の設定方法は任意であってよいが、例えば本実施形態では、領域設定部１３４１は、予め設定された所定数を、単位領域Ｂの数として設定する。単位領域Ｂの数は任意であってよいが、例えば２個以上５個以下程度であることが好ましい。また例えば、領域設定部１３４１は、移動体１０の形状に関する情報に基づき、単位領域Ｂの数を設定してよい。例えば、領域設定部１３４１は、移動体１０が１つのフォーク２４を有する構成である場合には、単位領域Ｂの数を３つとし、移動体１０が、左右方向に並ぶ２つのフォーク２４を有する構成である場合には、単位領域Ｂの数を４つとしてよい。以降においては、単位領域Ｂを３つとした場合を例にして説明する。

[0105]（単位占有領域の設定）

領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの数に基づいて、占有領域Ａ０を複数の単位占有領域Ａに区分する。本実施形態では、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を、単位領域Ｂと同数の単位占有領域Ａに区分する。本例では、単位領域Ｂの数が３つなので、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を、３つの単位占有領域Ａに区分する。

[0106] それぞれの単位占有領域Ａの位置や大きさは、任意に設定してよい。図１２の例では、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を、車体領域Ａ１と重なる単位占有領域Ａと、前方領域Ａ２と重なる単位占有領域Ａと、後方領域Ａ３と重なる単位占有領域Ａと、に区分する。なお、例えば移動体１０が左右方向に並ぶ２つのフォーク２４を有し、単位領域Ｂの数が４つに設定された場合には、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を、車体領域Ａ１の左側の領域である単位占有領域Ａと、車体領域Ａ１の右側の領域である単位占有領域Ａと、前方領域Ａ２である単位占有領域Ａと、後方領域Ａ３である単位占有領域Ａと、に区分してもよい。

[0107]（制約条件の設定）

領域設定部１３４１は、それぞれの単位占有領域Ａについて、単位領域Ｂが、単位占有領域Ａの周縁上の位置と重なることを、制約条件として設定する。すなわち、領域設定部１３４１は、それぞれの単位占有領域Ａに対して、単位領域Ｂを１つずつ割り当てる。そして、領域設定部１３４１は、それぞれの単位占有領域Ａについて、その単位占有領域Ａに割り当てられた単位領域Ｂが、その単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐと重なることを、制約条件として設定する。すなわち図１２の例では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１に対応する単位占有領域Ａに単位領域Ｂ１を割り当て、前方領域Ａ２に対応する単位占有領域Ａに単位領域Ｂ２を割り当て、後方領域Ａ３に対応する単位占有領域Ａに単位領域Ｂ３を割り当てる。そして、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂ１が車体領域Ａ１に対応する単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐ１と重なることと、単位領域Ｂ２が前方領域Ａ２に対応する単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐ２と重なることと、単位領域Ｂ３が後方領域Ａ３に対応する単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐ２と重なることとを、制約条件として設定する。

[0108] ここで、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの位置及び大きさに基づいた任意の方法で、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐを設定してよい。例えば、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの位置及び大きさから、単位占

有領域Ａの周縁上の各位置の座標を算出して、単位占有領域Ａの周縁上の各位置の一部を、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐとして選択してもよい。この場合例えば、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの周縁のうちで、角となる位置を、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐとして選択してよい。図１２の例では、それぞれの単位占有領域Ａが矩形状であるため、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの矩形の頂点部分を、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐとして選択している。

[0109] また、以上の説明では、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐは、範囲を持たない座標（点）として設定されるが、それに限られず、中心座標（中心点）を中心とした所定の大きさの領域を、位置Ｐとして設定してもよい。この場合例えば、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの周縁上の点を中心座標（中心点）として設定し、中心座標を中心として所定半径の円を、位置Ｐとして設定してもよい。ここでの所定半径は、検出誤差や移動体１０の寸法誤差などを考慮して、適宜設定してよい。

[0110] また、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂが単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐと重なること以外の条件も、制約条件に含めてよい。例えば、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの大きさ（前後方向及び左右方向の長さ）が所定の上限値及び下限値の範囲内となることを、制約条件としてもよい。また例えば、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの長径と短径との比が所定の上限値及び下限値の範囲内となることを、制約条件としてもよい。

[0111] （最適化計算）

領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの面積を評価関数として設定し、上述のように設定した制約条件を守ったうえで、評価関数を最小とする最適化計算を実行して、それぞれの単位領域Ｂの位置及び大きさを算出する。

[0112] 領域設定部１３４１は、単位領域Ｂ毎に最適化計算を実行して、単位領域Ｂ毎に、単位領域Ｂの位置及び大きさを算出する。すなわち、領域設定部１３４１は、対象となる単位領域Ｂについて、割り当てられた単位占有領域Ａの周縁上の全て位置Ｐがその単位領域Ｂ内に入るという制約条件を守りつつ

、単位領域Ｂの大きさが最小となる単位領域Ｂの位置及び大きさを、最適化された単位領域Ｂの位置及び大きさ（解）として算出する。領域設定部１３４１は、それぞれの単位領域Ｂについて、同様の演算を行って、それぞれの単位領域Ｂの位置及び大きさを算出する。例えば図１２の例では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１の周縁上の全て位置Ｐ１が単位領域Ｂ１内に入るという制約条件を守りつつ、単位領域Ｂ１の大きさが最小となる単位領域Ｂ１の位置及び大きさを、最適化された単位領域Ｂ１の位置及び大きさ（解）として算出する。同様に、領域設定部１３４１は、前方領域Ａ２の周縁上の全て位置Ｐ２が単位領域Ｂ２内に入るという制約条件を守りつつ、単位領域Ｂ２の大きさが最小となる単位領域Ｂ２の位置及び大きさを、最適化された単位領域Ｂ２の位置及び大きさ（解）として算出する。同様に、領域設定部１３４１は、後方領域Ａ３の周縁上の全て位置Ｐ３が単位領域Ｂ３内に入るという制約条件を守りつつ、単位領域Ｂ３の大きさが最小となる単位領域Ｂ３の位置及び大きさを、最適化された単位領域Ｂ３の位置及び大きさ（解）として算出する。

[0113] 領域設定部１３４１は、このようにして設定されたそれぞれの単位領域Ｂの位置及び大きさに基づき、移動体領域Ｂ０を設定する。移動体領域Ｂ０を用いた経路Ｒの設定処理は、第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0114] （処理フロー）

次に、第２実施形態における移動体領域の設定フローを説明する。図１３は、第２実施形態における移動体領域の設定フローを説明するフローチャートである。図１３に示すように、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの数を設定し（ステップＳ２０）、単位領域Ｂの数に基づいて、単位占有領域Ａを設定する（ステップＳ２２）。領域設定部１３４１は、それぞれの単位占有領域Ａについて、単位領域Ｂが、単位占有領域Ａの周縁上の位置Ｐと重なることを、制約条件として設定して（ステップＳ２４）、制約条件と評価関数に基づいて最適化計算を実行して、それぞれの単位領域Ｂの位置及び大きさ

を設定する（ステップＳ２６）。領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの周縁上の全て位置Ｐが単位領域Ｂ内に入るという制約条件を守りつつ、単位領域Ｂの大きさが最小となる単位領域Ｂの位置及び大きさを、算出する。領域設定部１３４１は、このようにして設定されたそれぞれの単位領域Ｂの位置及び大きさに基づき、移動体領域Ｂ０を設定する。

[0115]（効果）

第２実施形態のように、最適化計算により単位領域Ｂの位置及び大きさを設定することで、障害物Ｏと移動体１０との干渉を適切に抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域Ｂ０を設定できる。従って、本実施形態によると、経路Ｒを適切に設定できる。さらに言えば、第２実施形態においては、単位領域Ｂの数を設定し、単位領域Ｂと同数の単位占有領域Ａを設定して、最適化計算を行うため、演算負荷が高くなることを抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域Ｂ０を適切に設定できる。

[0116]（他の例）

次に、第２実施形態の他の例について説明する。

[0117]（他の例１）

図１４は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。本例においては、設定した移動体領域Ｂ０を用いた経路Ｒの設定ができない場合に、単位領域Ｂの数を増やして移動体領域Ｂ０を設定し直す点で、第２実施形態とは異なる。

[0118] 具体的には、図１４に示すように、本例の領域設定部１３４１は、第２実施形態と同様の方法で設定した単位領域Ｂの数に基づいて、第２実施形態と同様の方法で、移動体領域Ｂ０を設定する（ステップＳ３０）。そして、本例においては、経路取得部１３４は、第１実施形態や第２実施形態と同様の方法で、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに、目的位置Ｐに向かう経路Ｒの設定を試みる（ステップＳ３２）。

[0119] 経路Ｒの設定ができない場合には（ステップＳ３４；Ｎｏ）、すなわち例えば、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに目的位置Ｐに向かう最適化さ

れた経路Ｒが設定できない場合には、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの数を増やして（ステップＳ３６）、ステップＳ３０に戻り、設定し直した（増やした）単位領域Ｂの数に基づいて、同様の方法で、移動体領域Ｂ０を設定し直して、以降の処理を続ける。なお、増やす単位領域Ｂの数は例えば１つであるが、それに限られず任意の数であってよい。経路Ｒの設定ができた場合には（ステップＳ３４；Ｙｅｓ）、すなわち例えば、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに目的位置Ｐに向かう最適化された経路Ｒが設定できた場合には、本処理を終了する。なお、例えば単位領域Ｂの数を所定の上限値まで増やしても経路Ｒの設定ができない場合にも、経路Ｒの設定ができないとして、本処理を終了してもよい。この場合例えば、当初の経路Ｒの設定の際には通らないように設定されていた区間を通るように、経路Ｒの算出条件を変更して、経路Ｒの設定を繰り返してもよい。

[0120] 単位領域Ｂの数を増やすと、移動体領域Ｂ０を狭く設定でき、経路Ｒを設定できる可能性が上がる。従って、本例のように、経路Ｒの設定ができない場合に、単位領域Ｂの数を増やして経路Ｒの設定を再度試みることで、経路Ｒを適切に設定することが可能となる。

[0121] また、以上の例では、経路Ｒの設定ができない場合に、単位領域Ｂの数を増やして経路Ｒを再設定していたが、その逆の処理を行うことも可能である。すなわち例えば、設定された単位領域Ｂの数に基づいて算出した移動体領域Ｂ０を用いて経路Ｒの設定ができた場合には、単位領域Ｂの数を減らして移動体領域Ｂ０を算出し直し、算出しなおした移動体領域Ｂ０を用いて、経路Ｒの設定を試みてよい。この場合、単位領域Ｂの数を減らして経路Ｒを設定できた場合には、その経路Ｒを、実際の移動体１０の経路として採用してよい。これにより、単位領域Ｂの数が出来るだけ少ない経路Ｒを設定することができる。なお、この処理は、例えば、移動体１０が障害物Ｏを検出した際の回避経路の設定に用いることもできるが、移動体１０が今後移動することを予定している経路を、予め設定しておく場合に特に有効である。

[0122] （他の例２）

図１５は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。本例においては、設定した移動体領域Ｂ０を用いた経路Ｒの設定ができない場合に、移動体１０の予定速度を低下させて移動体領域Ｂ０を設定し直す点で、第２実施形態とは異なる。

[0123] 具体的には、図１５に示すように、本例の領域設定部１３４１は、第１実施形態や第２実施形態と同様の方法で、設定された予定速度（経路Ｒを移動する際に移動体１０が採用すると予定されている移動速度）に基づいて、占有領域Ａ０及び移動体領域Ｂ０を設定する（ステップＳ４０）。すなわち例えば、領域設定部１３４１は、予定速度に基づいて、前方領域Ａ２の大きさ及び後方領域Ａ３の大きさを設定し、それらに基づいて、車体領域Ａ１、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３を含む占有領域Ａ０を設定する。本例の領域設定部１３４１は、設定した占有領域Ａ０に基づいて、第２実施形態と同様の方法で、移動体領域Ｂ０を設定する。

[0124] そして、経路取得部１３４は、第１実施形態や第２実施形態と同様の方法で、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに、目的位置Ｐに向かう経路Ｒの設定を試みる（ステップＳ４２）。

[0125] 経路Ｒの設定ができない場合には（ステップＳ４４；Ｎｏ）、すなわち例えば、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに目的位置Ｐに向かう最適化された経路Ｒが設定できない場合には、領域設定部１３４１は、予定速度を低下させて（ステップＳ４６）、ステップＳ４０に戻り、設定し直した（低下させた）予定速度に基づいて、同様の方法で、占有領域Ａ０及び移動体領域Ｂ０を設定し直して、以降の処理を続ける。なお、予定速度を減らす度合いは、任意であってよい。経路Ｒの設定ができた場合には（ステップＳ４４；Ｙｅｓ）、すなわち例えば、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに目的位置Ｐに向かう最適化された経路Ｒが設定できた場合には、本処理を終了する。なお、例えば予定速度を所定の下限値まで低下させても経路Ｒの設定ができない場合にも、経路Ｒの設定ができないとして、本処理を終了してもよい。この場合例えば、当初の経路Ｒの設定の際には通らないように設定されて

いた区間を通るように、経路Ｒの算出条件を変更して、経路Ｒの設定を繰り返してもよい。

[0126] 予定速度を低下させると、占有領域Ａ０（本例では前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３）を狭く設定でき、それに伴い移動体領域Ｂ０も狭く設定できるので、経路Ｒを設定できる可能性が上がる。従って、本例のように、経路Ｒの設定ができない場合に、予定速度を低下させて経路Ｒの設定を再度試みることで、経路Ｒを適切に設定することが可能となる。

[0127] また、以上の例では、経路Ｒの設定ができない場合に、予定速度を低下させて経路Ｒを再設定していたが、その逆の処理を行うことも可能である。すなわち例えば、設定された予定速度に基づいて算出した移動体領域Ｂ０を用いて経路Ｒの設定ができた場合には、予定速度を上昇させて移動体領域Ｂ０を算出し直し、算出しなおした移動体領域Ｂ０を用いて、経路Ｒの設定を試みてよい。この場合、予定速度を上昇させて経路Ｒを設定できた場合には、その経路Ｒを、実際の移動体１０の経路として採用し、その予定速度を、移動体１０の上限速度として設定してよい。これにより、移動体１０の上限速度を高くしつつ経路Ｒを設定することができる。なお、この処理は、例えば、移動体１０が障害物Ｏを検出した際の回避経路の設定に用いることもできるが、移動体１０が今後移動することを予定している経路を、予め設定しておく場合に特に有効である。

[0128] （他の例３）

本例のように、上述の他の例１及び他の例２を組み合わせることも可能である。図１６は、第２実施形態の他の例における経路の設定フローを説明するフローチャートである。

[0129] 図１６に示すように、本例の領域設定部１３４１は、第２実施形態と同様の方法で、設定された予定速度及び単位領域Ｂの数に基づき、移動体領域Ｂ０を設定する（ステップＳ５０）。すなわち、領域設定部１３４１は、設定された予定速度に基づいて占有領域Ａ０を設定し、単位領域Ｂの数に基づき、移動体領域Ｂ０を設定する。経路取得部１３４は、第１実施形態や第２実

施形態と同様の方法で、障害物Ｏが移動体領域Ｂ０と重ならずに、目的位置Ｐに向かう経路Ｒの設定を試みる（ステップＳ５２）。

[0130] 経路Ｒの設定ができない場合であって（ステップＳ５４；Ｎｏ）、今設定されている予定速度が所定の閾値以上である場合（ステップＳ５６；Ｙｅｓ）、領域設定部１３４１は、予定速度を低下させて（ステップＳ５８）、ステップＳ５０に戻り、設定し直した（低下させた）予定速度に基づいて、同様の方法で、占有領域Ａ０及び移動体領域Ｂ０を設定し直して、以降の処理を続ける。一方、経路Ｒの設定ができない場合であって（ステップＳ５４；Ｎｏ）、今設定されている予定速度が所定の閾値未満である場合（ステップＳ５６；Ｎｏ）、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの数を増やして（ステップＳ５９）、ステップＳ５０に戻り、設定し直した（増やした）単位領域Ｂの数に基づいて、同様の方法で、移動体領域Ｂ０を設定し直して、以降の処理を続ける。なお、経路Ｒの設定ができた場合には（ステップＳ５４；Ｙｅｓ）、本処理を終了する。

[0131] このように、本例では、予定速度が閾値未満となるまでは、予定速度を低下させて経路Ｒを再設定する処理を繰り返し、それでも経路Ｒが設定できない場合には、単位領域Ｂの数を増やして経路Ｒを再設定する処理に切り替える。最初に予定速度を低下させることで、移動体領域Ｂ０の設定の演算負荷が高くなることを抑制しつつ、経路Ｒを適切に設定できる。

[0132] 但しこれに限られず、単位領域Ｂの数が所定の閾値に到達するまでは、単位領域Ｂの数を増やして経路Ｒを設定する処理を繰り返し、それでも経路Ｒが設定できない場合には、予定速度を低下させて経路Ｒを再設定する処理に切り替えてもよい。これにより予定速度を出来るだけ低下させることなく経路Ｒを設定できるため、移動時間が長くなることを抑制できる。

[0133]（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、最適化計算を用いて単位領域Ｂの数も設定する点で、第２実施形態と異なる。第３実施形態において、第２実施形態と構成が共通する箇所は、説明を省略する

。

[0134]（占有領域の設定）

第３実施形態においては、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０を設定する。第３実施形態における占有領域Ａ０の設定方法は、第１実施形態及び第２実施形態と同様であるため、詳細な説明を省略する。本例では、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１、前方領域Ａ２及び後方領域Ａ３を含む領域を、占有領域Ａ０に設定する。

[0135]（制約条件の設定）

領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの少なくとも１つが、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐと重なることを、制約条件として設定する。すなわち、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐの全てが、単位領域Ｂの少なくとも１つと重なることを、制約条件として設定する。言い換えれば、本実施形態では、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐの全てが、いずれかの単位領域Ｂの領域内にあることが、制約条件として設定される。

[0136] ここで、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の位置及び大きさに基づいた任意の方法で、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐを設定してよい。例えば、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の位置及び大きさから、占有領域Ａ０の周縁上の各位置の座標を算出して、占有領域Ａ０の周縁上の各位置の一部を、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐとして選択してもよい。この場合例えば、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の周縁のうちで、角となる位置を、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐとして選択してよい。図１２を例にすると、領域設定部１３４１は、車体領域Ａ１の四隅の位置と、前方領域Ａ２の四隅の位置と、後方領域Ａ３の四隅の位置とが、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐとして選択される。

[0137] また、以上の説明では、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐは、範囲を持たない座標（点）として設定されるが、それに限られず、中心座標（中心点）を中心とした所定の大きさの領域を、位置Ｐとして設定してもよい。この場合例えば、領域設定部１３４１は、単位占有領域Ａの周縁上の点を中心座標（

中心点）として設定し、中心座標を中心として所定半径の円を、位置Ｐとして設定してもよい。ここでの所定半径は、検出誤差や移動体１０の寸法誤差などを考慮して、適宜設定してよい。

[0138] また、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの少なくとも１つが占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐと重なること以外の条件も、制約条件に含めてよい。例えば、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの大きさ（前後方向及び左右方向の長さ）が所定の上限値及び下限値の範囲内となることを、制約条件としてもよい。また例えば、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの長径と短径との比が所定の上限値及び下限値の範囲内となることを、制約条件としてもよい。

[0139]（最適化計算）

領域設定部１３４１は、移動体領域Ｂ０と占有領域Ａ０との差分（移動体領域Ｂ０の面積から占有領域Ａ０の面積を差し引いた値）を、評価関数として設定する。なお、移動体領域Ｂ０の面積とは、移動体領域Ｂ０の周縁に囲われた領域の面積であり、各単位領域Ｂの面積の合計値から、単位領域Ｂ同士が重なっている領域の面積を差し引いた面積とも言える。

[0140] 領域設定部１３４１は、上述のように設定した制約条件を守ったうえで、上述のように設定した評価関数を最小とする最適化計算を実行して、単位領域Ｂの数、位置及び大きさを算出する。すなわち、領域設定部１３４１は、占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐの全てが、単位領域Ｂの少なくとも１つと重なるという制約条件を満たし、かつ移動体領域Ｂ０と占有領域Ａ０との差分が最小となる、単位領域Ｂの数、位置及び大きさを、最適化された単位領域Ｂの数、位置及び大きさ（解）として算出する。

[0141] 領域設定部１３４１は、このようにして設定された単位領域Ｂの数、位置及び大きさに基づき、移動体領域Ｂ０を設定する。移動体領域Ｂ０を用いた経路Ｒの設定処理は、第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0142]（処理フロー）

次に、第３実施形態における移動体領域の設定フローを説明する。図１７

は、第３実施形態における移動体領域の設定フローを説明するフローチャートである。図１７に示すように、領域設定部１３４１は、単位領域Ｂの少なくとも１つが占有領域Ａ０の周縁上の位置Ｐと重なることを、制約条件として設定して（ステップＳ６０）、制約条件と評価関数に基づいて最適化計算を実行して、単位領域Ｂの数、位置及び大きさを設定する（ステップＳ６２）。領域設定部１３４１は、このようにして設定された単位領域Ｂの数、位置及び大きさに基づき、移動体領域Ｂ０を設定する。

[0143]（効果）

第３実施形態のように、最適化計算により単位領域Ｂの数、位置及び大きさを設定することで、障害物Ｏと移動体１０との干渉を適切に抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域Ｂ０を設定できる。従って、本実施形態によると、経路Ｒを適切に設定できる。さらに言えば、第３実施形態においては、単位領域Ｂの数についても最適化計算で算出するため、単位領域Ｂの数も最適化して、経路Ｒを適切に設定できる。

[0144]（ハードウェア構成）

上述した実施形態に係る制御装置１００は、例えば図１８に示すような構成のコンピュータ１０００によって実現される。図１８は、本開示に係る制御装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ１０００は、出力装置１０１０、入力装置１０２０と接続され、演算装置１０３０、一次記憶装置１０４０、二次記憶装置１０５０、出力ＩＦ（Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）１０６０、入力ＩＦ１０７０、ネットワークＩＦ１０８０がバス１０９０により接続された形態を有する。なお、制御装置１００が移動体１０に搭載される場合は、出力装置１０１０と、入力装置１０２０は、なくてもよい。

[0145] 演算装置１０３０は、一次記憶装置１０４０や二次記憶装置１０５０に格納されたプログラムや入力装置１０２０から読み出したプログラム等に基づいて動作し、各種の処理を実行する。一次記憶装置１０４０は、ＲＡＭ等、演算装置１０３０が各種の演算に用いるデータを一次的に記憶するメモリ装

置である。また、二次記憶装置１０５０は、演算装置１０３０が各種の演算に用いるデータや、各種のデータベースが記憶される記憶装置であり、ＲＯＭ、ＨＤＤ、フラッシュメモリ等により実現される。

[0146] 出力ＩＦ１０６０は、モニタやプリンタといった各種の情報を出力する出力装置１０１０に対し、出力対象となる情報を送信するためのインターフェイスであり、例えば、ＵＳＢ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ Ｓｅｒｉａｌ Ｂｕｓ）やＤＶＩ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｉｓｕａｌ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）、ＨＤＭＩ（登録商標）（Ｈｉｇｈ Ｄｅｆｉｎｉｔｉｏｎ Ｍｕｌｔｉｍｅｄｉａ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）といった規格のコネクタにより実現される。また、入力ＩＦ１０７０は、マウス、キーボード、およびスキャナ等といった各種の入力装置１０２０から情報を受信するためのインターフェイスであり、例えば、ＵＳＢ等により実現される。

[0147] なお、入力装置１０２０は、例えば、ＣＤ（Ｃｏｍｐａｃｔ Ｄｉｓｃ）、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｃ）、ＰＤ（Ｐｈａｓｅ ｃｈａｎｇｅ ｒｅｗｒｉｔａｂｌｅ Ｄｉｓｋ）等の光学記録媒体、ＭＯ（Ｍａｇｎｅｔｏ－Ｏｐｔｉｃａｌ ｄｉｓｋ）等の光磁気記録媒体、テープ媒体、磁気記録媒体、または半導体メモリ等から情報を読み出す装置であってもよい。また、入力装置１０２０は、ＵＳＢメモリ等の外付け記憶媒体であってもよい。

[0148] ネットワークＩＦ１０８０は、ネットワークＮを介して他の機器からデータを受信して演算装置１０３０へ送り、また、ネットワークＮを介して演算装置１０３０が生成したデータを他の機器へ送信する。

[0149] 演算装置１０３０は、出力ＩＦ１０６０や入力ＩＦ１０７０を介して、出力装置１０１０や入力装置１０２０の制御を行う。例えば、演算装置１０３０は、入力装置１０２０や二次記憶装置１０５０からプログラムを一次記憶装置１０４０上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。

[0150] 例えば、コンピュータ１０００が制御装置１００として機能する場合、コンピュータ１０００の演算装置１０３０は、一次記憶装置１０４０上にロー

ドされたプログラムを実行することにより、制御装置１００の制御部１３０の機能を実現する。

[0151] （構成と効果）

第一態様に係る経路設定方法は、移動体１０の目的位置の情報を取得するステップと、障害物Ｏの位置の情報を取得するステップと、移動体１０の経路計算を実行するステップと、を含み、経路計算を実行するステップは、移動体１０の形状に関する情報に基づいて、移動体１０が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、障害物Ｏの位置の情報に基づき、障害物Ｏが移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路として設定するステップと、を含む。

[0152] この構成によれば、移動体１０が占める領域を含む占有領域と重なり、かつ、複数の単位領域の一部同士が重畳した形状となる、移動体領域を設定することができる。そして、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定する。移動体領域は、移動体１０が進入する可能性がある領域なので、障害物Ｏが移動体領域と重ならないように経路Ｒを設定することで、障害物Ｏとの干渉を抑制させつつ、移動体１０を移動させることができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0153] 第二態様に係る経路設定方法は、第一態様に係る経路設定方法であって、経路計算を実行するステップにおいては、移動体１０の位置、移動体領域、及び障害物Ｏの位置に基づき、障害物Ｏの位置が、移動体領域の範囲外となる旨の制約条件を設定するステップと、移動体１０の位置と目的位置との差が小さくなるほど評価が高くなる評価関数と、制約条件とに基づき最適化計算を行い、移動体１０の経路を計算するステップと、を含む。

[0154] この構成によれば、移動体領域Ｂ０の面積が過大になることを抑制された移動体領域に基づいて、柔軟に経路Ｒを設定することが可能となる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供

することができる。

[0155] 第三態様に係る経路設定方法は、第一態様、又は第二態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップでは、移動体１０が占める領域に重なる単位領域である第１単位領域と、移動体１０の進行方向側の前方領域に重なる単位領域である第２単位領域と、移動体１０の進行方向と反対側の後方領域に重なる単位領域である第３単位領域とを含み、かつ第１単位領域と第２単位領域と第３単位領域との少なくとも２つ同士が互いに重なるように、移動体領域を設定する。

[0156] この構成によれば、障害物Ｏの干渉を回避できる程度の大きさに移動体領域Ｂ０を設定したとしても、移動体領域Ｂ０の面積が過大になることを抑制でき、柔軟に経路Ｒを設定することが可能となる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0157] 第四態様に係る経路設定方法は、第一態様から第三態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップは、移動体領域に含まれる単位領域の数を設定するステップと、占有領域を単位領域と同数の単位占有領域に区分するステップと、それぞれの単位占有領域について、単位領域が、単位占有領域の周縁上の位置と重なることを制約条件とし、単位領域の面積を評価関数として設定して、制約条件を守ったうえで評価関数を最小とする最適化計算を実行して、それぞれの単位領域の位置及び大きさを設定して、移動体領域を設定するステップと、を含む。

[0158] この構成によれば、最適化計算により単位領域の位置及び大きさを設定することで、障害物Ｏと移動体１０との干渉を適切に抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域Ｂ０を設定できる。従って、本実施形態によると、経路Ｒを適切に設定できる。単位領域Ｂの数を設定し、単位領域Ｂと同数の単位占有領域Ａを設定して、最適化計算を行うため、演算負荷が高くなることを抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域Ｂ０を適切に設定できる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法

を提供することができる。

[0159] 第五態様に係る経路設定方法は、第一態様から第四態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップにおいては、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路が設定できない場合には、単位領域の数を増加させて、移動体領域を再設定し、経路計算を実行するステップにおいては、再設定された移動体領域に基づいて、移動体の経路を設定する。

[0160] この構成によれば、経路Ｒの設定ができない場合に、単位領域Ｂの数を増やして経路Ｒを再設定してすることができる。これにより、単位領域Ｂの数が出来るだけ少ない経路Ｒを設定することができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0161] 第六態様に係る経路設定方法は、第一態様から第五態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップにおいては、移動体１０の予定速度に基づいて、予定速度が高くなるほど広くなるように、占有領域を設定しており、障害物Ｏが移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路が設定できない場合には、予定速度を低下させて占有領域を再設定し、再設定した占有領域に基づいて移動体領域を再設定し、経路計算を実行するステップにおいては、再設定された移動体領域に基づいて、移動体１０の経路を設定する。

[0162] この構成によれば、予定速度を低下させると、占有領域を狭く設定でき、それに伴い移動体領域も狭く設定できるので、経路Ｒを設定できる可能性が上がる。そのため、経路Ｒの設定ができない場合に、予定速度を低下させて経路Ｒの設定を再度試みることで、経路Ｒを適切に設定することが可能となる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0163] 第七態様に係る経路設定方法は、第一態様から第六態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップにおいては、単位領域の長軸半径の上下限値、及び短軸半径の上下限値を制約条件としてさらに設定する。

[0164] この構成によれば、単位領域に上下限値、及び短軸半径の上下限値を制約条件として設定することで、移動体領域が過大となることを防ぐことができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0165] 第八態様に係る経路設定方法は、第一態様から第七態様に係る経路設定方法であって、移動体領域を設定するステップは、単位領域の少なくとも１つが、占有領域の周縁上の位置と重なることを制約条件とし、移動体領域と占有領域との差分を評価関数として設定するステップと、制約条件を守ったうえで評価関数を最小とする最適化計算を実行して、それぞれの単位領域の数、大きさ及び位置を設定して、移動体領域を設定する。

[0166] この構成によれば、最適化計算により単位領域の数、位置及び大きさを設定することで、障害物Ｏと移動体１０との干渉を適切に抑制しつつ、面積が過大とならない移動体領域を設定できる。そのため、経路Ｒを適切に設定できる。単位領域の数についても最適化計算で算出するため、単位領域の数も最適化して、経路Ｒを適切に設定できる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる経路設定方法を提供することができる。

[0167] 第一態様に係る移動体１０は、経路設定方法で設定された経路に従って移動体１０を移動させる。

[0168] この構成によれば、移動体１０が占める領域を含む占有領域と重なり、かつ、複数の単位領域の一部同士が重畳した形状となる、移動体領域を設定し、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定し、その経路Ｒに従って移動体１０を移動させることができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる移動体１０を提供することができる。

[0169] 第二態様に係る移動体１０は、第一態様に係る移動体１０であって、障害物Ｏの位置の情報に基づき設定された、障害物Ｏが移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を取得する経路取得部１３４と、経路に従って移動体１０を移動させる移動制御部１３５と、を含み、移動体領域は、移動体１０の

形状に関する情報に基づいて設定された、移動体１０が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の領域である。

[0170] この構成によれば、移動体１０が占める領域を含む占有領域と重なり、かつ、複数の単位領域の一部同士が重畳した形状となる、移動体領域を設定することができる。そして、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定する。移動体領域は、移動体１０が進入する可能性がある領域なので、障害物Ｏが移動体領域と重ならないように経路Ｒを設定することで、障害物Ｏとの干渉を抑制させつつ、移動体１０を移動させることができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる移動体１０を提供することができる。

[0171] 第一態様に係る管理システム２００は、経路設定方法により設定した経路を移動体１０に送信する。

[0172] この構成によれば、移動体１０が占める領域を含む占有領域と重なり、かつ、複数の単位領域の一部同士が重畳した形状となる、移動体領域を設定し、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定し、移動体１０に送信することで、移動体１０を移動させることができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができる管理システム２００を提供することができる。

[0173] 第一態様に係るプログラムは、移動体１０の目的位置の情報を取得するステップと、障害物Ｏの位置の情報を取得するステップと、移動体１０の経路計算を実行するステップと、を、コンピュータに実行させるプログラムであって、経路計算を実行するステップは、移動体１０の形状に関する情報に基づいて、移動体１０が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、障害物Ｏの位置の情報に基づき、障害物Ｏが移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路として設定するステップと、を含む。

[0174] この構成によれば、移動体１０が占める領域を含む占有領域と重なり、かつ、複数の単位領域の一部同士が重畳した形状となる、移動体領域を設定することができる。そして、障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を、移動体１０の経路Ｒとして設定する。移動体領域は、移動体１０が進入する可能性がある領域なので、障害物Ｏが移動体領域と重ならないように経路Ｒを設定することで、障害物Ｏとの干渉を抑制させつつ、移動体１０を移動させることができる。したがって、移動体１０の経路を適切に設定することができるプログラムを提供することができる。

[0175] 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

[0176]

| | |
|---|---|
| １ | 移動体制御システム |
| １０ | 移動体 |
| ２０ | 車体 |
| ２２ | マスト |
| ２４ | フォーク |
| ２６ | センサ |
| ２８ | 動力部 |
| １００ | 制御装置 |
| １１０ | 通信部 |
| １２０ | 記憶部 |
| １３０ | 制御部 |
| １３１ | 目的位置情報取得部 |
| １３２ | 自己位置情報取得部 |

１３３　障害物情報取得部
１３４　経路取得部
１３４１　領域設定部
１３４２　制約条件設定部
１３４３　最適化計算実行部
１３５　移動制御部
１４０　自己位置検出部
１５０　障害物検出部
１６０　駆動信号伝送部
２００　管理システム
２１０　通信部
２２０　記憶部
２３０　制御部
２３１　取得部
２３２　通知部
２４０　入力部
２５０　表示部
Ｎ　ネットワーク

# 請求の範囲

[請求項1] 移動体の目的位置の情報を取得するステップと、

障害物の位置の情報を取得するステップと、

移動体の経路計算を実行するステップと、を含み、

前記経路計算を実行するステップは、

前記移動体の形状に関する情報に基づいて、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、

前記障害物の位置の情報に基づき、前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路を、前記移動体の経路として設定するステップと、

を含む、

経路設定方法。

[請求項2] 前記経路計算を実行するステップにおいては、

前記移動体の位置、前記移動体領域、及び前記障害物の位置に基づき、前記障害物の位置が、前記移動体領域の範囲外となる旨の制約条件を設定するステップと、

前記移動体の位置と前記目的位置との差が小さくなるほど評価が高くなる評価関数と、前記制約条件とに基づき最適化計算を行い、前記移動体の経路を計算するステップと、を含む、

請求項１に記載の経路設定方法。

[請求項3] 前記移動体領域を設定するステップでは、前記移動体が占める領域に重なる前記単位領域である第１単位領域と、前記移動体の進行方向側の前方領域に重なる前記単位領域である第２単位領域と、前記移動体の進行方向と反対側の後方領域に重なる前記単位領域である第３単位領域とを含み、かつ前記第１単位領域と前記第２単位領域と前記第３単位領域との少なくとも２つ同士が互いに重なるように、前記移動体領域を設定する、

請求項１又は請求項２に記載の経路設定方法。

[請求項4] 前記移動体領域を設定するステップは、

前記移動体領域に含まれる前記単位領域の数を設定するステップと、

前記占有領域を前記単位領域と同数の単位占有領域に区分するステップと、

それぞれの前記単位占有領域について、前記単位領域が、前記単位占有領域の周縁上の位置と重なることを制約条件とし、前記単位領域の面積を評価関数として設定して、前記制約条件を守ったうえで前記評価関数を最小とする最適化計算を実行して、それぞれの前記単位領域の位置及び大きさを設定して、前記移動体領域を設定するステップと、

を含む、

請求項１又は請求項２に記載の経路設定方法。

[請求項5] 前記移動体領域を設定するステップにおいては、前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路が設定できない場合には、前記単位領域の数を増加させて、前記移動体領域を再設定し、

前記経路計算を実行するステップにおいては、再設定された前記移動体領域に基づいて、前記移動体の経路を設定する、

請求項４に記載の経路設定方法。

[請求項6] 前記移動体領域を設定するステップにおいては、

前記移動体の予定速度に基づいて、前記予定速度が高くなるほど広くなるように、前記占有領域を設定しており、

前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路が設定できない場合には、前記予定速度を低下させて前記占有領域を再設定し、再設定した前記占有領域に基づいて前記移動体領域を再設定し、

前記経路計算を実行するステップにおいては、

再設定された前記移動体領域に基づいて、前記移動体の経路を設定する、

請求項４に記載の経路設定方法。

[請求項7] 前記移動体領域を設定するステップにおいては、

前記単位領域の長軸半径の上下限値、及び短軸半径の上下限値を前記制約条件としてさらに設定する、

請求項４に記載の経路設定方法。

[請求項8] 前記移動体領域を設定するステップは、

前記単位領域の少なくとも１つが、前記占有領域の周縁上の位置と重なることを制約条件とし、前記移動体領域と前記占有領域との差分を評価関数として設定するステップと、

前記制約条件を守ったうえで前記評価関数を最小とする最適化計算を実行して、それぞれの前記単位領域の数、大きさ及び位置を設定して、前記移動体領域を設定する、

請求項１又は請求項２に記載の経路設定方法。

[請求項9] 請求項１又は請求項２に記載の経路設定方法で設定された前記経路に従って前記移動体を移動させる、

移動体。

[請求項10] 障害物の位置の情報に基づき設定された、前記障害物が移動体領域と重ならず目的位置に向かう経路を取得する経路取得部と、

前記経路に従って移動体を移動させる移動制御部と、

を含み、

前記移動体領域は、前記移動体の形状に関する情報に基づいて設定された、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の領域である、

移動体。

[請求項11] 請求項１又は請求項２に記載の経路設定方法により設定した前記経

路を前記移動体に送信する、管理システム。

[請求項12] 移動体の目的位置の情報を取得するステップと、

障害物の位置の情報を取得するステップと、

移動体の経路計算を実行するステップと、を、

コンピュータに実行させるプログラムであって、

前記経路計算を実行するステップは、

前記移動体の形状に関する情報に基づいて、前記移動体が占める領域を含む占有領域に重なり、かつ、複数の円形又は楕円形の単位領域の一部同士が重畳した形状の、移動体領域を設定するステップと、

前記障害物の位置の情報に基づき、前記障害物が前記移動体領域と重ならず前記目的位置に向かう経路を、前記移動体の経路として設定するステップと、

を含む、

プログラム。