

明 細 書

発明の名称：移動体制御システム及び情報処理方法

技術分野

[0001] 本開示は、移動体制御システム及び情報処理方法に関する。

背景技術

[0002] 移動体同士の干渉を抑制する制御が知られている。例えば特許文献1には、最短経路探索によって搬送車（移動体）の移動経路を生成し、移動経路に沿って搬送車を移動させる構成が開示されている。特許文献1では、搬送車同士が干渉するおそれが生じたときに、優先度合いの高い搬送車の移動を優先させ、優先度合いの低い搬送車を待機させる干渉回避処理を行うことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-170580号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1のように、移動経路として目的地までの最短経路を常に採用すると、かえって目的地への到達が遅れたり、同じ作業領域で実行されている別の作業と干渉したりする場合がある。そのため、移動経路設定の改善が望まれる。なお、干渉とは、移動体が作業者や他の移動体の作業の妨げとなることを意味する。

[0005] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、移動経路設定の改善が可能な移動体制御システム及び情報処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る移動体制御システムは、移動体が通行する複数の経路部分と、経路部分の移動コストを示す重み値とを対応付けた重み設定情報と、前記移動体の作業オーダを含む作業情報と、を記憶する記憶部と、前記作業情報

に応じて、複数の前記重み設定情報を作成する重み設定部と、前記作業情報に応じた前記重み設定情報を用いて、前記作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路を設定する経路設定部と、を備える。

[0007] 本開示に係る情報処理方法は、移動体の作業オーダを含む作業情報を取得するステップと、前記移動体が通行する複数の経路部分と、経路部分の移動コストを示す重み値とを対応付けた重み設定情報を、前記作業情報に応じて複数作成するステップと、前記作業情報に応じた前記重み設定情報を用いて、前記作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路を設定するステップと、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、移動経路設定を改善できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、第1実施形態に係る移動体制御システムの模式図である。
[図2]図2は、移動体制御システムのシステム構成の概略図である。
[図3]図3は、移動体の構成の模式図である。
[図4]図4は、移動体の制御装置の模式的なブロック図である。
[図5]図5は、管理装置の模式的なブロック図である。
[図6]図6は、情報処理装置の模式的なブロック図である。
[図7]図7は、作業情報に含まれるオーダ情報の一例を示す図である。
[図8]図8は、重み設定情報の第1の例を示す模式図である。
[図9]図9は、重み設定情報の第2の例を示す模式図である。
[図10]図10は、第1実施形態に係る重み設定部による重み設定情報の作成動作の一例を示すフローチャートである。
[図11]図11は、第1実施形態に係る経路設定部による移動経路の設定動作の一例を示すフローチャートである。
[図12]図12は、非搬送オーダの追加を説明する図である。
[図13]図13は、追加の作業オーダが発生した場合の処理の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、比較例による経路設定の例を示す模式図である。

[図15]図15は、第1実施形態による経路設定の例を示す模式図である。

[図16]図16は、サイズ情報に応じた重み設定情報の例を示す模式図である。

。

[図17]図17は、第2実施形態における作業オーダの一例を示す図である。

[図18]図18は、比較例による経路設定の例を示す模式図である。

[図19]図19は、第2実施形態による経路設定の例を示す模式図である。

[図20]図20は、第3実施形態における作業情報を説明する図である。

[図21]図21は、有人作業の実施エリアの一例を示す模式図である。

[図22]図22は、有人作業の実施エリアが設定されている場合の重み設定情報の例を示す模式図である。

[図23]図23は、第3実施形態による経路設定の例を示す模式図である。

[図24]図24は、第3実施形態の変形例による重み付けを説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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。

[0011] [第1実施形態]

(移動制御システム)

図1は、第1実施形態に係る移動体制御システムの模式図である。図1に示すように、第1実施形態に係る移動体制御システム1は、移動体10を制御するシステムである。移動体制御システム1は、管理装置12と、情報処理装置14とを含む。移動体制御システム1は、設備200に設けられ、設備200に所属する移動体10の移動を制御する。設備200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。移動体制御システム1においては、移動体10は、設備200

の作業領域に配置された対象物Pを搬送する無人搬送装置である。作業領域は、対象物P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200の床面である。移動体10が搬送する対象物Pは、第1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P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Pを搬送するものにも限られず、設備200内を任意の目的で移動する装置であってよい。

[0012] (作業領域)

図1に示すように、設備200には、作業領域が設定されている。作業領域は、移動体10が荷役作業等の所定の作業を行う領域である。作業領域は、第1領域AR1と、第2領域AR2とを含む。

[0013] 以降において、作業領域の床面に沿った一方向をX方向とし、床面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。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であってもよい。X方向及びY方向において、矢印の方向を+方向（又は+側）とし、+方向とは反対の方向を-方向（又は-側）と表記する。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、「位置」とは、特に断りのない限り、作業領域上の二次元面における座標系における位置（座標）を指す。

[0014] 第1領域AR1は、例えば運送車両に積み込む対象物P又は運送車両から荷降ろしした対象物Pが配置される領域である。第1領域AR1には、対象物Pを配置する複数の配置位置が設定される。図1では、配置位置e17～e31の15箇所の配置位置を例示している。配置位置e17～e31には、設備200の状況に応じて、対象物Pが配置されている場合もあるし、配置されていない場合もある。図1の例では、配置位置e17～e31は、Y方向に沿って5か所の配置位置の列が、X方向に3列に並んで設定されている。配置位置の並び方及び数は、任意であってよい。

- [0015] また、第1領域AR1には、移動体10の充電を行うための充電位置c1、移動体10の待機位置h1、h2、などが設定される。
- [0016] 第2領域AR2は、対象物Pを保管する保管領域である。第2領域AR2には、対象物Pを設置できる棚5が配置されていて、複数の棚5に対して配置位置e1～e16が設定される。図1の例では、X方向に沿って延びる棚5が、X方向に2つずつ、Y方向に4列並んでいる。1つの棚5には、2か所の配置位置が設定されている。
- [0017] 作業領域には、移動体10が通行可能な通路Rが、予め定義されている。通路Rは、移動体10の制御上、XY座標空間に仮想的に設定された経路である。通路Rには、移動体10が検出可能な印（走行ライン、アドレスマーカなど）が付されていてもよいし、移動体10が目印無しで通路Rに沿って走行制御可能であってもよい。通路Rは、少なくとも、各配置位置e1～e31、充電位置c1、各待機位置h1、h2を接続するように設定される。通路Rは、作業領域における棚5などの設置物、障害物を避けて設定される。通路Rは、配置位置等を直線的に結ぶ経路だけでなく、棚5などの設置物を迂回する経路（配置位置e1～e4の+Y方向側を通過する経路など）にも設定されうる。
- [0018] 通路Rは、移動体10が通行する複数の経路部分Rpに区分されている。通路Rの区分数（経路部分Rpの数）や、経路部分Rpの形状などの、経路部分Rpの設定方法は、任意である。経路部分Rpは、第1実施形態では、通路Rを概ね一定距離に区分したセグメントとして定義される。すなわち、分岐点、曲がり角、各作業位置（配置位置、充電位置、待機位置）を結ぶ直線状の線分（セグメント）で通路Rを区分し、個々の線分を経路部分Rpとして定義している。また、経路部分Rpは、作業領域の複数の位置（座標）に設定されるウェイポイントを接続するパスとして定義してもよい。ウェイポイントは、必ずしも一定距離ごとに設定しなくてもよい。
- [0019] （システム構成）
- 図2は、移動体制御システム1のシステム構成の概略図である。図2では

、2つの情報処理装置14を設けた例を示す。管理装置12は、各情報処理装置14と通信可能に接続される。管理装置12は、各情報処理装置14に、作業情報70を送信する。作業情報70は、複数の作業オーダからなるオーダ情報72（図7参照）を含む。作業オーダは、各移動体10に対する搬送作業の内容を規定した情報である。各情報処理装置14は、それぞれ、管理下にある複数の移動体10と通信可能に接続される。各情報処理装置14は、オーダ情報72に規定された一群の作業オーダを効率的に実行できるように、運行スケジュールリングを行う。運行スケジュールリングは、作業オーダで指定された移動開始位置から目的地までの移動体10の移動経路MV（図15参照）を計画することを含む。移動経路MVは、移動体10が通過すべき経路部分Rpを指定する情報である。運行スケジュールリングは、作業オーダの優先度及び作業の予定所要時間をもとに、各作業の予定開始時刻を決定することを含む。作業オーダは、移動作業と、荷役作業とが作業単位として含まれ、荷役作業には、荷積みと荷降ろしとが含まれる。各移動体10は、その移動体10を管理する情報処理装置14から受信する作業指示に基づき、作業オーダに規定された作業を実行する。

[0020] （移動体）

図3は、移動体10の構成の模式図である。移動体10は、自動で移動可能であり対象物Pを保持して搬送する無人搬送装置である。さらに言えば、第1実施形態では、移動体10は、いわゆるAGV（Automated Guided Vehicle）やAGF（Automated Guided Forklift）である。図3に示す移動体10は、AGF、すなわち対象物Pを搬送するフォークリフトである。ただし、移動体10は、対象物P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。第1実施形態では、移動体10は、充電池（図示せず）を搭載した充電式装置であり、電池残量が減少した場合に、充電位置c1において充電できる。

[0021] 図3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Z方向）に沿って延在する。フォーク24は、マスト22にZ方向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が設けられている側の方向を、前方向とし、フォーク24が設けられていない側の方向を、後方向とする。

[0022] 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。第1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。

[0023] 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P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。

[0024] 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。

[0025] 図4は、移動体10の制御装置28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4に示すように、通信部100と記憶部102と制御部104とを含む。通信部100は、制御部104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100による通信方式は、第1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102は、制御部104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104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104は、経路取得部110と移動制御部112と情報送信部114とを含む。制御部104は、記憶部102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、経路取得部110と移動制御部112と情報送信部114とを実現して、それらの処理を実行する。なお、制御部104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、経路取得部110と移動制御部112と情報送信部114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102が保存する制御部104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。

[0027] 経路取得部 110 は、移動体 10 が移動する経路（移動経路 MV）の情報を取得し、移動制御部 112 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 の移動を制御し、情報送信部 114 は、移動体 10 の位置を示す移動体情報や、電池残量を含む移動体 10 のステータス情報を、情報処理装置 14 などの外部の装置に送信する。

[0028] （管理装置）

図 5 は、管理装置 12 の模式的なブロック図である。管理装置 12 は、設備 200 における物流を管理するシステムである。管理装置 12 は、第 1 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 200 内に設けられてもよいし、設備 200 から離れた位置に設けられて、離れた位置から設備 200 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 5 に示すように、通信部 30 と記憶部 32 と制御部 34 とを含む。

[0029] 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、例えばアンテナやなどを含んでよい。通信部 30 による通信方式は、第 1 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。

[0030] 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 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。記憶部 32 は、作業情報 70 と、重み設定情報 80 と、を記憶する。作業情報 70 は、移動体制御システム 1 の運行に関わる作業の情報の総称である。作業情報 70 は、少なくとも、移動体 10 の作業オーダ（オーダ情報 72）を含む。重み設定情報 80 は、移動体 10 が通行する複数の経路部分 R_p と、経路部分 R_p の移動コストを示す重み値 W（図 8、図 9 参照）とを対応付けた情報である。

[0031] 制御部34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34は、作業オーダ設定部40と、重み設定部42と、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、作業オーダ設定部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、作業オーダ設定部40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。

[0032] 作業オーダ設定部40は、移動体10の作業オーダを対象物Pごとに設定する。作業オーダ設定部40は、設定した作業オーダを含むオーダ情報72を、通信部30から送信させる。作業オーダの内容については、後述する。

[0033] 重み設定部42は、記憶部32に記憶された複数の経路部分Rpの各々に対して、重み値Wを設定することにより、重み設定情報80を作成する。重み値Wの設定については、後述する。

[0034] なお、管理装置12は、目的位置の設定や重み付け以外の処理も実行してもよい。例えば、管理装置12は、設備200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もよい。

[0035] （情報処理装置）

図6は、情報処理装置14の模式的なブロック図である。情報処理装置14は、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6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、第1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。

[0036] 記憶部 5 2 は、制御部 5 4 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。記憶部 5 2 は、管理装置 1 2 で設定された重み設定情報 8 0 を記憶する。

[0037] 制御部 5 4 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 5 4 は、取得部 6 0 と、経路設定部 6 2 と、処理部 6 4 とを含む。制御部 5 4 は、記憶部 5 2 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、取得部 6 0 と経路設定部 6 2 とを実現して、それらの処理を実行する。なお、制御部 5 4 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、取得部 6 0 と経路設定部 6 2 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 5 2 が保存する制御部 5 4 用のプログラムは、情報処理装置 1 4 が読み取り可能な記録媒体に記憶されていてもよい。

[0038] 取得部 6 0 は、管理装置 1 2 から送信される作業オーダを取得する。取得部 6 0 は、管理装置 1 2 から送信される重み設定情報 8 0 を取得する。取得部 6 0 は、移動体 1 0 から送信される移動体情報を取得する。経路設定部 6 2 は、作業オーダに基づいて移動体 1 0 の搬送指示情報を生成する。搬送指示情報は、移動体 1 0 の移動開始位置から目的地までの移動経路MV と、移動の開始タイミングとを含む。経路設定部 6 2 は、作業オーダと重み設定情報 8 0 とに基づいて、1 つ 1 つの作業オーダに応じた移動経路MV を設定する。処理部 6 4 は、経路設定部 6 2 により設定された搬送指示情報に基づいて、管理下にある各移動体 1 0 に対して、通信部 5 0 を介して搬送指示を送信する。

[0039] なお、第 1 実施形態では、管理装置 1 2 と情報処理装置 1 4 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 1 2 が情報処理装置 1 4 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 1 4

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。

[0040] (オーダ情報)

図 7 は、作業情報 70 に含まれるオーダ情報 72 の一例を示す図である。オーダ情報 72 は、一群の（複数の）作業オーダを含む。オーダ情報 72 に規定される各作業オーダは、対象物 P ごとに設定される。

[0041] 図 7 に示すように、作業オーダは、オーダ ID と、荷積位置及び荷降位置の情報と、作業の優先度と、作業を割り当てる移動体 10 の移動体 ID とを含む。図 7 の例では、作業オーダがパレット幅の情報をさらに含むが、パレット幅については後述する。荷積位置は、移動体 10 への荷積みを行う位置である。荷降位置は、移動体 10 からの荷降ろしを行う位置である。例えばオーダ ID = 101 は、ID = 1 の移動体 10 が、配置位置 e17 で荷積みを行い、配置位置 e2 で荷降ろしを行うことを規定する。優先度は、1 以上の自然数で表され、値が小さいほど優先度が高いことを示す。作業オーダ設定部 40 は、複数の作業オーダを、情報処理装置 14 が管理する移動体 ID 毎にまとめて、一群の作業オーダを含むオーダ情報 72 を作成する。作業オーダ設定部 40 は、オーダ情報 72 を通信部 30 から対応する情報処理装置 14 に送信させる。

[0042] (重み付け)

図 8 は、重み設定情報 80 の第 1 の例を示す模式図である。図 9 は、重み設定情報 80 の第 2 の例を示す模式図である。ここでは、説明の便宜のため、「重み小」と「重み大」との、2 つの重み値 W を設定する例を示す。重み値 W は、2 種類には限定されず、任意の値をとり得る。実際には、それぞれの重み値 W は、個別に設定された数値情報であり、同じ「重み小」であっても、設定される具体的な数値は異なる場合がある。

[0043] 図 8、図 9 の例では、作業領域の通路 R が、全部で 71 個の経路部分 R_p に区分されている。図 8、図 9 の例では、経路部分 R_p 毎の重み値 W を、凡例に示した 2 種類の矢印で表現している。第 1 実施形態では、重み設定部 42 は、作業情報 70 に応じて、複数の重み設定情報 80 を作成する。ここで

は、作業情報 70 に応じた、図 8 に示す重み設定情報 80 A と、図 9 に示す重み設定情報 80 B との、2 種類を示す。重み設定情報 80 A と重み設定情報 80 B とは、経路部分 R p 毎の重み値 W が、少なくとも一部で異なる。重み設定情報 80 は、これらの複数の重み設定情報 80 A、80 B の総称である。

[0044] 具体的には、第 1 実施形態では、作業情報 70 に含まれる作業オーダは、搬送作業オーダと、非搬送オーダとを含む。重み設定部 42 は、搬送作業オーダと、非搬送オーダとで異なる重み設定情報 80 A、80 B を作成する。図 8 の重み設定情報 80 A は、搬送作業オーダに対する重み設定情報であり、重み設定情報 80 B は、非搬送オーダに対する重み設定情報である。

[0045] 搬送作業オーダは、無人搬送装置である移動体 10 の主たる作業である搬送作業をオーダ内容とするものである。非搬送オーダは、搬送作業以外をオーダ内容とする。非搬送オーダは、例えば、移動体 10 の充電（充電位置 c1 への移動）の作業オーダを含む。非搬送オーダは、例えば、移動体 10 の待機（待機位置 h1 または h2 への移動）の作業オーダを含む。ここで、移動体 10 の待機とは、移動体制御システム 1 の運行中のある時点において、その移動体 10 に実行すべき作業オーダが存在しない場合に、その移動体 10 を一時待機させる作業オーダである。

[0046] 重み設定部 42 による重み値 W の設定手法は、特定の手法には限定されない。重み設定部 42 は、例えば、設備 200 における典型的な（仮想的な）オーダ情報 72 や、過去に実行されたオーダ情報 72 を用いて、最適化シミュレーションにより、各経路部分 R p の重み値 W を設定する。重み設定部 42 は、例えば、運行実績（移動経路 M V の設定実績）や移動経路 M V における過去の干渉発生の実績情報から、機械学習や強化学習を用いて重み値 W の最適化を行ってもよい。重み設定部 42 は、予め設定された算出アルゴリズムに従って重み値 W を算出できる他、作業者の操作入力に応じて重み値 W を設定してよい。重み設定部 42 は、図 8、図 9 のように、全ての経路部分 R p に対して設定した重み値 W の集合を、重み設定情報 80（80 A、80 B

）として、記憶部 32 に記録する。

[0047] （搬送指示情報の生成）

図 6 に示すように、情報処理装置 14 において、通信部 50 は、管理装置 12 から送信されたオーダ情報 72 と、重み設定情報 80 とを受信する。取得部 60 は、受信したオーダ情報 72 および重み設定情報 80 を取得する。経路設定部 62 は、オーダ情報 72 に含まれる作業オーダ毎に、作業オーダの内容と、各経路部分 R_p に対応する重み値 W とに基づいて、移動体 10 の作業についての搬送指示情報を生成する。第 1 実施形態では、経路設定部 62 は、作業情報 70 に応じた重み設定情報（80A または 80B）を用いて、作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路 M_V を設定する。

[0048] 経路設定部 62 は、複数の経路部分 R_p の通過方向毎の重み値 W に基づいて、移動体 10 の移動開始位置から目的地までの移動経路 M_V（図 15 参照）を設定する。移動経路 M_V は、移動開始位置から目的地までに通過する経路部分 R_p を示す情報である。移動体 10 が 1 つ目の作業オーダを実行する場合、移動開始位置は移動体 10 の初期位置である。移動体 10 が 2 つ目以降の作業オーダを実行する場合、移動開始位置は 1 つ前の作業オーダの荷降位置である。経路設定部 62 は、荷積位置や荷降位置を目的地として経路計画を行う。経路設定部 62 は、例えば、最短経路探索により、移動経路 M_V を設定する。最短経路探索は、移動開始位置から目的地までの経路の中で、移動コストが最小となる経路を求める経路設定手法である。第 1 実施形態では、移動コストが重み値 W によって表される。そのため、経路設定部 62 は、移動開始位置から目的地に到着するまでに通過する各経路部分 R_p の重み値 W の合計が最小となる経路を、移動経路 M_V として採用する。

[0049] 続いて、経路設定部 62 は、各作業オーダの優先度と、荷積位置および荷降位置における荷役作業の予定所要時間とに基づいて、各作業オーダの予定開始時刻を決定する。これにより、経路設定部 62 は、各作業オーダについて、移動経路 M_V と予定開始時刻とを含む搬送指示情報を生成する。各作業オーダの搬送指示情報の集合が、設備 200 における各移動体 10 の運行ス

ケジュールを構成する。

[0050] なお、処理部64は、作業オーダで指定されたIDの移動体10が作業開始条件を満たしており、作業の予定開始時刻を経過している場合、その作業を移動体10に指示する。作業開始条件とは、例えば、移動体10が正常に動作しており、かつ過去（直前）に指示した作業を正常に完了していることを指す。

[0051] （移動体の動作）

移動体10は、設定された搬送指示情報に従って作業を行う。図4に示すように、移動体10の移動制御部112は、搬送指示情報に基づいて、移動体10の移動を制御する。

[0052] また、移動制御部112は、移動体10が荷積位置に到達した場合に、センサ26Aによって対象物Pの位置及び姿勢を検出させて、その検出結果に基づいて、対象物Pにアプローチするための経路を設定する。これにより、移動体10は、設定した経路に従って対象物Pの積み込み（ピックアップ）を行い、対象物Pのパレットを一对のツメ24A、24B（図3参照）により保持する。

[0053] 対象物Pをピックアップした後、移動制御部112は、荷降位置に向けて移動するように移動体10の移動を制御する。経路取得部110は、情報処理装置14から送信される搬送指示情報の移動経路MVである第1経路（レイアウトパス）に基づいて、第2経路（グローバルパス）を設定することが好ましい。この場合、経路取得部110は、第1経路と移動体10の車両仕様の情報とに基づき、経路を設定する。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。

[0054] 移動制御部112は、移動体10の位置情報を逐次把握することで、設定された経路（第2経路）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、例えば第1実施形態では、設備200に図示しない検出体が設けられており、移動制御部112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200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。

[0055] (移動制御システムの動作)

図10は、第1実施形態に係る重み設定部42による重み設定情報80の作成動作の一例を示すフローチャートである。図10に示すように、管理装置12において、重み設定部42は、記憶部32から、移動体10の作業オーダを含む作業情報70を取得する(ステップS10)。重み設定部42は、作業情報70に応じて、経路部分Rp毎に、重み値Wを設定することにより、重み設定情報80を作成する(ステップS11)。この際、重み設定部42は、重み設定情報80(80A、80B)を、作業情報70に応じて複数作成する。重み設定部42は、作成した重み設定情報80A、80Bを、記憶部32に記憶させるとともに、通信部30により情報処理装置14に送信する(ステップS12)。

[0056] 図11は、第1実施形態に係る経路設定部62による移動経路MVの設定動作の一例を示すフローチャートである。図11に示すように、情報処理装置14において、取得部60は、通信部50を介して管理装置12から作業情報70を取得する(ステップS20)。取得部60は、通信部50を介して、管理装置12から経路部分Rpの情報(経路情報)と重み設定情報80A、80Bとを取得する(ステップS21)。ステップS20とS21とは、どちらを先に実行してもよい。経路設定部62は、作業情報70に含まれるオーダ情報72と、経路部分Rpの情報と、重み設定情報80とに基づいて、移動経路MVの設定を行う(ステップS22)。この際、経路設定部62は、作業情報70に応じた重み設定情報(80Aまたは80B)を用いて、作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路MVを設定する。す

なわち、経路設定部 6 2 は、使用する重み設定情報 8 0 A または 8 0 B の重み値 W に基づいて、例えば最短経路探索により、移動経路 M V を設定する。また、経路設定部 6 2 は、作業オーダ毎に、移動経路 M V と予定開始時刻とを含む搬送指示情報を生成する。処理部 6 4 は、搬送指示情報に基づいて、作業オーダ毎に、対応する移動体 1 0 に対して作業開始の指示を通信部 5 0 により送信する（ステップ S 2 3）。

[0057] （作業オーダの追加と移動経路の再設定）

次に、非搬送オーダの追加に伴う動作について説明する。第 1 実施形態では、重み設定部 4 2 は、作業中に非搬送オーダに対応する事象が発生すると、非搬送オーダを作成する。

[0058] 図 1 2 は、非搬送オーダの追加を説明する図である。図 1 2 では、非搬送オーダに対応する事象として、移動体 1 0 に搭載された蓄電池の電池残量の低下を例に説明する。図 1 2 の上側が、非搬送オーダの追加前のオーダ情報 7 2 であり、下側が、非搬送オーダの追加後のオーダ情報 7 2 である。管理装置 1 2 は、情報処理装置 1 4 を介して、電池残量を含む各移動体 1 0 のステータス情報を取得する。作業オーダ設定部 4 0 は、いずれかの移動体 1 0 のステータス情報における電池残量が所定の低レベルの場合に、充電（充電位置 c 1 への移動）の作業オーダ（非搬送オーダ）を生成する。

[0059] 作業オーダ設定部 4 0 は、充電の非搬送オーダを、実行中の作業オーダの次の優先度で割り込ませるように、オーダ情報 7 2 に追加して、通信部 3 0 により情報処理装置 1 4 に送信する。図 1 4 では、オーダ I D = 2 0 1 が、追加される非搬送オーダである。

[0060] 情報処理装置 1 4 の経路設定部 6 2 は、非搬送オーダが発生すると、開始前の作業オーダに対して移動経路 M V の再設定を実施する。すなわち、経路設定部 6 2 は、非搬送オーダが追加されたオーダ情報 7 2 を取得すると、その非搬送オーダを含む開始前（未開始）の全ての作業オーダに対して、搬送指示情報の再生成（移動経路 M V の再設定および移動開始時刻の再設定）を行う。つまり、運行スケジュールのリスケジュールリングが行われる。

[0061] 図13は、追加の作業オーダ（非搬送オーダ）が発生した場合の処理の一例を示すフローチャートである。

[0062] 図13に示すように、まず、経路設定部62は、追加の作業オーダを含む作業情報70（オーダ情報72）を管理装置12から通信部50により取得する（ステップS30）。経路設定部62は、オーダ情報72に含まれている作業オーダのうちから、今回追加された非搬送オーダを含む、開始前の全ての作業オーダを抽出する（ステップS31）。抽出した作業オーダが、再設定対象となる。経路設定部62は、再設定対象の作業オーダに対して、移動経路MVを再設定する（ステップS32）。この際、経路設定部62は、再設定対象の作業オーダのうち、搬送作業オーダについては、重み設定情報80A（図8参照）を用いて移動経路MVの設定を行い、非搬送オーダについては、重み設定情報80B（図9参照）を用いて移動経路MVの設定を行う。移動経路MVの再設定後、経路設定部62は、各作業オーダについて、移動開始時刻の再設定を行い、搬送指示情報を生成する。その後、処理部64は、搬送指示情報に基づいて、作業オーダ毎に、対応する移動体10に対して作業開始の指示を通信部50により送信する（ステップS33）。

[0063] （重み設定の例）

次に、第1実施形態における重み設定の例を説明する。上記の通り、最短経路探索では、経路部分R_pに設定されている重み値Wが低いほど、その経路部分R_pが移動体10の移動経路MVに採用されやすくなる。経路部分R_pに設定されている重み値Wが高いほど、その経路部分R_pが移動体10の移動経路MVに採用されにくくなる。

[0064] 図8、図9に示すように、第1実施形態では、重み設定部42は、搬送作業オーダに対する重み設定情報80Aにより、移動経路MVに採用されやすい経路部分R_pについて、非搬送オーダでは移動経路MVに採用されにくくなるように、非搬送オーダに対する重み設定情報80Bを作成する。すなわち、第1実施形態では、主たる作業である搬送作業オーダについて、最短経路を優先的に採用できるよう重み付けを行い、その他の非搬送オーダについ

て、搬送作業オーダの遂行を妨げないよう、最短経路とは異なる迂回経路が優先的に採用されるように重み付けを行う。

[0065] 具体的には、図8に示す搬送作業オーダに対する重み設定情報80Aでは、全ての経路部分R_pに対して、一律で、低い重み値Wが設定されている。この重み設定情報80Aを用いて最短経路探索を行うと、重み値Wに大きな差異がないことから、移動開始位置と目的地との間の移動距離が最小となる最短経路が移動経路MVとして採用されることになる。

[0066] そして、搬送作業オーダにおける対象物Pの搬送作業は、基本的に、荷下ろしされた対象物Pを棚5へ収納する入庫作業か、棚5で保管されている対象物Pを運送車両へ積み込む出庫作業か、の2種類である。いずれの作業も、第1領域AR1の配置位置e17～e31のいずれかと、第2領域AR2の配置位置e1～e16のいずれかとが、移動開始位置または目的地として設定される。

[0067] そのため、重み設定情報80Aを用いて、搬送作業オーダに対する経路設定を行う場合、移動経路MVに採用されやすい経路部分R_pは、配置位置e17～e31の領域と配置位置e1～e16の領域とを結ぶ最短経路を構成する経路部分R_pが該当する。つまり、図8に示す領域MS1に含まれる経路部分R_pが、搬送作業オーダで移動経路MVに採用されやすい経路部分R_pである。

[0068] そこで、重み設定部42は、図9に示すように、領域MS1に含まれる経路部分R_pに対して大きい重み値Wを設定し、領域MS1に含まれない他の経路部分R_pに対して小さい重み値Wを設定することにより、非搬送オーダに対する重み設定情報80Bを作成する。これにより、重み設定情報80Bを用いて経路設定を行う場合、領域MS1に含まれる経路部分R_pが相対的に移動経路MVに採用されにくくなり、領域MS1に含まれない他の経路部分R_pが非搬送オーダの移動経路MVに採用されやすくなる。

[0069] 次に、搬送作業オーダと、非搬送オーダとで異なる重み設定情報80A、80Bを設定した場合の作用について、比較例を用いて説明する。

[0070] (比較例の場合)

図14は、比較例による経路設定の例を示す模式図である。比較例は、搬送作業オーダと、非搬送オーダとで、同一の重み設定情報を用いる場合の経路設定の例を示す。比較例では、図8に示した重み設定情報80Aと同じ重み設定を適用する。また、作業オーダとして、図12の下側に示した非搬送オーダ追加時のオーダ情報72を例にとる。移動体1D=1の移動体10を移動体10-1とし、移動体1D=2の移動体10を移動体10-2とする。図14では、図12のオーダ1D=201の対象となる移動体10-1は、直前にオーダ1D=101を実施しているため、その荷降位置である配置位置e2に存在している。

[0071] 比較例では、図8の重み設定を用いるので、最短経路探索の結果、移動開始位置と目的地とを最短距離で結ぶ移動経路が採用される。そのため、オーダ1D=201には、現在位置（配置位置e2）から充電位置（c1）までの経路として、最短経路である移動経路MVAが設定される。移動経路MVAは、配置位置e2から、経路部分Rp7、Rp6、Rp5、Rp4、Rp3、Rp11を通り、充電位置c1に到達する経路となる。

[0072] 一方、図12において、オーダ1D=102を、移動体10-2が実行中である。比較例では、オーダ1D=102についても、最短経路となる移動経路MVBが設定される。移動経路MVBは、配置位置e27から、経路部分Rp1、Rp2、Rp3、Rp4、Rp5、Rp6を通り、配置位置e3に到達する経路となる。

[0073] 移動経路MVAとMVBとは、経路部分Rp3、Rp4、Rp5、Rp6において双方向に進む経路になっているため、移動体10-1と移動体10-2とが干渉する。

[0074] この場合、例えば、優先度が高い作業オーダ（オーダ1D）を優先させて、優先度が低い作業オーダに干渉回避を実行させる干渉回避制御が実行される。干渉回避制御では、例えば、移動体10-2が通過するまで、干渉箇所の手前の経路部分Rp7で移動体10-1を待機させたり、移動体10-1

を干渉箇所の外部の退避位置へ一時的に退避させることが行われる。干渉回避制御を実施する場合、最短経路を設定していても、干渉回避に伴うタイムロスの影響で、かえって移動体10-1、移動体10-2による作業オーダの処理効率（単位時間当たりの処理件数）が低下する可能性がある。

[0075] （第1実施形態の場合）

図15は、第1実施形態による経路設定の例を示す模式図である。第1実施形態では、比較例と同様の図12の作業オーダのケースについて、図8および図9に示した重み設定情報80A、80Bを使い分けて、経路設定部62が最短経路探索を行う。その結果、図15に示す移動経路MV1、MV2が設定される。

[0076] すなわち、オーダID=201の非搬送オーダに設定される移動経路MV1は、重み設定情報80B（図9参照）を用いることで、配置位置e2から、経路部分Rp21、Rp22、Rp23、Rp24、Rp25、Rp26、Rp27、Rp28、Rp29、Rp30、Rp31、Rp32を通り、充電位置c1に到達する迂回経路となる。一方、オーダID=102の搬送作業オーダに設定される移動経路MV2は、重み設定情報80Aを用いることで、配置位置e27から、経路部分Rp1、Rp2、Rp3、Rp4、Rp5、Rp6を通り、配置位置e3に到達する経路となる。この例では、移動経路MV2は、図14の移動経路MVBと同じ経路である。図15の場合、移動経路MV1とMV2とは、経路部分Rpの重複がないため、干渉が発生しない。そのため、干渉回避に伴うタイムロスが発生しない。その結果、個々の移動経路MV（移動経路MV1）が移動距離としては最短距離ではなくても、作業オーダの全体での処理効率の向上を図ることが可能である。

[0077] なお、第1実施形態では、搬送作業オーダで採用されやすい領域MS1に属する経路部分Rpに対して、非搬送オーダ（重み設定情報80B）で高い重み値Wを設定するのであって、領域MS1に属する経路部分Rpを通行禁止に設定する訳ではない点に注目すべきである。ある経路部分Rpを通行禁止に設定すると、他のいずれかの経路部分Rpが通行不能になった場合に、

通行禁止の経路部分 R p を通過する経路しか存在しないケースが発生したとき、移動経路 M V の生成が不可能になる。これに対して、第 1 実施形態では、領域 M S 1 に属する経路部分 R p に大きい重み値 W を設定しているため、領域 M S 1 を通過しなければ経路生成できないケースでも、重み値 W の総和が大きくなるだけで、移動経路 M V の生成が可能である。つまり、第 1 実施形態では、搬送作業オーダと非搬送オーダとでの干渉の発生頻度を低減させる経路設定を可能としつつも、他の選択肢がない場合には干渉発生を許容した経路設定が可能になるという、高い冗長性が得られる。

[0078] [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、作業オーダの種類に応じた重み設定とは異なる、重み設定の例について説明する。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。

[0079] 第 2 実施形態では、重み設定部 4 2 は、作業情報 7 0 のうち、オーダ情報 7 2 の各作業オーダに対して設定されたサイズ情報に応じて、複数の重み設定情報 8 0 を作成する。

[0080] すなわち、第 2 実施形態では、作業情報 7 0 は、対象物 P または移動体 1 0 の少なくとも一方のサイズ情報を含む。図 7 の例では、作業情報 7 0 は、オーダ情報 7 2 に含まれる個々の作業オーダについて、対象物 P のパレット幅の情報を含む。パレット幅は、対象物 P のサイズ情報の一例である。図 7 では、パレット幅は、所定以下の幅を示す「標準」サイズと、所定よりも大きい幅を示す「大」サイズと、の 2 種類が設定されているが、3 種類以上でもよいし、具体的な数値（幅寸法）で設定されてもよい。

[0081] 重み設定部 4 2 は、サイズ情報が所定以下の場合と、所定よりも大きい場合とで、異なる重み設定情報 8 0 を作成する。つまり、重み設定部 4 2 は、パレット幅が「標準」の場合の重み設定情報 8 0 A と、パレット幅が「大」の場合の重み設定情報 8 0 C と、を作成する。図 1 6 は、サイズ情報に応じた重み設定情報 8 0 C の例を示す模式図である。

- [0082] ここで、図16に示す例では、通路Rのうちの一部に、通路幅が狭い領域MS2が存在する。領域MS2は、パレット幅が「標準」の対象物Pを搬送する場合には、移動体10が通常動作で通過可能であるが、パレット幅が「大」の対象物Pを搬送する場合には、対象物Pが障害物（ここでは、棚5）と接触しないように、通常よりも低速で通過する必要がある、と仮定する。この領域MS2には、経路部分Rp41および経路部分Rp42が含まれる。
- [0083] 第2実施形態では、重み設定部42は、サイズ情報が所定よりも大きい場合に、予め設定された所定の経路部分が移動経路MVに採用されにくくなるように、重み設定情報80Cを作成する。予め設定された所定の経路部分は、領域MS2に属する経路部分Rp41および経路部分Rp42である。つまり、重み設定部42は、経路部分Rp41および経路部分Rp42に対する重み値Wが、他の経路部分Rpよりも相対的に高くなるように、重み付けを行う。重み付けは、経路部分Rp41および経路部分Rp42の重み値Wを高くしてもよいし、経路部分Rp41および経路部分Rp42以外の他の経路部分Rpの重み値Wを低くしてもよい。
- [0084] これにより、パレット幅が「大」の作業オーダに対して経路設定を行う際に、重み設定情報80Cを用いることで、相対的に大きい重み値Wが設定された経路部分Rp41、Rp42が、移動体10の移動経路MVとして採用されにくくなる。領域MS2以外の他の経路部分Rpは、相対的に小さい重み値Wが設定される結果、移動体10の移動経路MVとして採用されやすくなる。
- [0085] したがって、パレット幅が「大」の場合に低速走行が必要な領域MS2（経路部分Rp41、Rp42）を通らなくても目的地に到達可能な経路が存在する場合、領域MS2を迂回する経路が移動体10の移動経路MVとして採用され易くなる。
- [0086] 一方、パレット幅が「標準」の作業オーダに対する重み設定情報80Aは、図8と同様であってよい。パレット幅が通常の場合には領域MS2におい

て低速走行を行う必要がなく、領域MS 2を避ける必要がないためである。

[0087] 次に、サイズ情報（パレット幅）に応じて異なる重み設定情報80を設定した場合の作用について、比較例を用いて説明する。図17は、第2実施形態における作業オーダの一例を示す図である。ここでは、図17に示したパレット幅が「大」のオーダID=301の作業オーダに対して、荷積位置（配置位置e17）を移動開始位置とし、から荷降位置（配置位置e1）を目的地として、経路設定を行う例を用いる。

[0088] （比較例の場合）

図18は、比較例による経路設定の例を示す模式図である。比較例は、サイズ情報（パレット幅）に関わらず、図8に示した重み設定情報80Aと同じ重み設定を適用する。

[0089] 比較例では、パレット幅が「大」のオーダID=301の作業オーダに対して、最短経路探索の結果、移動開始位置（配置位置e17）から目的地（配置位置e1）までを最短距離で結ぶ経路が採用される。そのため、オーダID=301には、図18に示すように、最短経路である移動経路MVCが設定される。移動経路MVCは、領域MS2の経路部分Rp41およびRp42を通過する。そのため、移動体10-1は、領域MS2を低速で走行する必要がある。低速走行に起因して、最短経路であるにもかかわらず、移動時間が長くなる。また、例えば、他の移動体10-2が、パレット幅が「標準」の作業オーダで同じ領域MS2を通過する場合に、先行する移動体10-1が低速走行をすると、移動体10-1の走行速度に合わせて移動体10-2が低速で走行する必要があるが生じる。その結果、移動体10-1、移動体10-2による作業オーダの処理効率が低下する。

[0090] （第2実施形態の場合）

図19は、第2実施形態による経路設定の例を示す模式図である。第2実施形態では、比較例と同様のパレット幅が「大」の作業オーダ（オーダID=301）について、図16に示した重み設定情報80Cを用いて、経路設定部62が最短経路探索を行う。その結果、図19に示す移動経路MV3が

設定される。

[0091] すなわち、移動経路MV3は、重み設定情報80Cを用いることで、領域MS2（経路部分Rp41およびRp42）を通過せずに迂回する+X方向側の経路となる。移動経路MV3は、パレット幅が「大」の場合に低速走行する領域MS2を通過しないため、速度低下に起因するタイムロスが発生しない。そして、低速走行する移動体10によって他の移動体10まで低速走行が必要になるという、他の移動体10-2のタイムロスも発生しない。その結果、個々の移動経路MV（移動経路MV3）が移動距離としては最短ではなくても、作業オーダの全体での作業オーダの処理効率の向上を図ることが可能である。

[0092] なお、第2実施形態でも、領域MS2に属する経路部分Rp41、Rp42を通行禁止に設定する訳ではないので、パレット幅が「大」の作業オーダについて重み設定情報80Cを用いる場合でも、他の迂回経路がない場合には、領域MS2を低速走行で通過する移動経路MVの生成が可能であるので、高い冗長性が得られる。

[0093] （第2実施形態の変形例）

上記第2実施形態では、対象物Pのサイズ情報（パレット幅）に応じて、重み設定情報80A、80Cを設定した例を示したが、移動体10のサイズ情報に応じて、重み設定情報80A、80Cを設定してもよい。すなわち、設備200に設置される移動体10に、外形寸法の異なる複数種類の移動体10が含まれる場合には、作業情報70として移動体10のサイズ情報（車幅）を設定し、例えば車幅が所定よりも大きい移動体10について、図16に示したような重み設定情報80Cを設定してもよい。

[0094] 例えば図19において、幅寸法が標準タイプの移動体10-2は、領域MS2を通常速度で通行可能であるが、幅寸法が大型タイプの移動体10-1は、領域MS2で低速走行が必要であると仮定する。この場合、移動体10-1が経路部分Rp41、Rp42を通過する経路を採用すると、低速走行に起因するタイムロスが発生するとともに、標準タイプの移動体10-2が

後続する場合には移動体 10-2 でも低速走行が必要になる。そのため、移動体 10 において大型タイプの移動体 10-1 を指定する作業オーダ（つまり、移動体 10-1 が指定された作業オーダ）に対して、図 16 に示した重み設定情報 80C を使用して経路設定を行うことにより、領域 MS2 を迂回する移動経路 MV3 が採用されやすくなる。その結果、作業オーダの全体での処理効率の向上を図ることが可能である。

[0095] この他、対象物 P のサイズ情報（パレット幅）と、移動体 10 のサイズ情報（車幅）との両方に応じて、重み設定情報 80A、80C を設定してもよい。パレット幅が「標準」かつ車幅が「標準」の作業オーダのみ、重み設定情報 80A を適用し、パレット幅が「大」または車幅が大きい移動体 10 の移動体 10 が指定されている作業オーダに対しては、重み設定情報 80C を適用してもよい。

[0096] [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 と作業者とが同時に作業を行う場合の、経路設定手法について説明する。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。

[0097] 図 20 は、第 3 実施形態における作業情報 70 を説明する図である。第 3 実施形態では、作業情報 70 は、例えば、作業者が行う作業の情報を含む。以下では、作業者が行う作業について、移動体 10 が無人で行う作業と区別するために、「有人作業」と呼ぶ。具体的には、作業情報 70 は、作業者が遂行する作業（有人作業）の実施エリア MS3 の情報を含む。有人作業は、特に限定しないが、例えば、作業者が作業車両 120（図 21 参照）に搭乗して行う搬送作業である。

[0098] 図 21 は、有人作業の実施エリア MS3 の一例を示す模式図である。図 21 に示すように、有人作業の実施エリア MS3 は、設備 200 の作業領域内で、所定範囲に設定される。有人作業の実施エリア MS3 は、作業計画に基づいて、例えば実施時間帯（開始時刻、終了時刻）と共に管理装置 12 に予

め登録され、記憶部32（図5参照）に記憶される。有人作業の実施エリアMS3の情報は、実施エリアMS3を特定する位置情報（座標）を含む。図21の例では、実施エリアMS3は、作業領域の-X側の概ね1/3の範囲で、作業領域のY方向の全長に亘って設定されている。実施エリアMS3は、第1領域AR1および第2領域AR2に跨っている。実施エリアMS3には、配置位置e1、e2、e5、e6、e9、e10、e13、e14、e17～e21と、これらの配置位置にアクセスするための複数の経路部分Rpが含まれている。

[0099] 移動体10は、有人作業の実施エリアMS3内を通行する場合、作業者または作業者が操作する作業車両120との接触を防ぐため、低速走行する。また、移動体10は、有人作業の実施エリアMS3内では、作業者に移動体10の存在を認知させるため、例えば、報知用ランプ（図示せず）の点灯や、報知音の出力などを行う。

[0100] 重み設定部42は、有人作業の実施エリアMS3が設定されていない場合と、有人作業の実施エリアMS3が設定されている場合（有人作業の実施時間帯）とで、異なる重み設定情報80を作成する。つまり、重み設定部42は、有人作業がない場合の重み設定情報80Aと、有人作業の実施エリアMS3が設定されている場合の重み設定情報80D（図22参照）と、を作成する。なお、有人作業がない場合の重み付けは、図8の重み設定情報80Aと同じでよいが、異なってもよい。

[0101] 図22は、有人作業の実施エリアMS3が設定されている場合の重み設定情報80Dの例を示す模式図である。図22に示すように、重み設定部42は、実施エリアMS3に含まれる経路部分Rpが移動経路MVに採用されにくくなるように、重み設定情報80Dを作成する。つまり、重み設定部42は、実施エリアMS3に含まれる経路部分Rpに対する重み値Wが、実施エリアMS3の外部の他の経路部分Rpよりも相対的に高くなるように、重み付けを行う。重み付けは、実施エリアMS3内の経路部分Rpの重み値Wを高くしてもよいし、実施エリアMS3外の他の経路部分Rpの重み値Wを低

くしてもよい。

[0102] これにより、重み設定情報80Cを用いることで、相対的に大きい重み値Wが設定された実施エリアMS3内の経路部分Rpが、移動体10の移動経路MVとして採用されにくくなる。実施エリアMS3以外の他の経路部分Rpは、相対的に小さい重み値Wが設定される結果、移動体10の移動経路MVとして採用されやすくなる。

[0103] したがって、有人作業の実施エリアMS3を通らなくても目的地に到達可能な経路が存在する場合、実施エリアMS3を迂回する経路が移動体10の移動経路MVとして採用され易くなる。

[0104] 図23は、第3実施形態による経路設定の例を示す模式図である。第3実施形態では、有人作業の実施エリアMS3が設定されている場合に、重み設定情報80Dを用いて、経路設定部62が最短経路探索を行う。その結果、図23に示すように、移動体10-1が実行する作業オーダについて移動経路MV4が設定され、移動体10-2が実行する作業オーダについて移動経路MV5が設定される。

[0105] 移動体10-1が実行する作業オーダは、配置位置e17を荷積位置とし、配置位置e14を荷降位置とする。移動体10-2が実行する作業オーダは、配置位置e22を荷積位置とし、配置位置e13を荷降位置とする。これらの作業オーダについて、荷積位置から荷降位置までの最短経路は、経路部分Rp51、Rp52、Rp53を通過する-X方向側の経路である。これに対して、第3実施形態では、実施エリアMS3内の経路部分Rp51、Rp52、Rp53に大きい重み値Wが設定された重み設定情報80Dを用いることで、移動経路MV4およびMV5は、いずれも、最短経路ではなく、+X方向側を迂回する経路に設定される。

[0106] 移動経路MV4、MV5では、低速走行が必要な実施エリアMS3内の走行が極力回避されるので、速度低下に起因するタイムロスが低減される。また、移動体10の実施エリアMS3内の進入が抑制されるので、移動体10と作業車または作業車両120との接触回避動作の実行可能性が低減する。

移動体10の実施エリアMS3内への進入頻度が低下するので、有人作業の作業効率低下が抑制される。その結果、作業オーダの全体での運用効率の向上を図ることが可能である。

[0107] なお、第3実施形態でも、実施エリアMS3を進入禁止に設定する訳ではないので、有人作業の実施エリアMS3が設定されている場合の重み設定情報80Dを用いる場合でも、迂回経路がない場合には、実施エリアMS3を通過する移動経路MVの生成が可能であるので、高い冗長性が得られる。

[0108] (第3実施形態の変形例)

図24は、第3実施形態の変形例による重み付けを説明する模式図である。図24に示す変形例では、実施エリアMS3の周囲に位置する経路部分Rpに対して、実施エリアMS3からの距離が大きくなるに従って、移動経路MVに採用されにくくなるように重み付けを行う。

[0109] 図24では、有人作業の実施エリアMS3の周辺に、周辺エリアMS4が設定される。周辺エリアMS4は、例えば、有人作業の実施エリアMS3を取り囲むように周状（環状）に設定されてもよいし、実施エリアMS3の片方側のみに隣接するように設定されてもよい。周辺エリアMS4は、作業者（作業車両）が進入する可能性があるものの、有人作業の実施エリアMS3の外部のエリアである。

[0110] 図24では、有人作業の実施エリアMS3および周辺エリアMS4に対応する重み設定情報80Dを、グラフ形式で図示している。グラフは、縦軸が重み値Wを示し、横軸がY方向に沿った位置毎の経路部分Rpを示す。つまり、図24は、Y方向に沿った複数の経路部分Rpの重み値Wをグラフで示している。

[0111] 変形例では、重み設定部42は、実施エリアMS3の周囲に位置する周辺エリアMS4の経路部分Rpに対して、実施エリアMS3からの距離が大きくなるに従って、移動経路MVに採用されにくくなるように、重み設定情報80を作成する。すなわち、重み設定部42は、周辺エリアMS4に含まれる経路部分Rpの重み値Wを、実施エリアMS3からの距離が大きくなるに

従って小さくする。これにより、周辺エリアMS 4に含まれる経路部分R pについて、有人作業の実施エリアMS 3に近づくほど移動体10の移動経路MVに採用されにくくなるので、実施エリアMS 3への移動体10の進入を効果的に抑制できる。逆に、実施エリアMS 3の周辺位置であっても、実施エリアMS 3からの距離が大きい経路部分R pは重み値Wが小さく、移動経路MVに採用されやすくなる。そのような経路部分R pが移動経路MVに採用されることにより、迂回距離を短縮できる可能性がある。図24は、Y方向に沿った重み設定を示しているが、X方向に沿った重み値Wも同様に設定する。

[0112] この他、第3実施形態および変形例では、有人作業の実施エリアMS 3が予め設定された固定の（位置が変動しない）エリアとして説明したが、有人作業の実施エリアMS 3の位置及び範囲が、時間的に変動してもよい。例えば、作業者が、現在位置情報を送信する携帯端末を携行し、時々刻々の現在位置情報を管理装置12へ送信する。重み設定部42は、通信部30により受信した携帯端末の現在位置情報に基づいて、作業者の現在位置の周囲に、実施エリアMS 3（および変形例では周辺エリアMS 4）を設定し、設定した実施エリアMS 3（および周辺エリアMS 4）に応じて重み設定情報80Dを更新設定してもよい。

[0113] 以上説明したように、本開示の第1態様に従えば、移動体10が通行する複数の経路部分R pと、経路部分R pの移動コストを示す重み値Wとを対応付けた重み設定情報80と、移動体10の作業オーダを含む作業情報70と、を記憶する記憶部32と、作業情報70に応じて、複数の重み設定情報80を作成する重み設定部42と、作業情報70に応じた重み設定情報80を用いて、作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路MVを設定する経路設定部62と、を備える、移動体制御システム1が提供される。

[0114] この構成によれば、複数の重み設定情報80を、作業情報70に応じて使い分けて移動経路MVを設定する。そのため、目的地までの最短経路に限られない、作業情報70の内容に応じた適切な移動経路MVを設定できる。全

ての作業オーダに対して同一の重み設定情報80を適用する場合と比べて、作業オーダの処理効率を向上させたり、作業領域で実行される他の作業との干渉を抑制した経路設定が可能となるので、移動体10の移動経路MVの設定を改善できる。

[0115] 本開示の第2態様に従えば、第1態様に係る移動体制御システム1において、移動体10は、対象物Pを保持して搬送する無人搬送装置であり、作業オーダは、搬送作業オーダと、非搬送オーダとを含み、重み設定部42は、搬送作業オーダと、非搬送オーダとで異なる重み設定情報80A、80Bを作成する。これにより、主たる作業である搬送作業オーダと、その他の非搬送オーダとで別々の重み設定情報80A、80Bを用いて移動経路MVを設定できる。そのため、例えば搬送作業オーダを優先したり、非搬送オーダを優先したりといった、作業オーダの種別に応じた適切な経路設定が可能となる。

[0116] 本開示の第3態様に従えば、第2態様に係る移動体制御システム1において、重み設定部42は、搬送作業オーダに対する重み設定情報80Aにより、移動経路MVに採用されやすい経路部分Rp（領域MS1内の経路部分Rp）について、非搬送オーダでは移動経路MVに採用されにくくなるように、非搬送オーダに対する重み設定情報80Bを作成する。これにより、搬送作業オーダを優先して、非搬送オーダでは迂回経路を採用しやすくすることができる。その結果、搬送作業オーダを実行中の移動体10が、非搬送オーダを実行中の他の移動体10のために一時待機したり、干渉回避動作を実施することが抑制されるので、搬送作業オーダの処理効率を向上させる経路設定が可能となる。

[0117] 本開示の第4態様に従えば、第1態様から第3態様のいずれかに係る移動体制御システム1において、移動体10は、対象物Pを保持して搬送する無人搬送装置であり、作業情報70は、対象物Pまたは移動体10の少なくとも一方のサイズ情報を含み、重み設定部42は、サイズ情報が所定以下の場合と、所定よりも大きい場合とで、異なる重み設定情報80A、80Cを作

成する。これにより、サイズ（パレット幅）が異なる複数種類の対象物 P が混在するケースや、サイズ（車幅）が異なる複数種類の移動体 10 が混在するケースにおいて、サイズ情報に応じた重み設定情報 80A、80C により、対象物 P や移動体 10 のサイズに応じた適切な経路設定を行うことができる。

[0118] 本開示の第 5 態様に従えば、第 4 態様に係る移動体制御システム 1 において、重み設定部 42 は、サイズ情報が所定よりも大きい場合に、予め設定された所定の経路部分 R_p が移動経路 MV に採用されにくくなるように、重み設定情報 80C を作成する。これにより、通路 R 中に、対象物 P のサイズ（パレット幅）や移動体 10 のサイズ（車幅）によって低速走行が必要であったり、交互通行が必要な領域 MS2 がある場合に、領域 MS2 に属する所定の経路部分 R_{p41}、R_{p42} を、移動経路 MV として採用されにくくできる。サイズ情報に応じて領域 MS2 を通過しない移動経路 MV を優先的に設定できるので、作業オーダの処理効率を改善できる。

[0119] 本開示の第 6 態様に従えば、第 1 態様から第 5 態様のいずれかに係る移動体制御システム 1 において、作業情報 70 は、作業者が遂行する作業（有人作業）の実施エリア MS3 の情報を含み、重み設定部 42 は、実施エリア MS3 に含まれる経路部分 R_p が移動経路 MV に採用されにくくなるように、重み設定情報 80D を作成する。これにより、有人作業の実施エリア MS3 を予め設定しておくだけで、移動体 10 の実施エリア MS3 への進入を抑制できる。そのため、移動体 10 が低速走行したり、有人作業の妨げとなることに起因する、作業オーダの処理効率の低下を回避できる。

[0120] 本開示の第 7 態様に従えば、第 6 態様に係る移動体制御システム 1 において、重み設定部 42 は、実施エリア MS3 の周囲に位置する経路部分 R_p に対して、実施エリア MS3 からの距離が大きくなるに従って、移動経路 MV に採用されにくくなるように、重み設定情報 80 を作成する。これにより、有人作業の実施エリア MS3 に近づくほど移動体 10 の移動経路 MV に採用されにくくなるので、実施エリア MS3 への移動体 10 の進入を効果的に抑

制できる。逆に、実施エリアMS 3の周辺位置であっても、実施エリアMS 3からの距離が大きい経路部分R pは相対的に移動経路MVに採用されやすくなるので、実施エリアMS 3を迂回する経路設定がなされる場合でも、迂回距離を短縮できる可能性がある。

[0121] 本開示の第8態様に従えば、移動体10の作業オーダを含む作業情報70を取得するステップS10と、移動体10が通行する複数の経路部分R pと、経路部分R pの移動コストを示す重み値Wとを対応付けた重み設定情報80を、作業情報70に応じて複数作成するステップS11と、作業情報70に応じた重み設定情報80を用いて、作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路MVを設定するステップS22と、を備える、情報処理方法が提供される。

[0122] この構成によれば、複数の重み設定情報80を、作業情報70に応じて使い分けて移動経路MVを設定する。そのため、目的地までの最短経路に限られない、作業情報70の内容に応じた適切な移動経路MVを設定できる。全ての作業オーダに対して同一の重み設定情報80を適用する場合と比べて、作業オーダの処理効率を向上させたり、作業領域で実行される他の作業との干渉を抑制した経路設定が可能となるので、移動体10の移動経路MVの設定を改善できる。

[0123] 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。

[0124] たとえば、上記第1実施形態～第3実施形態およびそれらの変形例の各構成は、任意に組み合わせ可能である。例えば、第1、第2、第3実施形態を組み合わせる場合、搬送作業オーダか非搬送オーダか、サイズ情報が所定以下か所定よりも大きいのか、有人作業の実施エリアMS 3が設定されているか

否か、を組み合わせ、8通りの重み設定情報80を作成してもよい。つまり、「搬送作業オーダ、サイズ標準、有人作業の実施エリアなし」の重み設定情報80や、「非搬送搬送オーダ、サイズ大、有人作業の実施エリアあり」の重み設定情報80など、作業情報70に応じた数の重み設定情報80を作成してよい。

符号の説明

[0125] 1 移動体制御システム

5 棚

10 移動体

12 管理装置

14 情報処理装置

20 車体

20A 車輪

21 ストラドルレッグ

22 マスト

24 フォーク

24A ツメ

24B ツメ

26A センサ

28 制御装置

30 通信部

32 記憶部

34 制御部

40 作業オーダ設定部

42 重み設定部

50 通信部

52 記憶部

54 制御部

6 0 取得部
6 2 経路設定部
6 4 処理部
7 0 作業情報
7 2 オータ情報
8 0、8 0 A、8 0 B、8 0 C、8 0 D 重み設定情報
1 0 0 通信部
1 0 2 記憶部
1 0 4 制御部
1 1 0 経路取得部
1 1 2 移動制御部
1 1 4 情報送信部
2 0 0 設備
A R 1 第 1 領域
A R 2 第 2 領域
c 1 充電位置
e 1 ～ e 3 1 配置位置
h 1、h 2 待機位置
M S 1、M S 2 領域
M S 3 実施エリア
M S 4 周辺エリア
M V、M V 1、M V 2、M V 3、M V 4、M V 5、M V A、M V B、M V C
移動経路
P 対象物
R 通路
R p 経路部分
R p 1 ～ R p 7、R p 1 1、R p 2 1 ～ R p 3 2、R p 4 1、R p 4 2、R
p 5 1 ～ R p 5 3 経路部分

W 重み値

請求の範囲

- [請求項1] 移動体が通行する複数の経路部分と、経路部分の移動コストを示す重み値とを対応付けた重み設定情報と、前記移動体の作業オーダを含む作業情報と、を記憶する記憶部と、
- 前記作業情報に応じて、複数の前記重み設定情報を作成する重み設定部と、
- 前記作業情報に応じた前記重み設定情報を用いて、前記作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路を設定する経路設定部と、を備える、
- 移動体制御システム。
- [請求項2] 前記移動体は、対象物を保持して搬送する無人搬送装置であり、
- 前記作業オーダは、搬送作業オーダと、非搬送オーダとを含み、
- 前記重み設定部は、前記搬送作業オーダと、前記非搬送オーダとで異なる前記重み設定情報を作成する、
- 請求項1に記載の移動体制御システム。
- [請求項3] 前記重み設定部は、前記搬送作業オーダに対する前記重み設定情報により、前記移動経路に採用されやすい前記経路部分について、前記非搬送オーダでは前記移動経路に採用されにくくなるように、前記非搬送オーダに対する前記重み設定情報を作成する、
- 請求項2に記載の移動体制御システム。
- [請求項4] 前記移動体は、対象物を保持して搬送する無人搬送装置であり、
- 前記作業情報は、前記対象物または前記移動体の少なくとも一方のサイズ情報を含み、
- 前記重み設定部は、前記サイズ情報が所定以下の場合と、所定よりも大きい場合とで、異なる前記重み設定情報を作成する、
- 請求項1に記載の移動体制御システム。
- [請求項5] 前記重み設定部は、前記サイズ情報が所定よりも大きい場合に、予め設定された所定の前記経路部分が前記移動経路に採用されにくくな

るように、前記重み設定情報を作成する、

請求項 4 に記載の移動体制御システム。

[請求項6] 前記作業情報は、作業者が遂行する作業の実施エリアの情報を含み、

前記重み設定部は、前記実施エリアに含まれる前記経路部分が前記移動経路に採用されにくくなるように、前記重み設定情報を作成する、

請求項 1 に記載の移動体制御システム。

[請求項7] 前記重み設定部は、前記実施エリアの周囲に位置する前記経路部分に対して、前記実施エリアからの距離が大きくなるに従って、前記移動経路に採用されにくくなるように、前記重み設定情報を作成する、
請求項 6 に記載の移動体制御システム。

[請求項8] 移動体の作業オーダを含む作業情報を取得するステップと、
前記移動体が通行する複数の経路部分と、経路部分の移動コストを示す重み値とを対応付けた重み設定情報を、前記作業情報に応じて複数作成するステップと、
前記作業情報に応じた前記重み設定情報を用いて、前記作業オーダの移動開始位置から目的地までの移動経路を設定するステップと、を備える、
情報処理方法。