

明 細 書

発明の名称： 無人搬送システム

関連出願の相互参照

- [0001] 本出願では、2023年1月20日に日本国に出願された特許出願番号2023-7710の利益を主張し、当該出願の内容は引用することによりここに組み込まれているものとする。

技術分野

- [0002] 本発明は、指定された目的地に向けて、指定された動線の上を走行して、重量物を搬送する無人搬送システム（即ち、自動誘導システム）に関する。

背景技術

- [0003] 従来より、工場や倉庫などの所定のフィールドにおいて、重量物を搬送するのに無人搬送車（即ち、自動誘導車、AGV）が使用されている。従来の無人搬送システムでは、フィールドに無人搬送車が走行すべき動線（又は、経路ないしルート）がテープ等で指定されている。無人搬送車は、このテープを検出しながら、テープに沿って走行することで、指定された動線上を走行して重量物をフィールド内の目的地に搬送する。
- [0004] フィールドにおいて、目的地を変更する必要がある場合がある。この場合には、動線も変更することになる。しかしながら、動線を変更する場合には、フィールド上に設置したテープを設置しなおす必要があり、その負担は大きい。
- [0005] 特に、無人搬送車がパレットに寄せられた重量物をパレットごと搬送するフォークリフトである場合には、パレットの大きさが変更されることで、保管しておく重量物の間隔が変更されるため、目的地にずれが生じ、そのような目的地の変更は頻繁に行われる。したがって、パレットの大きさを変更するたびに動線となるテープ等を設置しなおす負担は極めて大きくなる。
- [0006] なお、無人搬送車には、指定された動線上を走行するのではなく、周辺環境（障害物等）をセンシングによって把握することで、自律運転を行いつつ

目的地を目指すよう走行する自律走行の搬送車もある。しかしながら、工場や倉庫のように人も行きかうフィールド内において、重量物を搬送している無人搬送車が自由に経路を走行できるとすると危険である。

発明の概要

- [0007] 本発明は、指定された動線上を走行することを前提として、目的地に向けて重量物を搬送するための新規の無人搬送システムを提供することを目的とする。
- [0008] 本発明の一態様の無人搬送システムは、指定された目的地に向けて、指定された仮想の動線の上を走行して、重量物を搬送する無人搬送システムであって、制御信号に従って無人で走行する無人搬送車と、前記無人搬送車が走行するフィールドを、前記フィールドの上方から撮影して静止画像又は動画像を生成する1又は複数のカメラと、前記静止画像又は動画像に基づいて、前記無人搬送車が前記仮想の動線上を走行するように制御するための前記制御信号を生成する運転制御手段とを備え、前記運転制御手段は、前記静止画像又は動画像から前記無人搬送車を検出する検出部と、前記検出部による検出の結果を用いて、前記無人搬送車に搭載されたセンサによらずに、前記無人搬送車の前記フィールドにおける位置を把握する位置把握部と、前記位置把握部が把握した前記無人搬送車の位置に基づいて、前記制御信号を生成する制御部とを備えた構成を有している。
- [0009] 上記の無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車は、パレットに置かれた前記重量物をパレットごと持ち上げて搬送するフォークリフト車であってよい。
- [0010] 上記の無人搬送システムにおいて、前記フィールドは屋内にあってよく、前記1又は複数のカメラは、天井又は壁に取り付けられて、前記フィールドを上方から撮影してよい。
- [0011] 上記の無人搬送システムにおいて、前記フィールドは屋外にあってよく、前記1又は複数のカメラは、屋外に設置された構造物に取り付けられて、前記フィールドを上方から撮影してよい。

- [0012] 上記の無人搬送システムにおいて、前記運転制御手段は、さらに、前記静止画像又は動画像に基づいて前記無人搬送車の向きを把握する向き把握部を備えていてよく、前記制御部は、前記向き把握部が把握した向きにも基づいて、前記制御信号を生成してよい。
- [0013] 上記の無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車は、前記目的地において前記重量物の荷積み又は荷下ろしのための自律運転を行ってよい。
- [0014] 上記の無人搬送システムにおいて、前記運転制御手段の前記検出部は、さらに、前記静止画像又は動画像から障害物を検出してよく、前記運転制御手段の前記制御部は、さらに、前記検出部による前記検出の結果にも基づいて、前記制御信号を生成してよい。
- [0015] 上記の無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車は、前記動線上の走行を開始するためにユーザが操作をするための操作部を備えていてよく、前記運転制御手段の前記制御部は、前記操作部に対する前記操作に応じて前記制御信号の生成を開始してよい。
- [0016] 上記の無人搬送システムにおいて、前記目的地及び前記仮想の動線がそれぞれ指定された複数の前記無人搬送車を備えていてよく、前記運転制御手段の前記検出部は、前記静止画像又は動画像から複数の前記無人搬送車を検出してよく、前記運転制御手段の前記位置把握部は、複数の前記無人搬送車の前記フィールドにおけるそれぞれの位置を把握してよく、前記運転制御手段の前記制御部は、前記位置把握部が把握した複数の位置に基づいて、複数の前記無人搬送車の各々の前記制御信号を生成してよい。
- [0017] 上記の無人搬送システムは、視野が異なる複数の前記カメラを備えていてよく、前記位置把握部は、前記複数のカメラで生成された複数の静止画像又は動画像を統合することで、前記無人搬送車の前記フィールドにおける位置を把握してよい。
- [0018] 上記の無人搬送システムにおいて、前記検出部は、ニューラルネットワークを用いて前記無人搬送車を検出してよい。
- [0019] 上記の無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車は、上面に所定のマー

クを有してよく、前記検出部は、前記所定のマークを検出することで前記無人搬送車を検出してよい。

[0020] 上記の無人搬送システムにおいて、前記運転制御手段は、前記動線が定義された、前記フィールドのマップを記憶してよく、前記位置把握部は、前記マップ上に前記検出部にて検出された前記無人搬送車をマッピングすることで、前記無人搬送車の位置を把握してよい。

[0021] 上記の無人搬送システムは、前記フィールドの所定位置に所定のマークを有してよく、前記検出部は、前記所定のマークを検出してよく、前記位置把握部は、前記検出部が検出した前記所定のマークに基づいて、前記無人搬送車の位置を把握してよい。

[0022] 上記の無人搬送システムにおいて、前記運転制御手段の前記検出部は、さらに、前記無人搬送車で搬送されている前記重量物を検出してよい。

[0023] 上記の無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車は、周囲の障害物を検出するための車載検出部と、前記車載検出部による前記障害物の検出に基づいて前記無人搬送車の緊急停止処理を行う緊急停止処理部とを備えていてよい。

[0024] 上記の無人搬送システムは、前記無人搬送車が前記動線から外れているか否かを判定する脱線判定手段をさらに備えてよく、前記運転制御手段は、前記脱線判定手段において、前記無人搬送車が前記動線から外れていると判定された場合に、前記無人搬送車を停止させ、又は前記無人搬送車を前記動線に戻すように、前記制御信号を生成してよい。

[0025] 上記の無人搬送システムにおいて、前記脱線判定手段は、前記無人搬送車に搭載され、前記無人搬送車の周辺を撮影して静止画像又は動画像を生成する車載カメラと、前記車載カメラが生成した前記静止画像又は動画像に基づいて、前記無人搬送車が前記動線から外れているか否かを判定する判定部とを備えていてよい。

[0026] 上記の無人搬送システムにおいて、前記脱線判定手段は、測位用信号を受信する受信機と、前記受信機で受信した測位用信号に基づいて、前記無人搬

送車が前記動線から外れているか否かを判定する判定部とを備えていてよい。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドを示す平面図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドの側面図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態の無人搬送システムにおける無人搬送車を示す斜視図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態の無人搬送システムの構成を示すブロック図である。

[図5A]図5Aは、本発明の実施の形態の動線の変更の例を示す図である。

[図5B]図5Bは、本発明の実施の形態の動線の変更の例を示す図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドの他の例を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、本発明を実施する場合の一例を示すものであって、本発明を以下に説明する具体的構成に限定するものではない。本発明の実施にあたっては、実施の形態に応じた具体的構成が適宜採用されてよい。

[0029] 図1は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドを示す平面図であり、図2は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドの側面図である。本実施の形態の無人搬送システム（即ち、自動誘導システム）が適用されるフィールド50としては、工場、倉庫等が想定される。本実施の形態において、無人搬送車（即ち、自動誘導車、AGV）300は、パレット54に置かれた重量物53をパレット54ごと持ち上げて搬送するフォークリフト車である。

[0030] 無人搬送車300は、フィールド50内で、指定された目的地に向けて、

指定された仮想の動線の上を走行して、重量物を搬送する。フィールド５０には、例えば、製造設備５２が設置されており、また、作業員４００が歩行していることもある。これらの製造設備５２及び作業員４００は、無人搬送車３００がフィールド５０内を走行する際の障害物となりえる。また、フィールド５０内に置かれた重量物５３及びパレット５４も障害物となり、フィールド５０内を複数の無人搬送車３００が走行する場合には、他の無人搬送車３００も障害物となりえる。

[0031] フィールド５０は、建屋の内部（屋内）にあり、天井５５には、複数の俯瞰カメラ１０が取り付けられている。複数の俯瞰カメラ１０は、それぞれフィールド５０を上方から撮影する。なお、俯瞰カメラ１０は建屋の壁、柱、ポール等の高所に設置されてもよい。また、フィールド５０には、俯瞰カメラ１０から見える位置に複数のマーク５１が設けられる。

[0032] 複数の俯瞰カメラ１０の各々は、撮影可能なフィールド５０の領域が一部で重なっており（図２参照）、これにより、複数の俯瞰カメラ１０の撮影領域がフィールド５０全体をカバーしている。なお、フィールド５０全体を必ず撮影しなければならないことはなく、フィールド５０に、いずれの俯瞰カメラ１０でも撮影されない一部領域が含まれていてもよい。すなわち、フィールド５０内において、無人搬送車３００が走行することが予定されていない領域については、いずれの俯瞰カメラ１０の撮影範囲にも含まれなくてもよい。

[0033] 無人搬送車３００は、荷積み位置で荷積みをして、目的地で荷下ろしをすることで、荷積み位置を出発地として目的地まで重量物５３を搬送する。搬送を終えた無人搬送車３００は、次の搬送のために、重量物５３を持たない状態で荷積み位置まで戻る。このときは、無人搬送車３００は、荷下ろし位置を出発地とし、荷積み位置を目的地として、移動（回送）する。本実施の形態の無人搬送システムでは、このような重量物５３の搬送及び無人搬送車３００の回送のための走行を無人で行う。

[0034] フィールド５０には、仮想の動線２１０が設定される。この動線２１０は

、仮想のものであって、フィールド50に物理的な実体として設けられるものではないことに注意されたい。物理的な実体としての動線（以下、物理動線という）がフィールド50に設けられている従来の無人搬送システムの場合には、無人搬送車300は、物理動線を検知しながら、物理動線から外れないように走行をすることで、物理動線を辿って目的地まで走行することができた。

[0035] しかしながら、このような従来の無人搬送システムでは、無人搬送車300の走行経路を変更しようとする場合には、物理動線を変更する必要があり、その作業負担が大きかった。そこで、本実施の形態の無人搬送システム100では、物理動線を用いることなく、仮想の動線210を設定して、この仮想の動線210の上を無人搬送車300が走行できるように、無人搬送車300を制御する。

[0036] 図3は、本発明の実施の形態の無人搬送システムにおける無人搬送車を示す斜視図である。図3に示すように、無人搬送車300は、先端に上下動可能なフォーク330を備えている。また、無人搬送車300には、無人搬送車300の周囲を撮影するために、前方を撮影可能な車載カメラ310が取り付けられている。また、無人搬送車300の上面には、マーク350が設けられている。

[0037] また、無人搬送車300には、個別の識別情報が付与されており、その識別情報は、上方の俯瞰カメラ10から撮影可能なように、識別情報表記370として無人搬送車300の上面に表記されている。図1の例では、2台の無人搬送車300に、それぞれ「1」、「2」という識別情報が与えられており、これらの識別情報を表す識別情報表記370が無人搬送車300の上面に表記されている。なお、識別情報表記370は、識別情報を符号化して生成されたコード（例えば、バーコード、二次元コード等）であってもよい。

[0038] 図4は、本発明の実施の形態の無人搬送システムの構成を示すブロック図である。図4に示すように、本実施の形態の無人搬送システム100は、複

数の俯瞰カメラ１０と、運転制御装置２０と、無人搬送車３００とを備えている。複数の俯瞰カメラ１０は、それぞれ運転制御装置２０に有線ケーブルで接続されている。俯瞰カメラ１０は、フィールド５０の上方から無人搬送車３００が走行するフィールド５０を撮影して動画像を生成する。俯瞰カメラ１０は、生成した動画像ストリームをリアルタイムで運転制御装置２０に送信し、運転制御装置２０は、複数の俯瞰カメラ１０から動画像ストリームを受信する。

[0039] なお、俯瞰カメラ１０は、運転制御装置２０と無線で接続されて、動画像ストリームを無線で送受信してもよい。また、俯瞰カメラ１０は、連続的にスチル撮影をして連続する静止画像を生成し、生成した静止画像をリアルタイムで運転制御装置２０に送信してもよい。複数の俯瞰カメラ１０にはそれぞれ固有の識別情報が割り当てられている。運転制御装置２０は、いずれの俯瞰カメラ１０の静止画像又は動画像であるかを、俯瞰カメラ１０の識別情報を用いて特定する。

[0040] 運転制御装置２０は、俯瞰カメラ１０から送られてくる静止画像又は動画像に基づいて、無人搬送車３００が仮想の動線２１０上を走行するように制御するための制御信号を生成して、無人搬送車３００に送信する。運転制御装置２０は、フィールド５０内又はフィールド５０の外側に設けられていてよく、あるいは、クラウド上に設けられてインターネットを介して俯瞰カメラ１０及び無人搬送車３００と通信を行ってもよい。さらに、運転制御装置２０は、俯瞰カメラ１０又は無人搬送車３００に設けられてもよい。このように、運転制御装置２０は、俯瞰カメラ１０と無人搬送車３００との間でデータ（動画像ストリーム、静止画像、制御信号等）の伝送をできるのであれば、どこに配置されていてもよいものである。

[0041] 運転制御装置２０は、検出部２１と、位置把握部２２と、向き把握部２３と、制御部２４と、記憶部２５とを備えている。検出部２１は、静止画像又は動画像から無人搬送車３００を検出する。運転制御装置２０は、複数の俯瞰カメラ１０から静止画像又は動画像を取得するので、検出部２１は、それ

らの複数の俯瞰カメラ１０から得られた静止画像又は動画像のそれぞれから無人搬送車３００を検出する。

[0042] 検出部２１は、静止画像又は動画像を学習されたニューラルネットワークに入力することで、静止画像又は動画像から無人搬送車３００を検出する。なお、検出部２１は、運転制御装置２０が俯瞰カメラ１０から動画像を取得する場合には、その動画像から所定の間隔でフレーム画像を取り出して、それらのフレーム画像（静止画像）から無人搬送車３００を検出してよい。

[0043] 無人搬送車３００の上面には、所定のマーク３５０が設けられているので、検出部２１は、このマーク３５０を手掛かりに静止画像又は動画像から無人搬送車３００を検出してよい。すなわち、検出部２１は、無人搬送車３００に設けられたマーク３５０を無人搬送車３００として検出してもよい。

[0044] 検出部２１は、さらに、無人搬送車３００の識別情報表記３７０も検出する。検出部２１は、図１の例に示すように、識別情報が文字（数字を含む）で表されている場合には、検出した識別情報表記３７０に対して文字認識を行うことで、検出した無人搬送車３００の識別情報を特定する。また、検出部２１は、識別情報がコード情報として表記されている場合には、検出した識別情報表記３７０をデコードすることで、検出した無人搬送車３００の識別情報を特定する。また、マーク３５０が識別情報表記３７０を兼ねていてもよい。

[0045] 位置把握部２２は、検出部２１による検出の結果を用いて、無人搬送車３００のフィールド５０における位置を把握する。なお、無人搬送車３００には、車載カメラ３１０が搭載されているが、位置把握部２２は、無人搬送車３００に搭載された車載カメラ３１０ないしは他の車載センサによらずに、俯瞰カメラ１０が撮影して得た静止画像又は動画像からの検出結果に基づいて、無人搬送車３００のフィールド５０内の位置を把握する。

[0046] 記憶部２５は、フィールド５０のマップを記憶している。このマップでは、無人搬送車３００が走行すべき動線が定義されている。位置把握部２２は、このマップ上に検出部２１にて検出された無人搬送車３００をマッピング

することで、無人搬送車３００の位置を把握する。このマッピングのために、フィールド５０の所定位置には所定のマーク５１が設けられ、俯瞰カメラ１０によって撮影される。検出部２１は、マーク５１を検出し、位置把握部２２は、検出部２１が検出したマーク５１に基づいて、無人搬送車３００の位置を把握する。

[0047] また、位置把握部２２は、複数の俯瞰カメラ１０から取得した互いに異なる複数の領域の静止画像又は動画像を俯瞰カメラ１０の識別情報に従って統合することで、フィールド５０全体の静止画像又は動画像を生成し、そのような統合画像を用いて無人搬送車３００のフィールド５０における位置を把握してもよい。

[0048] 向き把握部２３は、静止画像又は動画像に基づいて無人搬送車３００の向きを把握する。向き把握部２３は、静止画像又は動画像を学習されたニューラルネットワークに入力することで、静止画像又は動画像から無人搬送車３００の向きを検出してよい。また、向き把握部２３は、検出部２１で検出された無人搬送車３００のマーク３５０の向きを把握することで、無人搬送車３００の向きを把握してもよい。

[0049] 制御部２４は、位置把握部２２が把握した無人搬送車３００の位置及び向き把握部２３が把握した無人搬送車３００の向きに基づいて、無人搬送車３００の走行を制御するための制御信号を生成する。具体的には、制御部２４は、無人搬送車３００の位置と向きに基づいて、無人搬送車３００がマップで定義された動線２１０上を目的地に向かって走行するように、前進、停止、操舵の指示を含む制御信号を生成する。生成された制御信号はリアルタイムで該当する無人搬送車３００に送信される。

[0050] 無人搬送車３００は、運転制御装置２０から制御信号を受信して、この制御信号に従って走行する。無人搬送車３００は、走行制御部３０１と、リフト制御部３０２と、車載検出部３０３と、緊急停止処理部３０４と、判定部３０５と、自律運転処理部３０６と、操作部３０７と、走行駆動部３０８と、リフト駆動部３０９と、車載カメラ３１０と、受信機３１１とを備えてい

る。

[0051] 走行駆動部308は、無人搬送車300を走行させるための動力源、動力伝達機構、操舵機構、変速機構、制動機構、車輪等を備えている。リフト駆動部309は、フォーク330を上下動させるための駆動源、動力伝達機構、フォーク330を所定の位置で固定するための子ロック機構等を備えている。走行駆動部308は、走行制御部301による制御に従って駆動する。リフト駆動部309は、リフト制御部302による制御に従って駆動する。

[0052] 走行制御部301は、運転制御装置20から受信した制御信号に従って、走行駆動部308を駆動し、それによって無人搬送車300が設定された仮想の動線210上を走行するための制御を行う。本実施の形態の無人搬送システム100では、仮想の動線210に沿った走行をするために無人搬送車300に必要なのは、この走行制御部301と走行駆動部308であって、他の構成（例えば、車載検出部303や車載カメラ310）は付加的な構成である。

[0053] 車載検出部303は、無人搬送車300の緊急停止のために用いられる。車載検出部303は、例えば、赤外線センサ、LiDARであってよい。車載検出部303は、無人搬送車300の進行方向前方に障害物があるとこれを検知する。あるいは、車載検出部303は、進行方向前方に限らず、無人搬送車300の全方位の周囲に障害物があるときにこれを検知してもよい。

[0054] 緊急停止処理部304は、車載検出部303が障害物を検出した場合に無人搬送車300の緊急停止処理を実行する。緊急停止処理部304は、緊急停止処理として、具体的には、走行駆動部308を制御して、動力源からの動力の発生を停止させるとともに、制動させる。このとき、急激な制動を行うと、フォーク330からパレット54が抜けて重量物53が無人搬送車300から離脱する可能性があるため、そのような事故が生じない強さで制動をする。

[0055] なお、障害物は、運転制御装置20において検出して、この障害物の存在も加味して、制御部24にて制御信号が生成されてもよい。この場合には、

検出部 21 は、俯瞰カメラ 10 から得た静止画像又は動画像から障害物を検出する。そして、制御部 24 は、検出部 21 による障害物の検出の結果にも基づいて、制御信号を生成する。

[0056] このとき、本実施の形態では、無人搬送車 300 が設定された動線 210 を外れて障害物を回避して走行するような制御は行わず、障害物のために動線 210 上を走行できない場合には、その場で無人搬送車 300 を停止させる。本実施の形態の無人搬送車 300 は重量物 53 を搬送するものであるため、無人搬送車 300 があらかじめ設定された動線 210 を外れて任意のスペースを走行することは、安全性の観点から望ましくないためである。このとき、無人搬送車 300 が障害物のために動線 210 上を前進できないことを、無人搬送車 300 の周囲に報知するために、無人搬送車 300 が図示しないアラームを起動させて、アラーム音を鳴らしてよい。

[0057] 以上のように、本実施の形態の無人搬送システム 100 では、俯瞰カメラ 10 で得られた静止画像又は動画像に基づいて無人搬送車 300 の走行を制御することで、無人搬送車 300 は設定された仮想の動線 210 上を走行することができ、仮に無人搬送車 300 の走行路に障害物がある場合には、無人搬送車 300 自体がこれを検出して、緊急停止を行う。

[0058] また、無人搬送車 300 が緊急停止状態であっても、制御部 24 が、無人搬送車 300 が緊急停止状態に至った事象が解消されたことを認識すると、無人搬送車 300 を再び走行させてもよい。従来のように、人が、無人搬送車 300 が緊急停止状態に至った事象が解消されたことを判断し、緊急停止状態から走行を再開させる処理を手動操作に依存させる場合には、その信頼性は非常に低くなる。なお、制御部 24 は、無人搬送車 300 の車載検出部 303 や車載カメラ 310 で障害物を検知しなくなったことをもって緊急停止状態に至った事象が解消されたことを認識してもよいし、あるいは、俯瞰カメラ 10 の静止画像又は動画像に基づいて、緊急停止状態に至った事象が解消されたことを認識してもよい。

[0059] 上記のように、通常は、無人搬送車 300 は常に動線 210 上にいて、走

行又は停止していることが想定される。しかしながら、無人搬送車３００が何らかの理由で動線２１０上を逸脱（脱線）することも想定される。そこで、本実施の形態の無人搬送システム１００では、無人搬送車３００の脱線を判定するための機能を有している。

[0060] 制御部２４は、位置把握部２２にて把握された位置が記憶部２５に記憶されたマップに定義された動線２１０から外れているか否かを判定する。制御部２４は、動線２１０から外れていると判定した場合には、無人搬送車３００を停止させ、かつ、無人搬送車３００を動線２１０に戻すように、制御信号を生成する。

[0061] このように、運転制御装置２０は、俯瞰カメラ１０の静止画像又は動画像に基づいて無人搬送車３００の位置を把握して、脱線を判定してもよいが、これに加えて、又はこれに代えて、俯瞰カメラ１０の静止画像又は動画像を用いない脱線判定システムを備えていてもよい。この場合にも、制御部２４は、脱線判定システムにて無人搬送車３００が動線２１０から外れていると判定したことに応じて、無人搬送車３００を停止させ、かつ、無人搬送車３００を動線２１０に戻すように、制御信号を生成する。

[0062] 第１の脱線判定システムは、車載カメラ３１０と、判定部３０５とで構成される。車載カメラ３１０は、無人搬送車３００に搭載されて、無人搬送車３００の周辺を撮影して静止画像又は動画像を生成する。判定部３０５は、車載カメラ３１０が生成した静止画像又は動画像に基づいて、無人搬送車３００が動線２１０から外れているか否かを判定する。具体的には、判定部３０５は、車載カメラ３１０の画像が、無人搬送車３００が動線２１０にあるときに撮影されるべき画像であるか否かを判断することで、無人搬送車３００が脱線しているか否かを判断する。

[0063] 第２の脱線判定システムは、受信機３１１と、判定部３０５とで構成される。受信機３１１は、フィールド５０内に伝搬している測位用信号を受信する。測位用信号は、フィールド５０内で発生されている。屋内測位の技術としては、種々の従来技術が提案、採用されており、第２の脱線判定システム

として、いずれの従来の屋内測位技術を採用してもよい。

[0064] 例えば、受信機 311 は、測位用信号としての W i F i 電波を受信するものであってよい。この場合には、フィールド 50 には、W i F i 電波を発信する複数の基地局が設置される。受信機 311 は、これらの複数の基地局から W i F i 電波を受信して、判定部 305 は、受信機 311 で受信した複数の基地局からの W i F i 電波の強度の違いから、無人搬送車 300 の位置を把握して、動線 210 が定義されたマップにマッピングすることで、無人搬送車 300 がマップで定義された動線 210 から外れていないかを判断する。

[0065] また、例えば、受信機 311 は、フィールド 50 内に設置されたビーコンから測位用信号を受信するものであってもよい。この場合には、フィールド 50 には、複数のビーコンが設置される。判定部 305 は、複数のビーコンからそれぞれ受信した測位用信号の強度に基づいて、フィールド 50 内における無人搬送車 300 の位置を把握して、動線 210 が定義されたマップにマッピングすることで、無人搬送車 300 がマップで定義された動線 210 から外れていないかを判断する。

[0066] 脱線判定システムは、その他、磁気センサを用いた測位、GPS と同様の原理による I M E S (Indoor MESSaging System) を用いた測位、P D R (Pedestrian Dead Reckoning) を用いた測位、可視光を用いた測位、超音波を用いた測位等のいずれの従来の測位技術を用いて測位して、脱線を判定してもよい。

[0067] 以上のように、本実施の形態の無人搬送システム 100 では、無人搬送車 300 に、仮想の動線 210 上を走行させることを原則としつつ、何らかの理由によって脱線した場合にも脱線を検知して、動線 210 に戻るように無人搬送車 300 の走行を制御することができる。

[0068] 無人搬送車 300 が重量物 53 を搬送する場合は、出発地において無人搬送車 300 に重量物 53 を荷積みし、目的地において無人搬送車 300 から重量物 53 を荷下ろしする。また、無人搬送車 300 が、荷下ろし地から荷

積み地に回送する場合には、出発地において無人搬送車 300 から重量物 53 を荷下ろしし、目的地において無人搬送車 300 に重量物 53 を荷積みする。

[0069] この出発地及び目的地における荷積み及び荷下ろしを無人搬送車 300 が自律的に行ってもよい。無人搬送車 300 の自律運転処理部 306 は、出発地又は目的地において、重量物 53 の荷積み及び荷下ろしのための自律運転を行う。このために、自律運転処理部 306 は、回送運転をして出発地に到着したときに、車載カメラ 310 の画像を分析することで、当該画像から荷積みすべき重量物 53 を検出する。自律運転処理部 306 は、検出された重量物 53 に応じて走行駆動部 308 及びリフト駆動部 309 を制御して、荷積みを行う。

[0070] また、自律運転処理部 306 は、搬送運転をして目的地に到達したときに、車載カメラ 310 の画像を分析することで、当該画像から荷下ろしすべき位置を検出する。自律運転処理部 306 は、検出された荷下ろしすべき位置に応じた走行駆動部 308 及びリフト駆動部 309 を制御して、荷下ろしを行う。

[0071] 無人搬送車 300 は、動線 210 上の走行を開始するためにユーザが操作をするための操作部 307 を備えている。操作部 307 に対して、ユーザから走行開始の操作がなされると、操作信号が無人搬送車 300 から運転制御装置 20 に送信される。この操作信号を受けた制御部 24 は、制御信号の生成を開始する。上記のように自律運転による荷積みや荷下ろしが行われる場合にも、自律運転による荷積みや荷下ろしは行われず、手動操作による荷積みや荷下ろしが行われる場合にも、制御部 24 は、この操作信号に応じて走行制御を開始してよい。操作部 307 は無人搬送車 300 から独立した端末でもよく、例えば、タブレット端末でもよい。また、自律運転による荷積みや荷下ろしが行われる場合には、操作部 307 の操作信号によらずに、荷積みや荷下ろしが完了したら自動的に走行を開始するようにしてもよい。

[0072] 上記のように、フィールド 50 には、異なる目的地及び異なる動線がそれ

それぞれ指定された複数の無人搬送車 300 が配置され、運転制御装置 20 は、複数の無人搬送車 300 を同時に制御する。このために、検出部 21 は、俯瞰カメラ 10 の静止画像又は動画像から複数の無人搬送車 300 を検出する。また、位置把握部 22 は、複数の無人搬送車 300 のフィールド 50 におけるそれぞれの位置を把握する。また、制御部 24 は、位置把握部 22 が把握した複数の位置に基づいて、複数の無人搬送車 300 の各々の制御信号を生成する。

[0073] これにより、1つのフィールド 50 において複数の無人搬送車 300 を同時に制御できる。また、他の無人搬送車 300 を障害物と捉えることで、ある無人搬送車 300 の進行方向前方に他の無人搬送車 300 があるときには、当該他の無人搬送車 300 を障害物として検知して、当該ある無人搬送車 300 を緊急停止させてもよい。これにより、複数の無人搬送車 300 に設定する仮想の動線 210 を、互いに交差するように設定することが可能になる。

[0074] また、上記の実施の形態では、複数の無人搬送車 300 を同時に制御する場合に、無人搬送車 300 の上面に識別情報表記 370 を設けることで、運転制御装置 20 は、俯瞰カメラ 10 の静止画像又は動画像から識別情報表記 370 を検出して、各無人搬送車 300 の位置を把握し、各無人搬送車 300 のそれぞれに対して制御信号を生成した。すなわち、各無人搬送車 300 を個別に制御するために、識別情報表記 370 が用いられた。これに代えて、無人搬送車 300 が識別情報表記 370 を有しない構成としてもよい。

[0075] この場合には、無人搬送車 300 は、車載カメラ 310 の車載カメラ画像を運転制御装置 20 に送信する。運転制御装置 20 の制御部 24 は、この車載カメラ画像を分析することで、当該画像がいずれの位置にある無人搬送車 300 からの画像であることを認識する。このようにすることで、運転制御装置 20 は、俯瞰カメラ 10 の画像から検出された無人搬送車 300 と、車載カメラ画像を送ってきた無人搬送車 300 とを同一の無人搬送車 300 であると認識することができる。そうすると、運転制御装置 20 は、俯瞰カメラ

10の画像から検出された無人搬送車300の各々に対する制御信号を該当する無人搬送車300に送信することが可能になる。

[0076] なお、上記の検出部21は、静止画像又は動画像から無人搬送車300を検出するだけでなく、その無人搬送車300が搬送している重量物も検知してよい。これによれば、無人搬送車300が重量物53を搬送しているか否か、即ち、搬送中であるか回送中であるか、及び搬送中の重量物53が無人搬送車300から落下していないかを確認することができる。

[0077] 以上説明したように、本実施の形態の無人搬送システム100によれば、俯瞰カメラ10を用いて無人搬送車300の位置を把握して、マップに照らして無人搬送車300の走行を制御するので、物理動線を用いることなく、仮想の動線210に沿って無人搬送車300を出発地から目的地に向けて走行させることができる。このことは、特に、動線を変更する必要があるときに有益である。動線を変更する場合には、フィールド50において物理的に動線を変更する必要はなく、マップ上で動線を変更すればよいからである。ここで、動線を変更する状況について説明する。

[0078] 図5A及び図5Bは、本発明の実施の形態の動線の変更の例を示す図である。図5Aの例では、比較的小さいパレット54（重量物53）が搬送対象となっており、図5Bの例では、比較的大きいパレット54（重量物53）が搬送対象となっているので、目的地において、重量物53を並べて保管する場合には、隣り合う重量物53の間の距離、即ち、隣り合う重量物の保管場所（目的地）に向かう動線210の間の距離は互いに異なる。図5Aの例では、目的地である保管場所に向かう動線210aの間の距離は比較的小く、図5Bの例では、目的地である保管場所に向かう動線210bの間の距離は比較的大きい。

[0079] このようなフィールド50ないし重量物53を対象として重量物53の搬送を行っている状態で、パレット54（重量物53）の大きさが変更された場合には、動線210間の距離も変更する必要がある。例えば、パレット54（重量物53）の大きさが大きくされた場合には、動線210間の距離も

大きくする必要があり、図5 Aに示す動線210 aから図5 Bに示す動線210 bのように動線を変更する必要がある。このような場合にも、本実施の形態によれば、動線210 aも動線210 bも実際のフィールド50に物理的に設けられているわけではなく、記憶部25に記憶されたマップ上で定義されているものであるので、容易に変更が可能である。

[0080] 図6は、本発明の実施の形態の無人搬送システムが適用されるフィールドの他の例を示す側面図である。上記の実施の形態では、建屋内をフィールド50とし、俯瞰カメラ10を天井55に取り付ける例を説明したが、本実施の形態の無人搬送システム100は、屋外で用いることもできる。ただし、この場合には、天井がないので、ポール56や建物の外壁等の背の高い構造物の高所に俯瞰カメラ10を設置して、フィールド50を撮影するようにする。

[0081] (変形例)

制御部24は、俯瞰カメラ10の静止画像又は動画像に基づいて、無人搬送車300の速度を制御してもよい。検出部21は、俯瞰カメラ10の静止画像又は動画像から、制御対象の無人搬送車300とともに、障害物（作業員400、製造設備52、保管された重量物53、他の無人搬送車300等を含む）を検知する。制御部24は、制御対象の無人搬送車300の周囲の所定の範囲内に障害物がない場合には、走行速度を上げて走行するように、制御信号を生成する。あるいは、無人搬送車300は、動線210上を走行するので、制御部24は、無人搬送車300から動線210に沿った所定の範囲で障害物の有無を判定してもよい。

[0082] このように、無人搬送車300の周囲が安全であることを確認して無人搬送車300の速度を上げることで、搬送作業のサイクルタイムを短くすることができる。このことは、工場においては生産効率の向上に有効である。なお、速度の制御としては、例えば、無人搬送車300がフォーク330を前にして前進する場合は比較的低速で、フォーク330と反対側に後進する場合は比較的高速で、走行するように制御してもよい。

- [0083] このように、周囲の障害物の有無に応じて速度を変更するように制御する場合にも、俯瞰カメラ１０の静止画像又は動画像にもとづく制御が有効である。すなわち、仮に無人搬送車３００に搭載されたセンサ（車載カメラ、ＬｉＤＡＲ等）で周囲の障害物を検知することで安全性を確認しようとする場合には、センサの死角によって、障害物を検知できない場合もあり、また、比較的遠くの障害物が検知できない場合もあり、安全性が確保できない。そこで、俯瞰カメラ１０を用いることで、無人搬送車３００の周囲の必要な範囲を設定してその範囲内で障害物がないかを確認することができる。
- [0084] また、無人搬送車３００の周囲に障害物があるか否かに関わらず、マップ上で定義される動線に、区間ごとに速度が設定され、無人搬送車３００の位置に基づいて、マップに設定された速度に応じた制御信号が生成されてもよい。例えば、他の無人搬送車３００の動線２１０と交差しない区間では、比較的速い速度が設定されてよく、他の無人搬送車３００の動線２１０と交差する区間や作業員４００が行き交う領域を横切る区間では、比較的遅い速度が設定されてよい。
- [0085] なお、上記の運転制御装置２０はコンピュータで実現されてよく、検出部２１、位置把握部２２、向き把握部２３、及び制御部２４は、プロセッサが本実施の形態の一又は複数の運転制御プログラムを実行することで実現される機能であってよい。また、無人搬送車３００の走行制御部３０１、リフト制御部３０２、緊急停止処理部３０４、判定部３０５、及び自律運転処理部３０６は、プロセッサが本実施の形態の一又は複数の無人搬送プログラムを実行することで実現される機能であってよい。また、走行制御部３０１、リフト制御部３０２、緊急停止処理部３０４、判定部３０５、及び自律運転処理部３０６は、必ずしも無人搬送車３００に備えられていなくてもよく、例えばクラウド上のサービスプロバイダに設けられて、無人搬送車３００が当該サービスプロバイダと通信をするようにしてもよい。
- [0086] 上記の実施の形態では、無人搬送車３００がフォークリフトであったが、無人搬送車３００はこれに限られず、例えば、ワゴンタイプないしは台車タ

イプの搬送車であってもよい。この場合に、荷積み、荷下ろしは作業員４０
０がやるようにしてもよい。

符号の説明

- [0087] １０ 俯瞰カメラ
 ２０ 運転制御装置
 ２１ 検出部
 ２２ 位置把握部
 ２３ 向き把握部
 ２４ 制御部
 ２５ 記憶部
 ５０ フィールド
 ５１ マーク
 ５２ 製造設備
 ５３ 重量物
 ２１０ 動線
 ３００ 無人搬送車
 ３０１ 走行制御部
 ３０２ リフト制御部
 ３０４ 緊急停止処理部
 ３０５ 判定部
 ３０６ 自律運転処理部
 ３０７ 操作部
 ３０８ 走行駆動部
 ３０９ リフト駆動部
 ３１０ 車載カメラ
 ３１１ 受信機
 ３３０ フォーク
 ３５０ マーク

3 7 0 識別情報表記

4 0 0 作業員

請求の範囲

- [請求項1] 指定された目的地に向けて、指定された仮想の動線の上を走行して、重量物を搬送する無人搬送システムであって、
制御信号に従って無人で走行する無人搬送車と、
前記無人搬送車が走行するフィールドを、前記フィールドの上方から撮影して静止画像又は動画像を生成する1又は複数のカメラと、
前記静止画像又は動画像に基づいて、前記無人搬送車が前記仮想の動線上を走行するように制御するための前記制御信号を生成する運転制御手段と、
を備え、
前記運転制御手段は、
前記静止画像又は動画像から前記無人搬送車を検出する検出部と、
前記検出部による検出の結果を用いて、前記無人搬送車に搭載されたセンサによらずに、前記無人搬送車の前記フィールドにおける位置を把握する位置把握部と、
前記位置把握部が把握した前記無人搬送車の位置に基づいて、前記制御信号を生成する制御部と、
を備えた、無人搬送システム。
- [請求項2] 前記無人搬送車は、パレットに置かれた前記重量物をパレットごと持ち上げて搬送するフォークリフト車である、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項3] 前記フィールドは屋内にあり、
前記1又は複数のカメラは、天井又は壁に取り付けられて、前記フィールドを上方から撮影する、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項4] 前記フィールドは屋外にあり、
前記1又は複数のカメラは、屋外に設置された構造物に取り付けられて、前記フィールドを上方から撮影する、請求項1に記載の無人搬送システム。

送システム。

- [請求項5] 前記運転制御手段は、さらに、前記静止画像又は動画像に基づいて前記無人搬送車の向きを把握する向き把握部を備え、
前記制御部は、前記向き把握部が把握した向きにも基づいて、前記制御信号を生成する、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項6] 前記無人搬送車は、前記目的地において前記重量物の荷積み又は荷下ろしのための自律運転を行う、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項7] 前記運転制御手段の前記検出部は、さらに、前記静止画像又は動画像から障害物を検出し、
前記運転制御手段の前記制御部は、さらに、前記検出部による前記検出の結果にも基づいて、前記制御信号を生成する、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項8] 前記無人搬送車は、前記動線上の走行を開始するためにユーザが操作をするための操作部を備え、
前記運転制御手段の前記制御部は、前記操作部に対する前記操作に応じて前記制御信号の生成を開始する、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項9] 前記目的地及び前記仮想の動線がそれぞれ指定された複数の前記無人搬送車を備え、
前記運転制御手段の前記検出部は、前記静止画像又は動画像から複数の前記無人搬送車を検出し、
前記運転制御手段の前記位置把握部は、複数の前記無人搬送車の前記フィールドにおけるそれぞれの位置を把握し、
前記運転制御手段の前記制御部は、前記位置把握部が把握した複数の位置に基づいて、複数の前記無人搬送車の各々の前記制御信号を生成する、請求項1に記載の無人搬送システム。
- [請求項10] 視野が異なる複数の前記カメラを備え、

前記位置把握部は、前記複数のカメラで生成された複数の静止画像又は動画像を統合することで、前記無人搬送車の前記フィールドにおける位置を把握する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項11] 前記検出部は、ニューラルネットワークを用いて前記無人搬送車を検出する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項12] 前記無人搬送車は、上面に所定のマークを有し、
前記検出部は、前記所定のマークを検出することで前記無人搬送車を検出する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項13] 前記運転制御手段は、前記動線が定義された、前記フィールドのマップを記憶しており、
前記位置把握部は、前記マップ上に前記検出部にて検出された前記無人搬送車をマッピングすることで、前記無人搬送車の位置を把握する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項14] 前記フィールドの所定位置に所定のマークを有し、
前記検出部は、前記所定のマークを検出し、
前記位置把握部は、前記検出部が検出した前記所定のマークに基づいて、前記無人搬送車の位置を把握する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項15] 前記運転制御手段の前記検出部は、さらに、前記無人搬送車で搬送されている前記重量物を検出する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項16] 前記無人搬送車は、
周囲の障害物を検出するための車載検出部と、
前記車載検出部による前記障害物の検出に基づいて前記無人搬送車の緊急停止処理を行う緊急停止処理部と、
を備えた、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項17] 前記無人搬送車が前記動線から外れているか否かを判定する脱線判定手段をさらに備え、

前記運転制御手段は、前記脱線判定手段において、前記無人搬送車が前記動線から外れていると判定された場合に、前記無人搬送車を停止させ、又は前記無人搬送車を前記動線に戻すように、前記制御信号を生成する、請求項 1 に記載の無人搬送システム。

[請求項18]

前記脱線判定手段は、

前記無人搬送車に搭載され、前記無人搬送車の周辺を撮影して静止画像又は動画像を生成する車載カメラと、

前記車載カメラが生成した前記静止画像又は動画像に基づいて、前記無人搬送車が前記動線から外れているか否かを判定する判定部と、

を備えた、請求項 17 に記載の無人搬送システム。

[請求項19]

前記脱線判定手段は、

測位用信号を受信する受信機と、

前記受信機で受信した測位用信号に基づいて、前記無人搬送車が前記動線から外れているか否かを判定する判定部と、

を備えた、請求項 17 に記載の無人搬送システム。