(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年9月16日(16.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/181791 A1

(51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/047022

(22) 国際出願日： 2020年12月16日(16.12.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-039704 2020年3月9日(09.03.2020) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

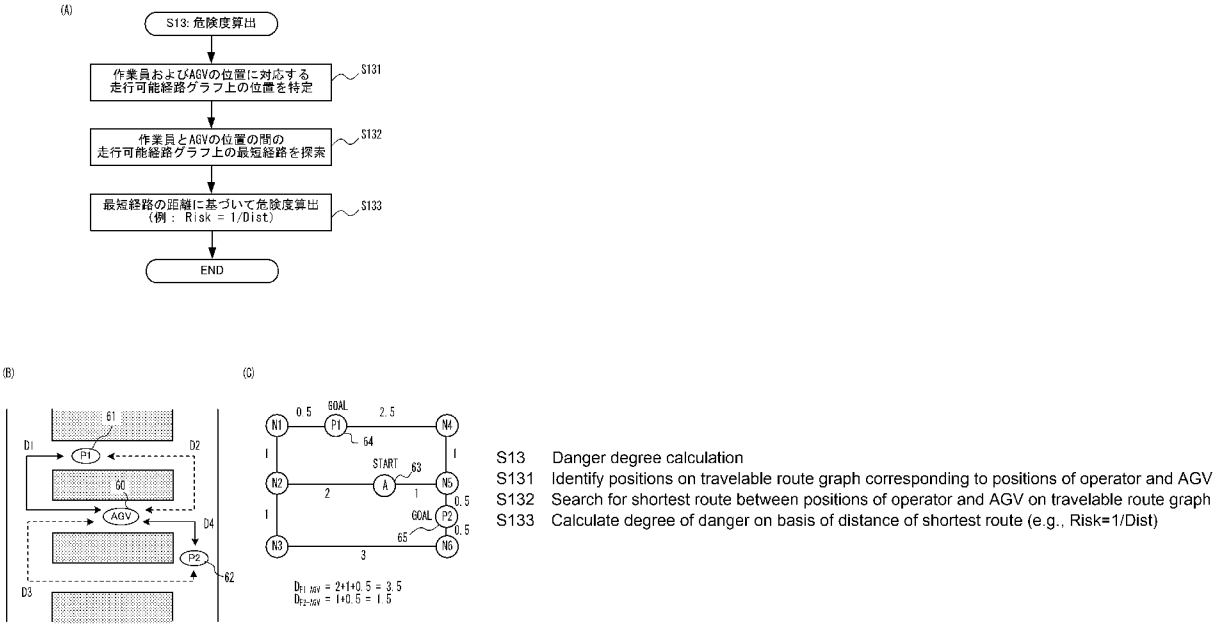
(72) 発明者: 新川 大生 (**SHINKAWA, Daiki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 北角 一哲 (**KITAZUMI, Kazunori**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 田中 清明 (**TANAKA, Kiyoaki**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 浦部 和哉 (**URABE, Kazuya**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人秀和特許事務所 (**IP FIRM SHUWA**); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目４番１０号 アクロポリス２１ビル８階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** DANGER DEGREE CALCULATION DEVICE, AND DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING UNMANNED CARRIER VEHICLE

(54) 発明の名称： 危険度算出装置、無人搬送車の制御装置、および方法



(57) **Abstract:** This danger degree calculation device is provided with: a detection means for detecting, in an environment where an operator and an unmanned carrier vehicle move, the positions of the operator and the unmanned carrier vehicle; and a calculation means for calculating, referring to an environment map including a travelable route of the unmanned carrier vehicle in the environment, the degree of danger imposed on the operator by the unmanned carrier vehicle on the basis of the distance between the operator and the unmanned carrier vehicle along the travelable route.

WO 2021/181791 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：作業員および無人搬送車が移動する環境における前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する検出手段と、前記環境において前記無人搬送車の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の距離に基づいて、前記無人搬送車が前記作業員に与える危険度を算出する算出手段と、を備える、危険度算出装置。

明　細　書

発明の名称 ：

危険度算出装置、無人搬送車の制御装置、および方法

技術分野

[0001] 本発明は、無人搬送車が作業員と接触する危険度を算出する技術、およびこの危険度に基づいて無人搬送車を制御する技術に関する。

背景技術

[0002] 工場内において無人で荷物を搬送可能な無人搬送車（ＡＧＶ）は、走行中に作業員と接触する危険性があるため、安全に走行するＡＧＶの開発が求められている。

[0003] ＡＧＶにＬＩＤＡＲ等のセンサを設けて、作業員等との接触を防止する技術が知られている。また、特許文献１は、天井に取り付けられた広角カメラを用いて作業員と無人搬送車の間の距離を算出し、この距離が閾値よりも小さければ無人搬送車を停止することで接触を回避する手法を提案する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平３－１６３６０７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１の手法によると、作業員と無人搬送車の間の距離のみで危険度を判定しているので、実際には接触が生じない場面でも無人搬送車が停止してしまうことがある。また、ＬＩＤＡＲ等のセンサを用いる手法では、センサの検知範囲外の作業員には対処できない。

[0006] そこで、本発明は、無人搬送車が作業員と接触する危険性を従来よりも適切に評価し、適切な危険度に基づいて無人搬送車を制御可能な技術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] 上記目的を達成するために本発明は、以下の構成を採用する。

[0008] 本発明の第一側面は、

作業員および無人搬送車が移動する環境における前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する検出手段と、

前記環境において前記無人搬送車の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の距離に基づいて、前記無人搬送車が前記作業員に与える危険度を算出する算出手段と、

を備える、危険度算出装置である。

[0009] 無人搬送車は、無人で走行可能であり、かつ物品を搬送可能な車両である。無人搬送車の誘導方式は特に限定されず、電磁誘導方式、光学誘導方式、磁気誘導方式、画像認識方式、自律誘導方式が採用可能である。無人搬送車は、制御装置からの指令による制御も可能でありうる。

[0010] 作業員は、無人搬送車が用いられる環境（例えば、工場）に存在する人間である。したがって、本発明において「作業員」は「人」と読み替えられてもよい。

[0011] 環境地図は、無人搬送車が走行可能な経路をグラフ形式で含んでもよい。すなわち、環境地図は、走行可能経路が複数のノードとノード間を接続するリンクとによって表現されたデータ形式を有してもよい。

[0012] 算出手段は、走行可能経路に沿った作業員と無人搬送車の間の距離に基づいて危険度を算出するので、単純な直線距離に基づいて危険度を算出するよりも、より適切に作業員と無人搬送車の接触の危険度を評価できる。

[0013] 「走行可能経路に沿った作業員と無人搬送車の間の距離」は、作業員と無人搬送車の間の搬送経路に沿った最短経路の距離として求められてもよい。あるいは、この距離は、作業員と無人搬送車のうち速さが早い方の進行方向にあるノードを経由する経路の中での最短経路として求められてもよい。

[0014] 算出手段は、作業員と無人搬送車の間の距離が小さいほど危険度を大きく

算出してもよい。言い換えると、危険度は、作業員と無人搬送車の間の距離に応じて広義単調減少するように算出されてもよい。更に別の表現をすると、危険度は、作業員と無人搬送車の間の距離に対して負の相関があるように算出されてもよい。

[0015] 算出手段は、作業員と無人搬送車の移動の速さも考慮して危険度を算出してもよい。例えば、算出手段は、作業員の速さと無人搬送車の速さのうちの最大値が大きいほど、危険度を大きく算出してもよい。あるいは、算出手段は、作業員と無人搬送車の相対速度が大きいほど、危険度を大きく算出してもよい。

[0016] 本態様において、作業員および無人搬送車の位置はカメラ画像から検出することができる。すなわち、本態様の危険度算出装置は、環境の画像を撮影するカメラをさらに備え、検出手段は、前記画像に対する画像処理によって、作業員および無人搬送車の位置を検出してもよい。カメラは、例えば、天井に取り付けられた魚眼カメラ（広角カメラ）であり、その数は１つであっても複数であってもよい。カメラの仕様と撮影条件が既知であれば、画像中の位置から実空間内の位置を求めることができる。カメラ画像を用いることで高精度な位置検出が可能である。

[0017] 作業員および無人搬送車の位置は、ビーコンを用いて検出してもよい。すなわち、本態様の危険度算出装置は、作業員および無人搬送車が有するビーコン発信器から送信される電波を受信する受信器をさらに備え、検出手段は、受信器の受信結果に基づいて、作業員および無人搬送車の位置を検出してもよい。ビーコンを用いることで、オクルージョンの影響を受けずに位置検出が可能である。

[0018] 本態様において、環境地図を危険度算出装置が作成してもよいし、あらかじめ作成された環境地図を危険度算出装置が取得して利用してもよい。危険度算出装置が環境地図を作成する場合には、例えば次のような手法がある。第１は、無人搬送車を走行させつつカメラによる環境の撮影を行い、当該画像から無人搬送車を検出し、検出結果に基づいて環境地図を作成する手法で

ある。第２は、位置検出手段を備えた無人搬送車を走行させて、無人搬送車から送信される位置情報に基づいて、環境地図を作成する方法である。第３は、環境を撮影した画像をユーザに提示して、ユーザに走行可能経路を画像上で設定してもらい、この設定に基づいて前記環境地図を作成する手法である。

[0019] 本発明の他の態様は、上述の危険度算出装置の各手段と、算出された危険度に応じて無人搬送車の移動速度を制御する制御手段と、を備える無人搬送車の制御装置である。制御手段は、例えば、危険度を複数のレベルに分けて、レベルに応じてあらかじめ定められた速度で無人搬送車が移動するように制御してもよい。制御手段は、無人搬送車に対して制御指令を直接送信してもよいし、無人搬送車に制御指令を送信するホスト装置に対して制御指令を送信してもよい。

[0020] 本発明は、上記手段の少なくとも一部を有する危険度算出装置として捉えてもよいし、危険度評価装置、接触確率算出装置などとして捉えてもよい。また、本発明は、上記処理の少なくとも一部を含む方法、または、かかる方法を実現するためのプログラムやそのプログラムを非一時的に記録した記録媒体として捉えることもできる。なお、上記手段および処理の各々は可能な限り互いに組み合わせて本発明を構成することができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、無人搬送車が作業員と接触する危険性を従来よりも適切に評価可能であり、したがって、適切な危険度に基づいて無人搬送車を制御できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明に係るＡＧＶ制御装置の適用例を示す図。

[図2]実施形態に係るＡＧＶ制御装置の構成を示す図。

[図3]ＡＧＶ制御装置が行う処理のフローチャート。

[図4]環境地図作成処理の一例を説明する図。

[図5]環境地図作成処理の別の例を説明する図。

[図6]危険度算出処理の一例を説明する図。

[図7]危険度算出処理の別の例を説明する図。

[図8]制御指令生成処理の一例を説明する図。

発明を実施するための形態

[0023] ＜適用例＞

図１を参照して、本発明の適用例の一つについて説明する。図１は、作業員と無人搬送車（ＡＧＶ）が同じ場所で作業する工場に、本発明を適用した無人搬送車制御システム１の概略構成を示す図である。

[0024] 図１の例では、作業場の天井にカメラ１０が設置されており、作業員２やＡＧＶ４０を含む作業領域を撮像する。カメラ１０によって撮像された画像は、制御装置２０に取り込まれる。制御装置２０は、画像から作業員２およびＡＧＶ４０を検出し、ＡＧＶの走行可能経路を含む環境地図を参照して、走行可能経路に沿った作業員２とＡＧＶ４０の間の距離を求める。制御装置２０は、この距離に基づいて、ＡＧＶ４０が作業員２に与える危険度を算出する。

[0025] 図１中には、環境地図３と、環境地図３に含まれるＡＧＶの走行可能経路４が模式的に示されている。制御装置２０は、画像から検出された作業員２およびＡＧＶ４０の走行可能経路４上の位置５，６を求め、位置５，６を結ぶ走行可能経路４に沿った経路７を特定する。経路７は、位置５，６を結ぶ最短経路として決定されてもよいし、作業員２およびＡＧＶ４０の移動方向、移動速度、移動予定経路の少なくともいずれかを考慮して決定されてもよい。制御装置２０は、経路７の距離（長さ）に基づいて危険度を算出する。典型的には経路７が短いほど危険度は大きく、経路７が長いほど危険度は小さく算出される。なお、危険度は、経路７の長さ以外に、作業員２およびＡＧＶ４０の少なくとも一方の移動速度も考慮して算出されてもよい。典型的には移動速度あるいは相対速度が大きいほど危険度は大きく算出される。

[0026] 制御装置２０は、上記のようにして算出した危険度に基づく制御指令を生成してホスト装置３０へ送信する。典型的には、危険度が大きいほど、ＡＧ

Ｖ４０の移動速度が遅く制御される。例えば、危険度のレベルに応じてあらかじめ定められた速度で移動するように、ＡＧＶ４０が制御される。

[0027] ホスト装置３０は、ＡＧＶ４０に対して制御指令を送信する装置であり、制御装置２０からの指令に基づいてＡＧＶの制御指令を生成・送信する。

[0028] このように、本システムにおいては、作業員２とＡＧＶ４０の間の直線距離ではなく、ＡＧＶ４０の移動可能経路に沿った距離に基づいて危険度が算出されるので、危険度をより適切に評価できる。例えば、作業員２とＡＧＶ４０の直線距離が近くても、経路が迂回しており実際には接触の危険性が低い場合もある。本システムによれば、このような場合の危険度を低く算出できるので、接触の危険性が低いときの不要な介入を防止できる。

[0029] なお、上記の例では、制御装置２０が制御指令をホスト装置３０に送信しているが、制御装置２０は危険度のみをホスト装置３０に送信してもよい。また逆に、制御装置２０がホスト装置３０を介することなく、制御指令をＡＧＶ４０に対して直接送信しても構わない。

[0030] ＜第１実施形態＞

（構成）

図２を参照して、本発明の実施形態に係る無人搬送車制御システム１の具体的な構成例を説明する。無人搬送車制御システム１（以下、システム１とも称する）は、魚眼カメラ１０、ＡＧＶ制御装置２０、ホスト装置３０、および無人搬送車４０（ＡＧＶ）を備えている。

[0031] ［魚眼カメラ］

魚眼カメラ１０は、魚眼レンズを含む光学系と撮像素子（ＣＣＤやＣＭＯＳなどのイメージセンサ）を有する撮像装置である。魚眼カメラ１０は、例えば図１に示すように、作業場の天井などに、光軸を鉛直下向きにした状態で設置され、作業場の全方位（３６０度）の画像を撮影するとよい。魚眼カメラ１０は制御装置２０に対し有線（ＵＳＢケーブル、ＬＡＮケーブルなど）または無線（ＷｉＦｉなど）で接続され、魚眼カメラ１０で撮影された画像データは制御装置２０に取り込まれる。画像データはモノクロ画像、カラ

ー画像のいずれでもよく、また画像データの解像度やフレームレートやフォーマットは任意である。本実施形態では、１０ｆｐｓ（１秒あたり１０枚）で取り込まれるカラー（ＲＧＢ）画像を用いることを想定している。

[0032] システム１内で利用される魚眼カメラ１０は、１台のみであってもよいし複数台であってもよい。複数台の魚眼カメラ１０を用いる場合には、撮影範囲を一部重複させて、画像を繋ぎ合わせ可能とするとよい。

[0033] ［無人搬送車（ＡＧＶ）］

無人搬送車４０は、自律走行車両の一種であり、人間が運転操作を行わなくても自動で走行できる搬送車である。以下では、無人搬送車のことをＡＧＶ（Automated Guided Vehicle）とも称する。ＡＧＶ４０は、例えば移動先や移動速度の指令をホスト装置３０から受け付けるが、移動先までの経路はＡＧＶ４０が自律的に決定する。無人搬送車の誘導方式には、床に埋め込まれた電線を流れる電流によって生じる磁場にしたがって移動する電磁誘導式、床に埋め込まれた磁性体によって生じる磁場にしたがって移動する磁気誘導式、レーザーレーダによる反射板の検出結果にしたがって移動する光学誘導式、床や天井に描かれたマーカーを読み取ってその結果にしたがって移動する画像認識方式、ジャイロ・加速度センサ・距離センサなどを用いて自律的に移動する自律誘導方式、およびこれらの組み合わせがあるが、そのいずれの方式を採用してもよい。

[0034] ＡＧＶ４０は、無人で走行可能であれば、人間が搭乗可能に構成されたり、人間によって操作可能に構成されたりしてもよい。また、ＡＧＶ４０は、物品を搬送可能であれば、物品を搭載するため機構は特に限定されない。

[0035] ［ホスト装置］

ホスト装置３０は、ＡＧＶ４０に対して種々の指令を無線通信により送信する装置である。例えば、ホスト装置３０は、指定地点に移動するようにＡＧＶ４０に命令したり、減速あるいは停止するようにＡＧＶ４０に命令したりする。本実施形態においては、ホスト装置３０は、ＡＧＶ制御装置２０からの指令を受け取り、その指令にしたがってＡＧＶ４０を制御するための制

御指令を生成・送信する。例えば、ホスト装置３０は、ＡＧＶ４０の移動速度の指示をＡＧＶ制御装置２０から受け取り、当該指示に従ってＡＧＶ４０が解釈可能な命令を生成して、ＡＧＶ４０に送信する。

[0036] ［ＡＧＶ制御装置］

ＡＧＶ制御装置２０は、そのハードウェア構成要素として、１つ以上のプロセッサ、主記憶装置、補助記憶装置、通信装置、入力装置、出力装置を備え、プロセッサがコンピュータプログラムを実行することによって、以下の各種処理を実行する。なお、一部又は全部の処理は、専用のハードウェア回路によって実行されてもよい。

[0037] 本実施形態のＡＧＶ制御装置２０は、画像取得部２１、環境地図作成部２２、地図記憶部２３、検出部２４、危険度算出部２５、制御指令送信部２６を有している。

[0038] 画像取得部２１は、魚眼カメラ１０から画像データを取り込む機能を有する。取り込まれた画像データは、処理フェーズに応じて、環境地図作成部２２または検出部２４に引き渡される。

[0039] 環境地図作成部２２は、魚眼カメラ１０の画像データに基づいて、ＡＧＶ４０の走行可能経路をグラフ形式で表現した環境地図を作成する。詳細は後述するが、ここでは、環境地図作成処理について簡単に説明する。まず、作業場の環境内においてＡＧＶ４０を様々な経路で走行させながら、魚眼カメラ１０による動画像撮影を行う。環境地図作成部２２はこのようにして作成された動画から、ＡＧＶ４０を検出および追跡して、ＡＧＶ４０の実際の移動経路を取得する。環境地図作成部２２は、ＡＧＶ４０の実際の移動経路から同一の経路であると判断できる経路を求めて、さらに経路をグラフ形式で表現する。環境地図によって作成された地図は、地図記憶部２３に記憶される。

[0040] なお、環境地図作成部２２は、魚眼カメラ１０の画像に基づいて環境地図を作成する代わりに、ＡＧＶ４０の位置情報に基づいて環境地図を作成してもよいし、画像に対するオペレータ（人間）の範囲指定に基づいてＡＧＶ４

０が走行可能な経路（領域）を設定してもよい。

[0041] また、本実施形態では、ＡＧＶ制御装置２０が環境地図を作成しているが、ＡＧＶ制御装置２０は、あらかじめ作成された環境地図を地図記憶部２３あるいは外部の装置から取得して利用しても構わない。

[0042] 検出部２４は、魚眼カメラ１０の画像から、人体およびＡＧＶを検出する。物体検出は既存の任意の手法によって行える。例えば、検出部２４は、テンプレートマッチングによって人体およびＡＧＶを検出してもよいし、人体およびＡＧＶを検出するようにあらかじめ機械学習された学習モデルを用いて人体およびＡＧＶを検出してもよい。また、検出部２４は、一度検出した人体およびＡＧＶを追跡してその位置を求めてもよい。

[0043] 危険度算出部２５は、検出部２４によって検出された作業員２とＡＧＶ４０の位置と、地図記憶部２３に記憶されている環境地図に基づいて、ＡＧＶ４０が作業員２に与える危険度を算出する。ＡＧＶ４０が作業員２に与える危険は、典型的には、ＡＧＶ４０と作業員２との接触であるが、ＡＧＶ４０が作業員２に近づきすぎることや、作業員２の死角からＡＧＶ４０が接近することや、作業員２の前に突然ＡＧＶ４０が現れることなど、接触以外の危険も含まれる。

[0044] 危険度算出部２５は、環境地図に含まれるＡＧＶ４０の移動可能経路に沿った、作業員２とＡＧＶ４０の経路の距離を求め、この距離に応じて危険度を決定する。作業員２とＡＧＶ４０の経路は、単純に最短な経路として求められてもよいし、作業員２およびＡＧＶ４０の移動速度、移動方向、予測経路の少なくともいずれかを考慮し求められてもよい。危険度算出部２５は、求められた作業員２とＡＧＶ４０の間の経路の距離が短いほど大きく算出する。危険度算出部２５は、さらに、作業員２の移動の速さおよびＡＧＶ４０の移動の速さの少なくとも一方を考慮して、危険度を算出してもよい。

[0045] 制御指令送信部２６は、算出された危険度に応じて、ＡＧＶ４０の移動速度を制御する。具体的には、制御指令送信部２６は、危険度のレベルに応じてあらかじめ定められた移動速度でＡＧＶ４０が移動するように指示する制

御指令を生成し、ホスト装置３０へ送信する。これによりＡＧＶ４０が解釈可能な制御指令をホスト装置３０が生成して送信し、ＡＧＶ４０は指定された移動速度で移動することになる。なお、制御指令送信部２６が、ＡＧＶ４０に対して制御指令を直接送信する構成としても構わない。

[0046]（処理）

図３は、ＡＧＶ制御装置２０が行う処理の全体フローチャートである。以下、図面を参照して、ＡＧＶ制御装置２０が行う処理をより詳細に説明する。

[0047]［Ｓ１１：環境地図作成処理］

ステップＳ１１において、ＡＧＶ制御装置２０は環境地図を作成する。環境地図は、作業員２とＡＧＶ４０が作業を行う環境においてＡＧＶ４０が走行する可能性がある経路（走行可能経路）を把握可能な地図データである。本実施形態において、走行可能経路は、グラフ形式、すなわち、複数のノードとノード間を接続するリンクとによって表現される。

[0048] 図４を参照しながら、環境地図作成処理を具体的に説明する。まず、作業場においてＡＧＶ４０が走行する可能性がある経路を少なくとも一度は通るように、ＡＧＶ４０を走行させる。この際、魚眼カメラ１０によって撮像を行う。

[0049] 図４Ａは魚眼カメラ１０によって撮影される画像４００を示す図である。環境地図作成部２２は、ＡＧＶ４０を検出し追跡することによって、ＡＧＶ４０の移動軌跡を求める。図４Ａ中の矩形４０１は、検出結果を示すバウンディングボックスであり、その中心がＡＧＶ４０の位置と見なせる。ＡＧＶ４０の検出は、テンプレートマッチングを用いた手法や機械学習によって生成した学習モデル（識別器）を用いる手法など既存の任意の手法が採用可能である。

[0050] 図４Ｂは魚眼カメラ１０によって撮影される作業場４０２を模式的に示した図である。太線４０３は、ＡＧＶ４０の走行可能経路である。ここでは、走行可能経路が幅を持たないように示しているが、走行可能経路はある程度

の幅を持つ。図中の矩形４０４は、作業員２が作業を行うセルラインの中であり、この中にはＡＧＶ４０は進入しないように設計されている。

[0051] 図４Ｃは、画像から検出されるＡＧＶ４０の移動軌跡からグラフ形式の走行可能経路データを生成する処理を説明する図である。環境地図作成部２２は、ＡＧＶ４０の検出位置を繋ぎ合わせることによって、歪曲した画像内でのＡＧＶ４０の軌跡４１１を含む画像データ４１０を生成する。

[0052] 環境地図作成部２２は、画像データ４１０を平面展開することによって、画像データ４２０を得る。歪曲した画像内での軌跡４１１は、軌跡４２１に展開される。平面展開は、魚眼カメラ１０の光学系や画像センサの構成および撮影条件に基づいて行えばよい。平面展開された画像中の位置と現実空間内の位置は、互いに変換可能である。

[0053] ここでは、ＡＧＶ４０の軌跡を１本の線として描いているが、同じ経路をＡＧＶ４０が複数回走行した場合には複数本の軌跡が得られる。この場合、環境地図作成部２２は、互いに距離が近い経路を１つの経路としてまとめる処理を施してもよい。

[0054] 環境地図作成部２２は、画像データ４２０からノードを抽出する。ノードは複数のリンクが接続する場所であり、典型的には、経路の向きが変わる位置（曲がり角）、複数の経路が交差する位置（交差点）が該当する。具体的には、環境地図作成部２２は、画像データ４２０からＬ形状、Ｔ形状、十字形状をテンプレートマッチング等の手法によって検出する。この例では、６つのノード４３１が抽出される。ノード間を接続する軌跡がリンクである。なお、ノードの抽出は、オペレータ（人間）がノードを手動で指定することによって行われてもよい。

[0055] 環境地図作成部２２は、リンクの距離（ノード間の距離）を求める。ここで、リンクの距離とは、現実空間内での距離、またはそれに応じた値である。上述したように、平面展開した画像内の位置と現実空間内の位置は対応付いているので、画像中の２点間の現実空間内での距離を求めることができる。

[0056] 環境地図作成部２２は、それぞれのノードの位置と、ノード間の接続関係（リンク）と、リンクの距離とを含むデータ、すなわちグラフ形式の走行可能経路データを環境地図として作成する。作成された環境地図データは、地図記憶部２３に記憶される。

[0057] 環境地図作成処理の変形例を説明する。上記の説明では、魚眼カメラ１０によって撮像した画像からＡＧＶ４０の軌跡を求めているが、その他の手法によってＡＧＶ４０の軌跡を求めてもよい。例えば、次のようにして環境地図を作成できる。まず、作業場においてＡＧＶ４０が走行する可能性がある経路を少なくとも一度は通るように、ＡＧＶ４０を走行させる点は上記と同様である。ここで、ＡＧＶ４０は自らの位置を検出する位置検出手段を備えるものとする。位置検出手段の例は、屋内測位装置である。屋内測位装置は、ＢＬＥビーコンやＷｉ－ＦｉやＩＭＥＳなどの無線信号、超音波信号、可視光信号の少なくともいずれかに基づいて測位を行う。位置検出手段の他の例は、衛星信号を用いた衛星測位装置（例えばＧＰＳ装置）、およびカメラやＬＩＤＡＲなどのセンサを用いた自己位置推定装置である。本変形例では、環境地図作成部２２は、ＡＧＶ４０から送信される位置情報を利用してＡＧＶ４０の軌跡を求める。ＡＧＶ４０の軌跡が得られた後の処理は、上記と同様である。

[0058] 環境地図作成処理の別の変形例は、作業環境を撮影した画像上で、オペレータにＡＧＶ４０の走行可能経路を入力（設定）させる方式である。図５は、環境地図作成部２２が表示する、走行可能経路の設定画面５００を示す。設定画面５００には、魚眼カメラ１０によって撮影された画像５０１が含まれる。ここでは平面展開された画像を表示する例を示しているが、平面展開せずに歪曲画像を表示してもよい。この設定画面５００では、オペレータが画像５０１上に軌跡５０２を入力可能である。決定ボタン５０３が押されると、環境地図作成部２２はユーザによって設定された軌跡５０２に対して、上記で説明したノード抽出以降の処理を施して環境地図を作成する。

[0059] また、ここではＡＧＶ制御装置２０が環境地図を作成しているが、ＡＧＶ

制御装置２０は、あらかじめ作成された環境地図を地図記憶部２３あるいは外部の装置から取得して利用しても構わない。

[0060] 環境地図作成処理（ステップＳ１１）は、ＡＧＶ制御装置２０がＡＧＶ４０の制御を行うよりも前のタイミングで行われてよい。ステップＳ１２以降が、ＡＧＶ４０の制御を行う処理である。ステップＳ１２～Ｓ１４の処理は、１フレームごとに、あるいは所定フレームおきに実行される。

[0061] ［Ｓ１２：作業員およびＡＧＶの検出処理］

ステップＳ１２において、検出部２４は、魚眼カメラ１０の画像から作業員２とＡＧＶ４０を検出する。物体検出は既存の任意の手法によって行える。例えば、検出部２４は、テンプレートマッチングによって人体およびＡＧＶを検出してもよいし、人体およびＡＧＶを検出するようにあらかじめ機械学習された学習モデルを用いて人体およびＡＧＶを検出してもよい。また、検出部２４は、一度検出した人体およびＡＧＶを追跡してその位置を求めてもよい。

[0062] ［Ｓ１３：危険度算出処理］

ステップＳ１３において、危険度算出部２５は、作業員２とＡＧＶ４０の位置と、に基づいて、ＡＧＶ４０が作業員２に与える危険度を算出する。より具体的には、危険度算出部２５は、環境地図におけるＡＧＶ４０の走行可能経路に沿った、作業員２とＡＧＶ４０の間の経路を求めて、当該経路の距離に基づいて危険度を算出する。

[0063] 図６Ａは、危険度算出処理の一具体例を示すフローチャートである。本例では、作業員２とＡＧＶ４０の間の距離は、単純な最短経路として求められる。

[0064] ステップＳ１３１において、危険度算出部２５は、作業員２とＡＧＶ４０の検出位置に対応する走行可能経路のグラフ（リンク）上の位置を特定する。検出位置がリンク上にある場合は検出位置をそのまま利用すればよいが、検出位置（特に作業員２の検出位置）がリンク上に位置しないことも想定される。この場合、検出位置から最も近いリンク上の位置を利用すればよい。

検出位置のリンク上での位置が特定されると、当該位置は新たなノードとしてリンクを分割する。危険度算出部２５は、分割されたリンクの距離を求める。

[0065] なお、作業員２の検出位置とリンクとの最短距離が閾値以上である場合は、作業員２はＡＧＶ４０が走行しない安全な領域内にいると判断して、ステップＳ１３２以降の処理を行うことなく、危険度をゼロと決定してもよい。

[0066] ステップＳ１３２において、危険度算出部２５は、作業員２およびＡＧＶ４０の位置の間の走行可能経路上での最短経路を求める。最短経路は、ダイクストラ法やベルマンフォード法等の公知の最短経路探索アルゴリズムによって求められる。

[0067] ステップＳ１３３において、危険度算出部２５は、ステップＳ１３２で求められた最短経路の距離に基づいて、危険度を算出する。本実施形態では、危険度を当該距離の逆数（Risk = 1/Dist）として求める。しかしながら、危険度は距離の広義単調減少関数として求められればどのような定義式にしたがって決定されてもよい。

[0068] 図６Ｂ，図６Ｃを参照しつつ具体的に説明する。図６Ｂは魚眼カメラ１０によって撮影された画像（平面展開済み）の例を示す。この画像中には、１台のＡＧＶ（６０）と、２人の作業員（６１，６２）が写っており、検出部２４によって検出されている。図６Ｃは、環境地図に含まれる走行可能経路のグラフを示す。ここでは、走行可能経路のグラフは、６個のノードＮ１～Ｎ６とこれらを結ぶリンクを含む。

[0069] ステップＳ１３１において、ＡＧＶおよび作業員の検出位置に対応するリンク上の位置が求められる。図６Ｃのノード６３～６５がそれぞれ検出位置に対応するリンク上の位置である。以下、それぞれをノードＡ，Ｐ１，Ｐ２とも称する。これらのノードによって既存のリンクが分割されるので、分割されたリンクの距離が求められる。例えば、ノードＡとノードＮ２の距離が２，ノードＡとノードＮ５の距離が１と求められる。

[0070] ステップＳ１３２では、ＡＧＶと作業員のペアごとに、最短経路が求めら

れる。例えば、ＡＧＶ６０と作業員６１に関しては、ノードＡ（６３）とノードＰ１（６４）の間の最短経路が求められる。ここでは、ノードＡ－ノードＮ２－ノードＮ１－ノードＰ１が、ノードＡとノードＰ１の間の最短経路として求められる。また、この経路の距離も求められる。同様に、ノードＡ（６３）とノードＰ２（６５）の間の最短経路が、ノードＡ－ノードＮ５－ノードＰ２として求められ、またその距離が求められる。

[0071] ステップＳ１３３では、危険度Riskが、作業員とＡＧＶの間の経路の距離Distに基づいてRisk = 1/Distと決定される。ここでは、ＡＧＶ６０と作業員６１の間の危険度は、Risk=1/3.5=0.29と算出され、ＡＧＶ６０と作業員６２の間の危険度はRisk=1/1.5=0.67と算出される。ＡＧＶ６０と作業員６１，６２の間の直線距離はほぼ同一であるが、走行経路を考慮することで、ＡＧＶ６０と作業員６２の間の危険度を、ＡＧＶ６０と作業員６１の間の危険度よりも大きく算出することができる。

[0072] 図７Ａは、危険度算出処理の他の具体例を示すフローチャートである。本例では、作業員とＡＧＶの移動速度を考慮して、作業員とＡＧＶの間の経路を求める。なお、本例においては、作業員およびＡＧＶの移動速度（方向および速さ）が求められているものとする。移動速度は、直近の複数フレームにおける作業員およびＡＧＶの位置から求めることができる。図７Ｂに、ＡＧＶ６０および作業員６１，６２の位置とその移動速度が表されている（矢印７０～７２）。

[0073] ステップＳ１３１において、危険度算出部２５は、作業員とＡＧＶの検出位置に対応する走行可能経路のグラフ（リンク）上の位置を特定する。この処理は上記と同様であるので説明を省略する。

[0074] ステップＳ１３５において、危険度算出部２５は、作業員とＡＧＶのうち速さが速い方を選択する。この選択は、作業員とＡＧＶのペアごとに行われる。例えば、図７Ｂに示す状況では、ＡＧＶ６０と作業員６１に関しては作業員６１の方が選択され、ＡＧＶ６０と作業員６２に関してはＡＧＶ６０が選択される。

[0075] ステップＳ１３６において、危険度算出部２５は、ステップＳ１３５で選択された作業員またはＡＧＶ（以下、高速移動物体と称する）が、次に到達するノードを特定する。ステップＳ１３７において、危険度算出部２５は、ステップＳ１３６で特定されたノードと、ステップＳ１３５で選択されなかった作業員またはＡＧＶ（以下、低速移動物体と称する）との間の、最短経路を求める。ステップＳ１３８において、危険度算出部２５は、高速移動物体の位置と次ノードを結ぶ経路と、ステップＳ１３５で求められた最短経路を足し合わせた経路を、作業員とＡＧＶの間の経路として決定する。すなわち、本例のステップＳ１３５～Ｓ１３８の処理では、走行可能経路に沿った作業員とＡＧＶの間の経路のうち、高速移動物体の進行方向にあるノードを経由する最短経路が決定される。

[0076] 図７Ｃを参照して、ＡＧＶ６０と作業員６１の組み合わせについて具体的に説明する。この例では、作業員６１の方が速く移動しているので、作業員６１が高速移動物体として選択され、ＡＧＶ６０が低速移動物体として選択される（Ｓ１３５）。作業員６１は、図中右方向に移動しているので、次に到達するノードはノードＮ４である（Ｓ１３６）。したがって、ノードＮ４とノードＡ（７３）の最短経路として経路７５が求められ（Ｓ１３７）、ノードＰ１（７４）とノードＮ４を結ぶ経路７６と経路７５を足し合わせた経路が、作業員６１とＡＧＶ６０の間の経路として決定される（Ｓ１３８）。

[0077] 図７Ｄを参照して、ＡＧＶ６０と作業員６２の組み合わせについて具体的に説明する。この例では、ＡＧＶ６０の方が速く移動しているので、ＡＧＶ６０が高速移動物体として選択され、作業員６２が低速移動物体として選択される（Ｓ１３５）。ＡＧＶ６０は、図中右方向に移動しているので、次に到達するノードはノードＮ５である（Ｓ１３６）。したがって、ノードＮ５とノードＰ２（７７）の最短経路として経路７８が求められ（Ｓ１３７）、ノードＡ（７３）とノードＮ５を結ぶ経路７９と経路７９を足し合わせた経路が、作業員６２とＡＧＶ６０の間の経路として決定される（Ｓ１３８）。

[0078] ステップＳ１３９において、危険度算出部２５は、作業員とＡＧＶの間の

経路の距離および作業員とＡＧＶの移動速度に基づいて危険度を算出する。ここで、作業員とＡＧＶの間の距離をDist，作業員の速さをV_p，ＡＧＶの速さをV_{AGP}とすると、危険度Riskは、例えば、

$$Risk = Max(V_p, V_{AGP})/Dist$$

によって求めることができる。

[0079] この例では、危険度は距離に反比例しているが、距離が小さいほど危険度が大きく算出されればよい。また、この例では、作業員の速さとＡＧＶの速さのうちの速い方の値（最大値）が大きいほど危険度が大きく算出されるが、他の方法で危険度を求めてもよい。例えば、作業員とＡＧＶの相対速度が大きいほど危険度を大きく算出してもよい。ここで相対速度は、作業員とＡＧＶを結ぶ経路の方向を考慮して算出され、異なる方向（向かい合う方向）に進んでいる場合は速さの和が相対速度となり、同じ方向に進んでいる場合は速さの差（絶対値）が相対速度となる。

[0080] なお、本例においても、速度を考慮せずに経路の距離のみに基づいて危険度を算出しても構わない。

[0081] 図３に戻って、ステップＳ１４のＡＧＶ制御指令の作成・送信処理について説明する。

[0082] 図８Ａは、ステップＳ１４のＡＧＶ制御指令の生成・送信処理の詳細を示すフローチャートである。制御指令送信部２６は、ステップＳ１３で求めた危険度Ｒｉｓｋを閾値ＴＨ１，ＴＨ２（ＴＨ１＜ＴＨ２）と比較して、比較結果に基づいてＡＧＶ４０の走行速度を決定する。

[0083] 制御指令送信部２６は、危険度Ｒｉｓｋが第１の閾値ＴＨ１以下の場合（Ｓ１４１－ＹＥＳ）は走行速度をＶ１に決定（Ｓ１４２）し、危険度Ｒｉｓｋが第２の閾値ＴＨ２以下の場合（Ｓ１４３－ＹＥＳ）は走行速度をＶ２（Ｖ２＜Ｖ１）に決定し（Ｓ１４４）、それ以外の場合（Ｓ１４３－ＮＯ）は走行速度をゼロに決定する（Ｓ１４５）。そして、制御指令送信部２６は、上記で決定した走行速度を含む制御指令を生成して、ホスト装置３０に送信する（Ｓ１４６）。

[0084] 図８Ｂは、上記のフローチャートに従う制御における、危険度Ｒｉｓｋと ＡＧＶの走行速度Ｖの関係を示すグラフである。ここでは、２つの閾値によって危険度を３つのレベルに分けて、レベル毎に予め定められた速さ（Ｖ１，Ｖ２，０）でＡＧＶが移動するように制御している。しかしながら、レベルの数は３つである必要は無く、２レベルあるいは４レベル以上に分けても構わない。また、この例では、速度を上げる場合と下げる場合で同じ閾値を採用しているが、速度を上げる場合と下げる場合で異なる閾値を採用してヒステリシスを持たせてもよい。

[0085] また、図８Ａのフローチャートでは、処理ごとにＡＧＶの制御指令を生成・送信するように示しているが、ＡＧＶの走行速度を変化させる必要が生じた場合のみ、制御指令を生成・送信するようにしても構わない。

[0086] 以上のように、本実施形態によれば、作業員とＡＧＶの間の単純な直線距離ではなく、ＡＧＶの移動可能経路に沿った経路の距離に基づいて危険度を算出しているので、作業員とＡＧＶが接触する危険性をより適切に評価できる。したがって、本来は接触の危険性が低いにもかかわらずＡＧＶを停止させてしまうような事態を避けることができる。

[0087] ＜その他＞

上記実施形態は、本発明の構成例を例示的に説明するものに過ぎない。本発明は上記の具体的な形態には限定されることはなく、その技術的思想の範囲内で種々の変形が可能である。

[0088] 上記の実施形態において、作業員およびＡＧＶの位置を魚眼カメラによる撮影画像から検出しているが、魚眼カメラ以外のカメラによる撮影画像から検出してもよい。また、画像以外から作業員およびＡＧＶの位置を検出してもよい。例えば、作業員およびＡＧＶにビーコン（電波）を発信するビーコン発信器を取り付け、ＡＧＶ制御装置２０がビーコン受信器によってビーコンを受信することで、作業員およびＡＧＶの位置を検出してもよい。なお、電波以外に、超音波や可視光を用いて位置を検出してもよい。

[0089] 上記の実施形態において、ＡＧＶ制御装置２０が危険度に基づいて制御指

令を生成してホスト装置３０に送信し、ホスト装置３０からＡＧＶ４０に制御指令を送信している。しかしながら、ＡＧＶ制御装置２０は危険度のみをホスト装置３０に送信して、ホスト装置３０がＡＧＶの制御を決定してもよい。また、ＡＧＶ制御装置２０がＡＧＶ４０に対して制御指令を直接送信してもよい。

[0090] ＜付記＞

１．作業員（２）および無人搬送車（４０）が移動する環境における前記作業員（２）および前記無人搬送車（４０）の位置を検出する検出手段（２４）と、

前記環境において前記無人搬送車（４０）の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員（２）と前記無人搬送車（４０）の間の距離に基づいて、前記無人搬送車（４０）が前記作業員（２）に与える危険度を算出する算出手段（２５）と、

を備える、危険度算出装置（２０）。

[0091] ２．コンピュータ（２０）によって実行される危険度算出方法であって、

作業員（２）および無人搬送車（４０）が移動する環境における前記作業員（２）および前記無人搬送車（４０）の位置を検出する検出ステップ（Ｓ１２）と、

前記環境において前記無人搬送車（４０）の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員（２）と前記無人搬送車（４０）の間の距離に基づいて、前記無人搬送車（４０）が前記作業員（２）に与える危険度を算出する算出ステップ（Ｓ１３）と、

を含む、危険度算出方法。

符号の説明

[0092] １０：魚眼カメラ　２０：ＡＧＶ制御装置　３０：ホスト装置　４０：ＡＧＶ

２１：画像取得部　２２：環境地図作成部　２３：地図記憶部

２４：検出部　２５：危険度算出部　２６：制御指令送信部

請求の範囲

[請求項1] 作業員および無人搬送車が移動する環境における前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する検出手段と、

前記環境において前記無人搬送車の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の距離に基づいて、前記無人搬送車が前記作業員に与える危険度を算出する算出手段と、

を備える、危険度算出装置。

[請求項2] 前記算出手段は、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の最短経路の距離に基づいて、前記危険度を算出する、

請求項１に記載の危険度算出装置。

[請求項3] 前記算出手段は、前記作業員と前記無人搬送車のうち速さが速い方の進行方向にあるノードを経由する、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の最短経路の距離に基づいて、前記危険度を算出する、

請求項１に記載の危険度算出装置。

[請求項4] 前記環境地図は、前記走行可能経路がグラフ形式で表されており、

前記算出手段は、最短経路探索アルゴリズムを用いて、前記最短経路を求める、

請求項２または３に記載の危険度算出装置。

[請求項5] 前記算出手段は、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の距離が小さいほど、前記危険度を大きく算出する、

請求項１から４のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項6] 前記算出手段は、前記作業員の移動の速さおよび前記無人搬送車の移動の速さの少なくとも一方も考慮して、前記危険度を算出する、

請求項１から５のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項7] 前記算出手段は、前記作業員の速さと前記無人搬送車の速さのうちの最大値が大きいほど、前記危険度を大きく算出する、

請求項６に記載の危険度算出装置。

[請求項8] 前記算出手段は、前記作業員と前記無人搬送車の相対速度が大きいほど、前記危険度を大きく算出する、

請求項６に記載の危険度算出装置。

[請求項9] 前記環境の画像を撮影するカメラをさらに備え、

前記検出手段は、前記画像に対する画像処理によって、前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する、

請求項１から８のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項10] 前記作業員および前記無人搬送車が有するビーコン発信器から送信される電波を受信する受信器をさらに備え、

前記検出手段は、前記受信器の受信結果に基づいて、前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する、

請求項１から８のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項11] 前記環境を撮影した画像から前記無人搬送車を検出し、当該検出の結果に基づいて前記環境地図を作成する地図作成手段をさらに備える、

請求項１から１０のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項12] 位置検出手段を備えた無人搬送車から送信される位置情報に基づいて、前記環境地図を作成する地図作成手段をさらに備える、

請求項１から１０のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項13] 前記環境を撮影した画像におけるユーザの設定に基づいて、前記環境地図を作成する地図作成手段をさらに備える、

請求項１から１０のいずれか１項に記載の危険度算出装置。

[請求項14] 請求項１から１３のいずれか１項に記載の危険度算出装置と、

前記算出手段によって算出された前記危険度に応じて、前記無人搬送車の移動速度を制御する制御手段と、

を備える制御装置。

[請求項15] 前記制御手段は、前記危険度をレベル分けし、危険度のレベルに応

じた速度で前記無人搬送車が移動するように制御する、

請求項１４に記載の制御装置。

[請求項16] コンピュータによって実行される危険度算出方法であって、

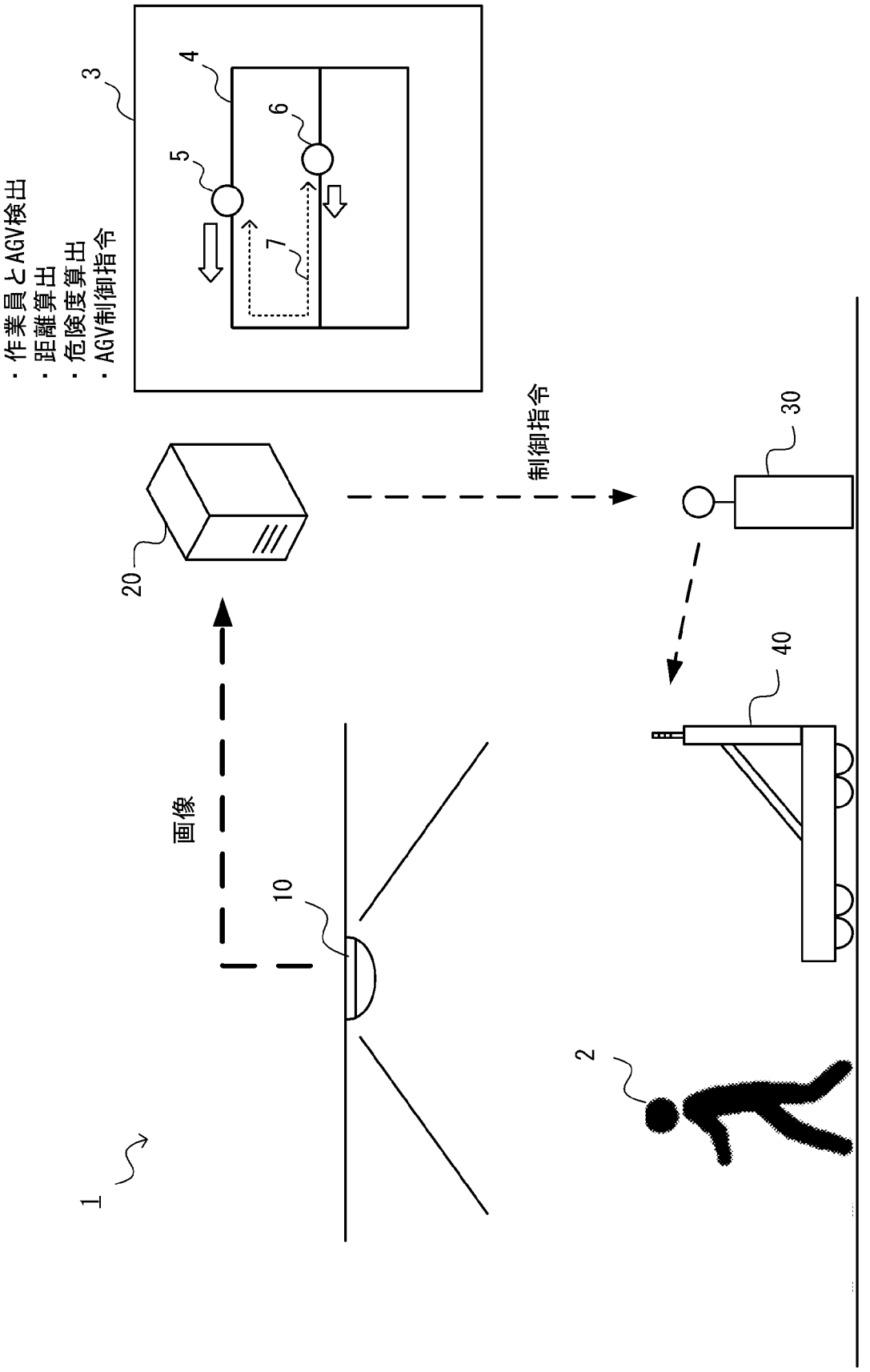
作業員および無人搬送車が移動する環境における前記作業員および前記無人搬送車の位置を検出する検出ステップと、

前記環境において前記無人搬送車の走行可能経路を含む環境地図を参照して、前記走行可能経路に沿った前記作業員と前記無人搬送車の間の距離に基づいて、前記無人搬送車が前記作業員に与える危険度を算出する算出ステップと、

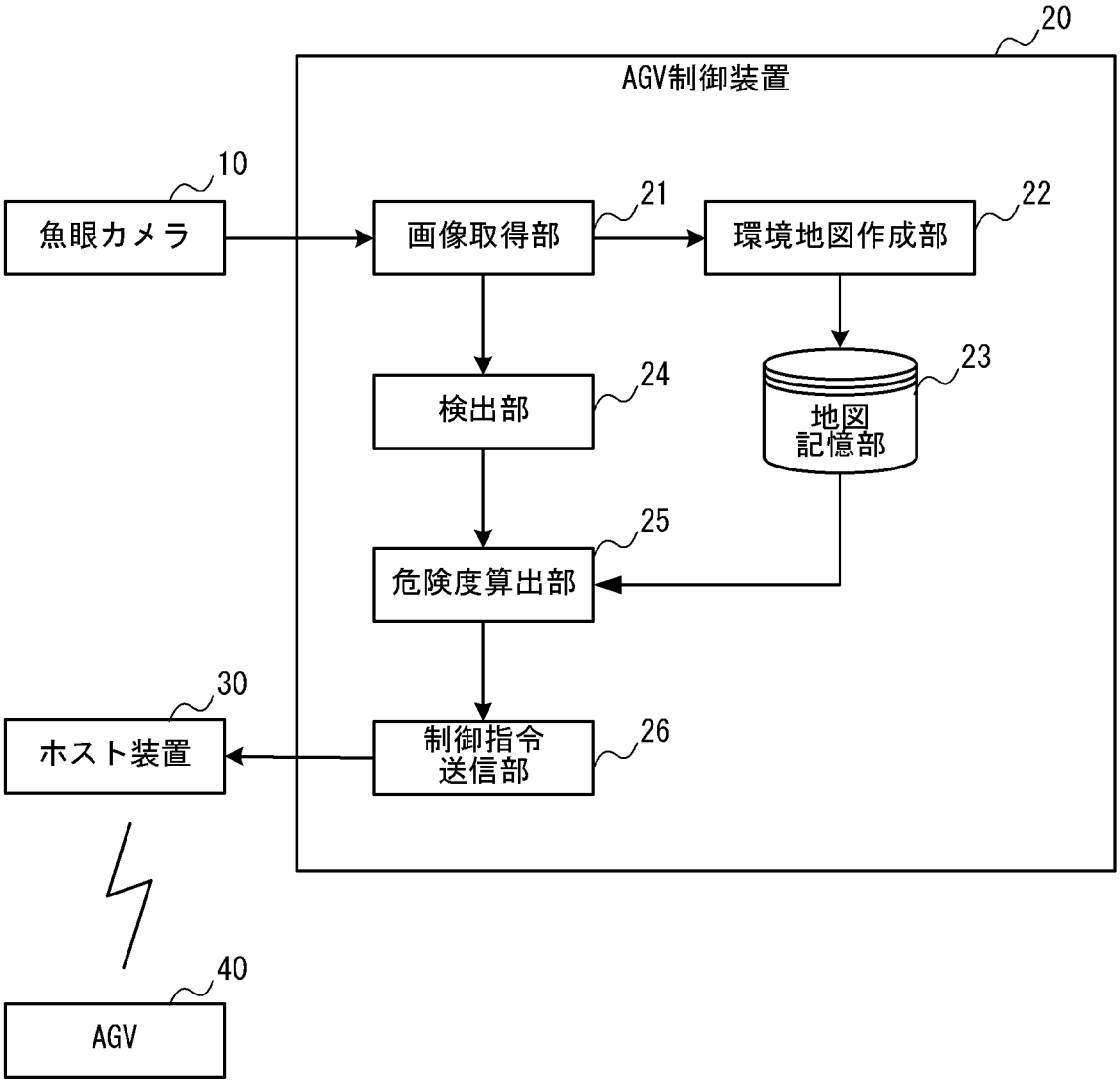
を含む、危険度算出方法。

[請求項17] コンピュータを請求項１から１５のいずれか１項に記載の装置の各手段として機能させるためのプログラム。

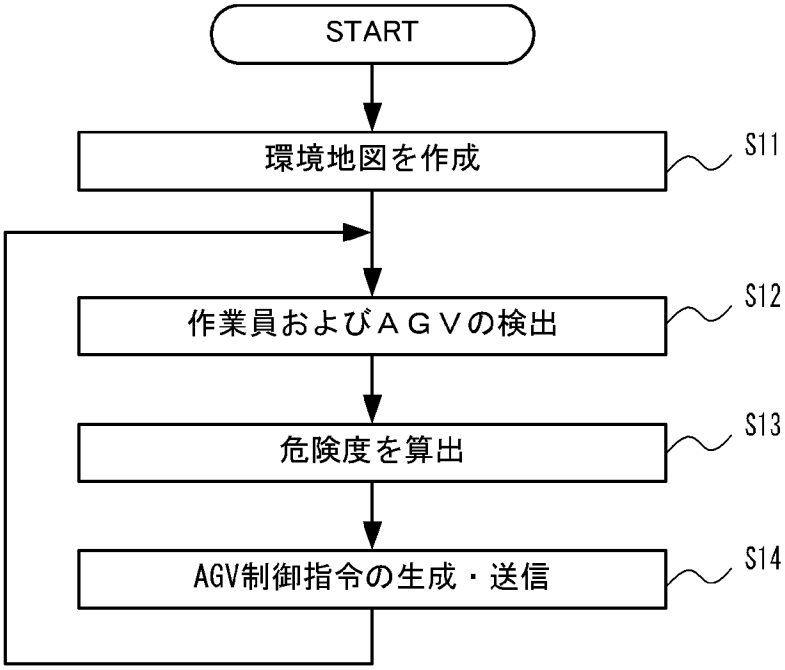
[図1]



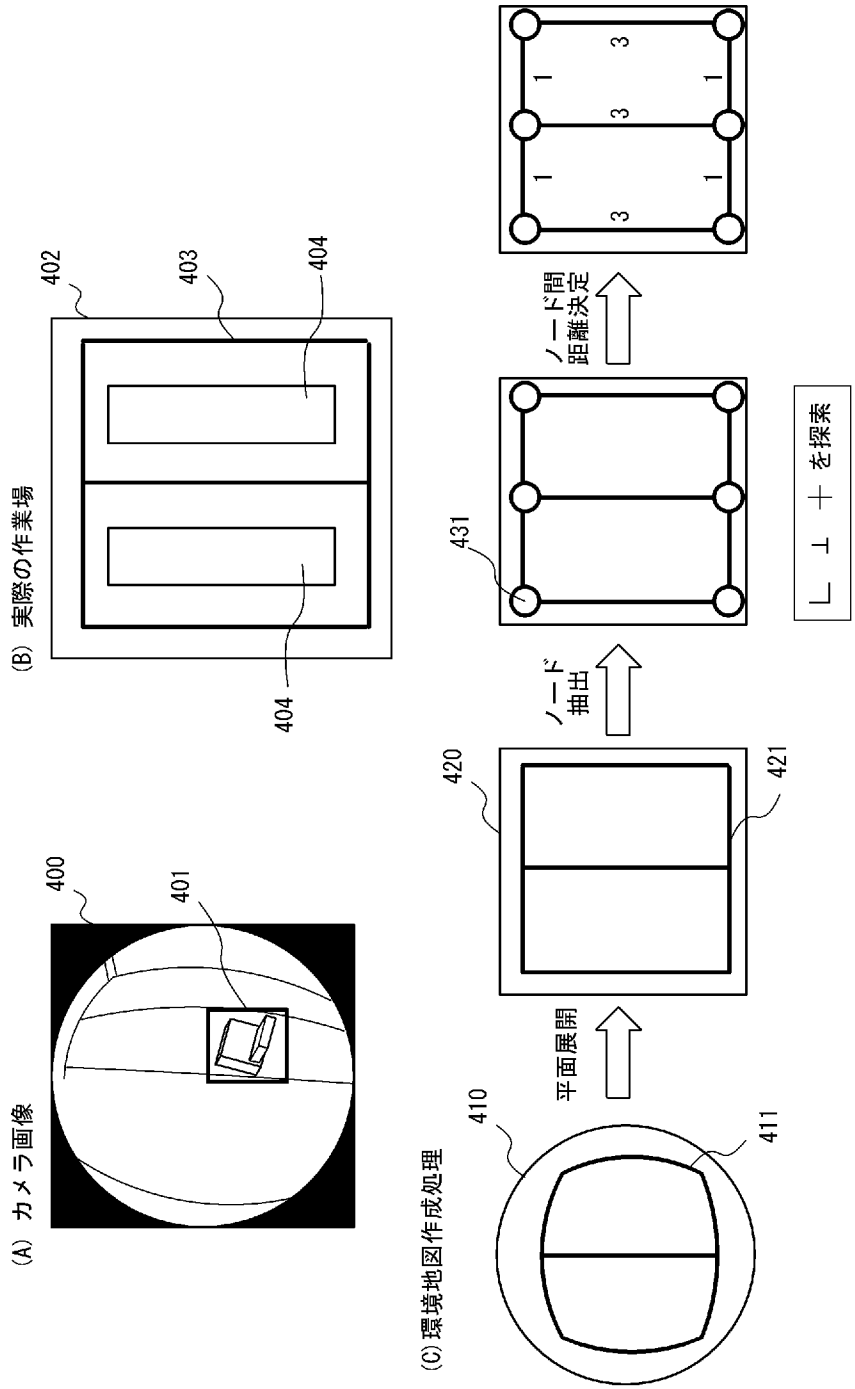
[図2]


20
AGV制御装置
10
魚眼カメラ
21
画像取得部
22
環境地図作成部
23
地図
記憶部
24
検出部
25
危険度算出部
30
ホスト装置
制御指令
送信部
26
40
AGV

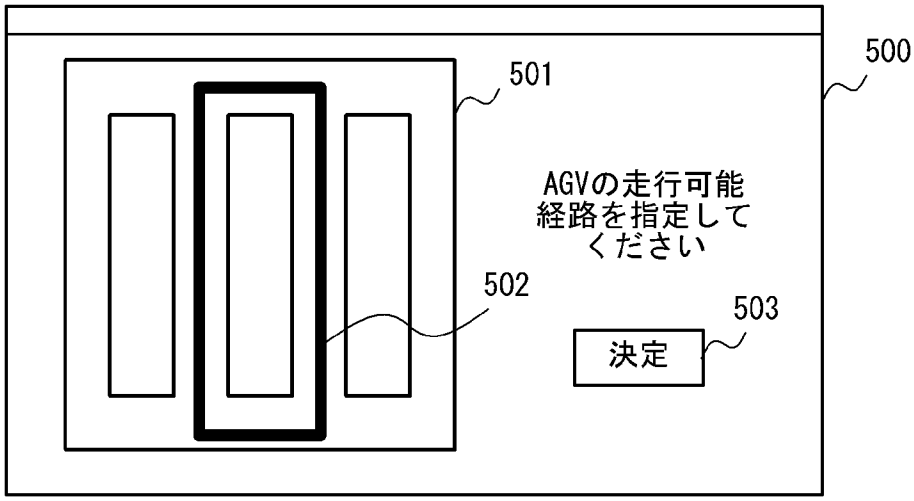
[図3]


START
環境地図を作成
S11
作業員およびＡＧＶの検出
S12
危険度を算出
S13
AGV制御指令の生成・送信
S14

[図4]

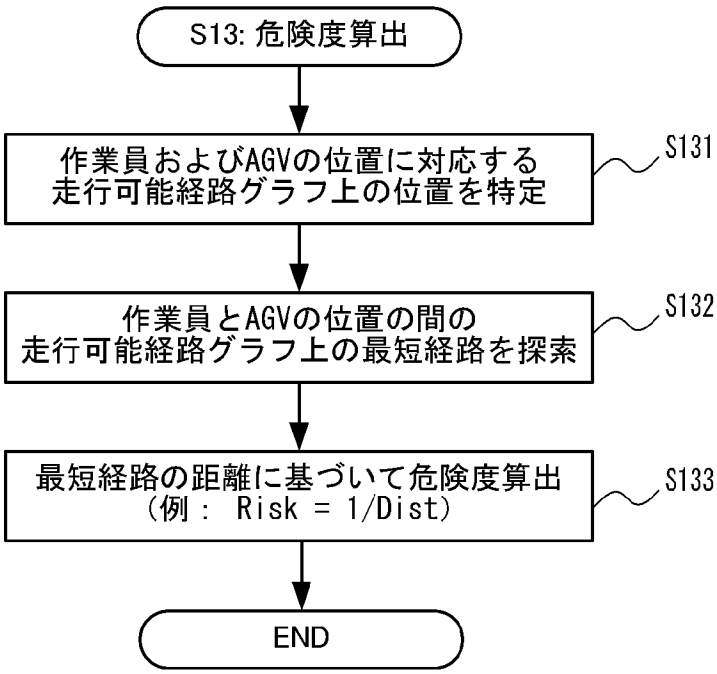

(A) カメラ画像
400
401
(B) 実際の作業場
402
403
404
404
(C) 環境地図作成処理
410
411
平面展開
420
421
ノード抽出
431
ノード間距離決定
1
3
1
3
1
3
L ⊥ + を探索

[図5]

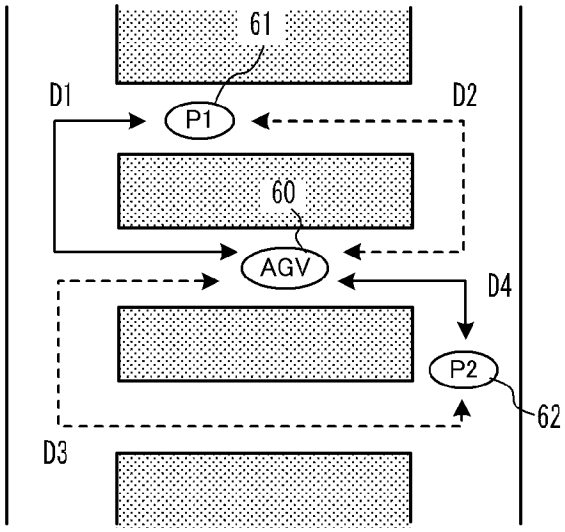

500
501
AGVの走行可能
経路を指定して
ください
502
503
決定

[図6]

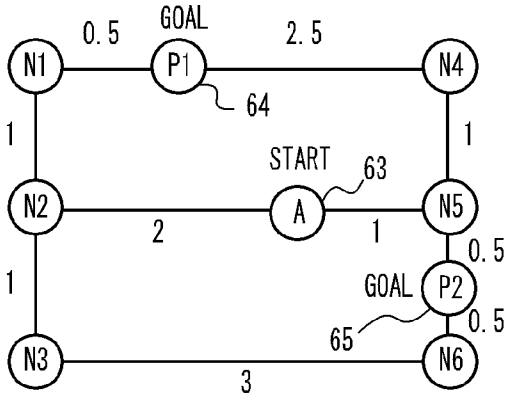
(A)



(B)

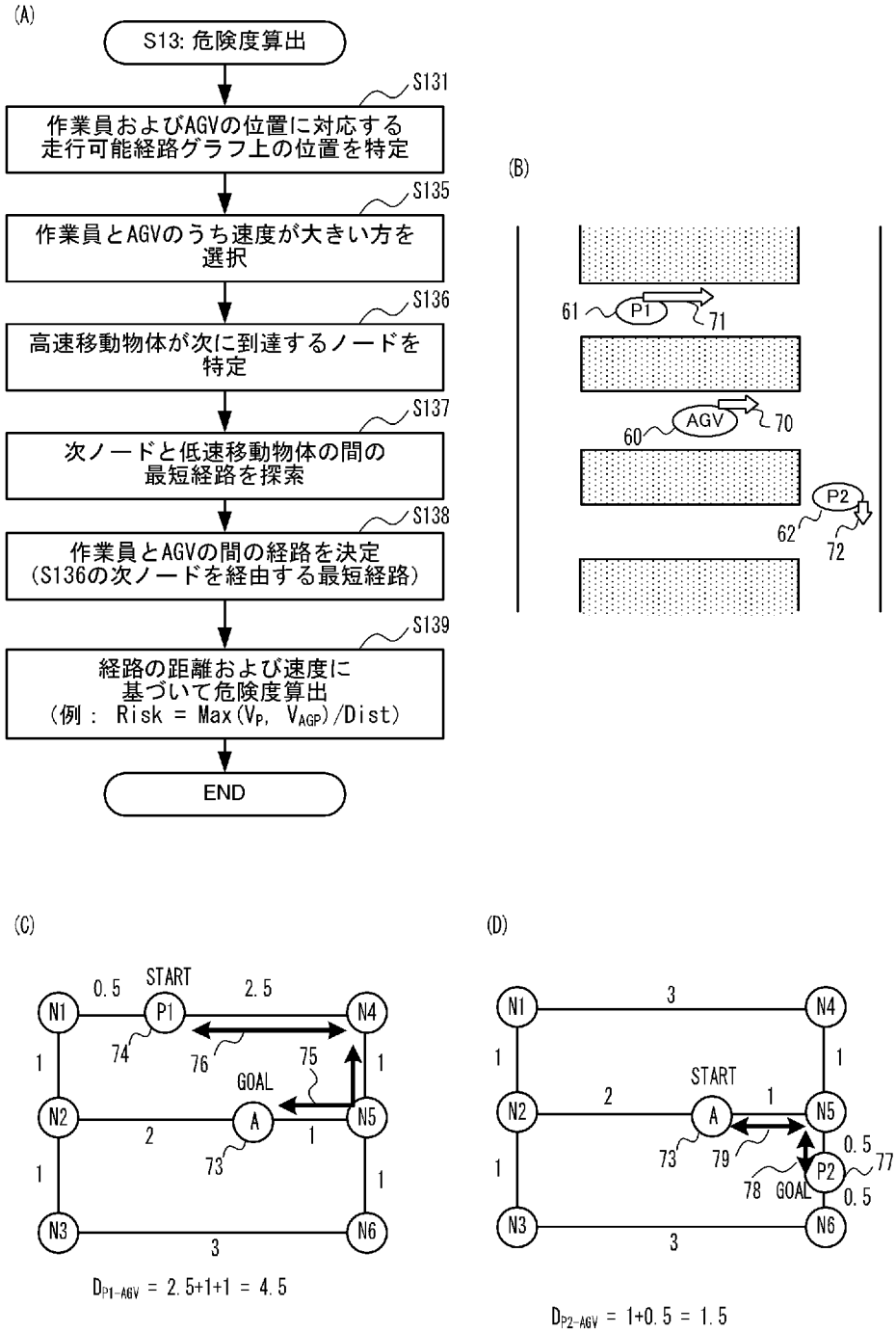


(C)



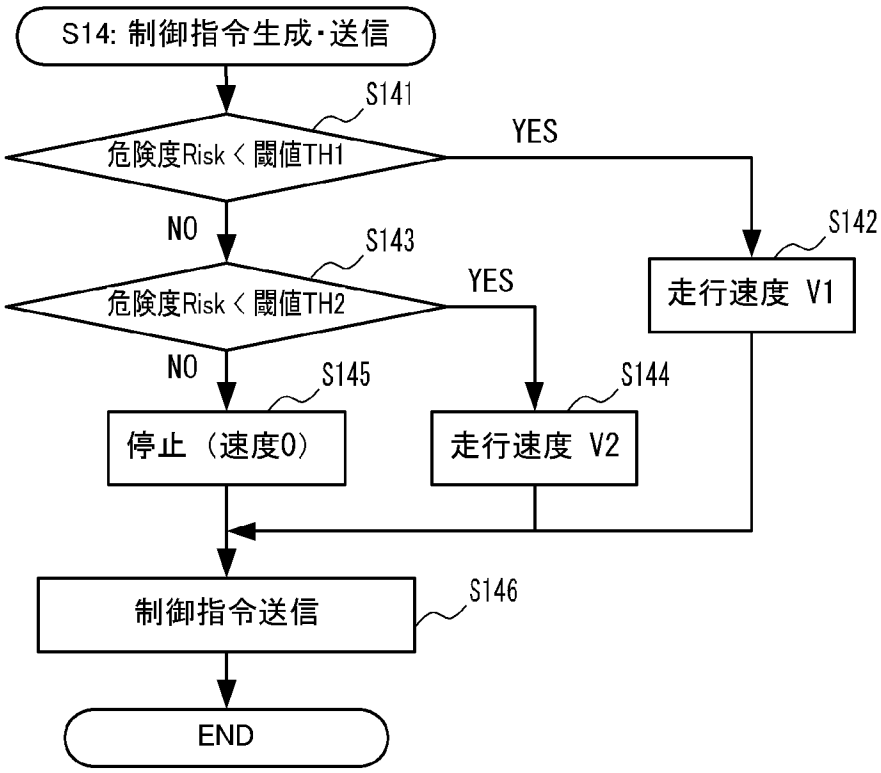
D_{P1-AGV} = 2+1+0.5 = 3.5
D_{P2-AGV} = 1+0.5 = 1.5

[図7]

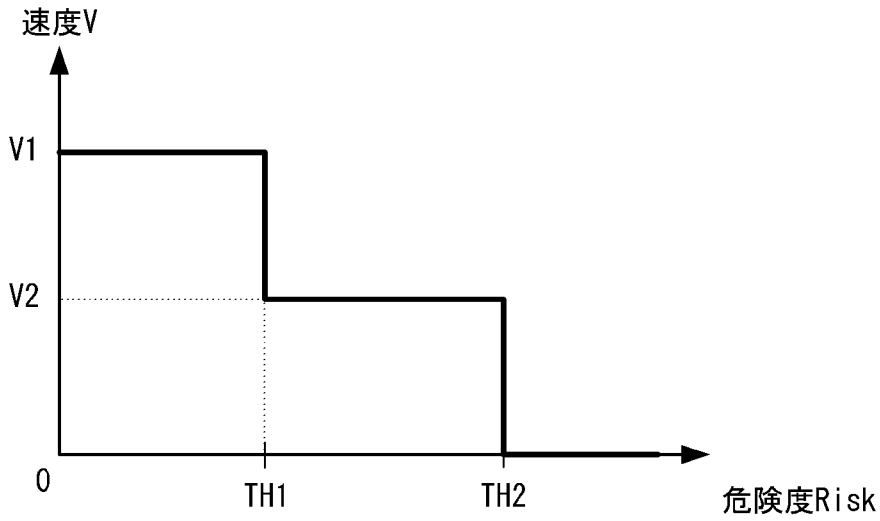

(A)
S13: 危険度算出
S131
作業員およびAGVの位置に対応する
走行可能経路グラフ上の位置を特定
S135
作業員とAGVのうち速度が大きい方を
選択
S136
高速移動物体が次に到達するノードを
特定
S137
次ノードと低速移動物体の間の
最短経路を探索
S138
作業員とAGVの間の経路を決定
(S136の次ノードを経由する最短経路)
S139
経路の距離および速度に
基づいて危険度算出
(例： Risk = Max(VP, VAGP)/Dist)
END
(B)
61
P1
71
AGV
70
60
P2
62
72
(C)
START
0.5
2.5
N1
P1
N4
74
76
75
1
1
GOAL
N2
A
N5
2
1
73
1
1
N3
3
N6
DP1-AGV = 2.5+1+1 = 4.5
(D)
N1
3
N4
1
1
START
2
1
N2
A
N5
73
79
0.5
77
1
P2
78
GOAL
0.5
N3
3
N6
DP2-AGV = 1+0.5 = 1.5

[図8]

(A)


S14: 制御指令生成・送信
S141
危険度Risk < 閾値TH1
YES
NO
S142
走行速度 V1
S143
危険度Risk < 閾値TH2
YES
NO
S145
S144
停止 (速度0)
走行速度 V2
制御指令送信
S146
END

(B)


速度V
V1
V2
0
TH1
TH2
危険度Risk

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/047022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G05D1/02(2020.01)i
FI: G05D1/02R, G05D1/02H

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G05D1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-109879 A (THE BOEING COMPANY) 04 July 2019 (2019-07-04), paragraphs [0003], [0033]-[0067],	1-3, 5-9, 11-17
Y	fig. 2-4	4, 10
Y	JP 2012-038011 A (IHI CORPORATION) 23 February 2012 (2012-02-23), paragraph [0002]	4
Y	WO 2018/062336 A1 (NEC CORPORATION) 05 April 2018 (2018-04-05), paragraph [0034], fig. 1	10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 19 February 2021	Date of mailing of the international search report 02 March 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/047022

JP 2019-109879 A	04 July 2019	US 2019/0187699 A1 paragraphs [0003], [0046]-[0080], fig. 2-4 US 2019/0310626 A1 EP 3499334 A1 CN 109933064 A
JP 2012-038011 A	23 February 2012	(Family: none)
WO 2018/062336 A1	05 April 2018	US 2019/0265735 A1 paragraph [0060], fig. 1 EP 3521158 A1

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/047022

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05D 1/02(2020.01)i
FI: G05D1/02 R; G05D1/02 H

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05D1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2019-109879 A (ザ・ボーイング・カンパニー) 04.07.2019 (2019-07-04) 段落[0003],[0033]-[0067], 図2-4	1-3,5-9,11-17
Y		4,10
Y	JP 2012-038011 A (株式会社ＩＨＩ) 23.02.2012 (2012-02-23) 段落[0002]	4
Y	WO 2018/062336 A1 (日本電気株式会社) 05.04.2018 (2018-04-05) 段落[0034],図1	10

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
19.02.2021	02.03.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
影山　直洋 3U 5785
電話番号 03-3581-1101 内線 3364

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/047022

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-109879 A	04.07.2019	US 2019/0187699 A1 段落[0003],[0046]-[0080], 図2-4 US 2019/0310626 A1 EP 3499334 A1 CN 109933064 A	
JP 2012-038011 A	23.02.2012	（ファミリーなし）	
WO 2018/062336 A1	05.04.2018	US 2019/0265735 A1 段落[0060],図1 EP 3521158 A1	