

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7559883号
(P7559883)

(45)発行日 令和6年10月2日(2024.10.2)

(24)登録日 令和6年9月24日(2024.9.24)

(51)国際特許分類

F I

G 0 5 D 1/43 (2024.01)

G 0 5 D 1/43

B 6 5 G 1/00 (2006.01)

B 6 5 G 1/00

5 0 1 C

請求項の数 18 (全29頁)

(21)出願番号	特願2023-113381(P2023-113381)	(73)特許権者	000004237
(22)出願日	令和5年7月11日(2023.7.11)		日本電気株式会社
(62)分割の表示	特願2021-542634(P2021-542634)		東京都港区芝五丁目7番1号
	)の分割	(74)代理人	100141519
原出願日	令和2年7月21日(2020.7.21)		弁理士 梶田 邦之
(65)公開番号	特開2023-134605(P2023-134605)	(72)発明者	吉田 裕志
	A)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(43)公開日	令和5年9月27日(2023.9.27)	(72)発明者	熊谷 太一
審査請求日	令和5年7月11日(2023.7.11)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-153964(P2019-153964)	(72)発明者	安田 真也
(32)優先日	令和1年8月26日(2019.8.26)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		審査官 牧 初
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 搬送システム、制御装置、搬送方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の移動体の位置情報と、第2の移動体の位置情報とを取得する取得手段と、
前記第1の移動体の位置情報と前記第2の移動体の位置情報とに応じて、前記第1の移動体と前記第2の移動体とで物品を挟み込んで搬送するための制御情報を前記第1の移動体と前記第2の移動体とに送信する制御手段と、
前記物品を搬送する前記第1の移動体及び前記第2の移動体を所定の基準に基づいて選択する移動体選択手段と、
を含む、搬送システム。

【請求項2】

前記取得手段は、前記物品の搬送元又は搬送先に関する情報を含む、物品搬送計画情報を取得し、
前記物品搬送計画情報に応じて、前記第1の移動体と前記第2の移動体が前記物品を搬送するための経路を特定する特定手段を備え、
前記制御手段は、前記第1の移動体と前記第2の移動体とで前記物品を挟み込んで前記経路上で搬送するための制御情報を前記第1の移動体とに送信する、請求項1に記載の搬送システム。

【請求項3】

前記特定手段は、前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報にさらに応じて、前記物品を搬送するための前記経路を特定する、請求項2に記載の搬送システム。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記特定した経路上に存在する第 3 の移動体と前記第 1 の移動体及び第 2 の移動体との距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定する、請求項 3 に記載の搬送システム。

【請求項 5】

移動体の稼働時間に関する情報に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択する移動体選択手段を備える、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の搬送システム。

【請求項 6】

前記物品の重量に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択する移動体選択手段を備える、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の搬送システム。

10

【請求項 7】

第 1 の移動体の位置情報と、第 2 の移動体の位置情報とを取得する取得手段と、

前記第 1 の移動体の位置情報と前記第 2 の移動体の位置情報とに応じて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とで物品を挟み込んで搬送するための制御情報を前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とに送信する制御手段と、

前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を所定の基準に基づいて選択する移動体選択手段と、

を含む、制御装置。

20

【請求項 8】

前記取得手段は、前記物品の搬送元又は搬送先に関する情報を含む、物品搬送計画情報を取得し、

前記物品搬送計画情報に応じて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体が前記物品を搬送するための経路を特定する特定手段を備え、

前記制御手段は、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とで前記物品を挟み込んで前記経路上で搬送するための制御情報を前記第 1 の移動体に送信する、請求項 7 に記載の制御装置。

【請求項 9】

前記特定手段は、前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報にさらにに応じて、前記物品を搬送するための前記経路を特定する、請求項 8 に記載の制御装置。

30

【請求項 10】

前記制御手段は、前記特定した経路上に存在する第 3 の移動体と前記第 1 の移動体及び第 2 の移動体との距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定する、請求項 9 に記載の制御装置。

【請求項 11】

移動体の稼働時間に関する情報に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択する移動体選択手段を備える、請求項 7 から 10 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 12】

前記物品の重量に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択する移動体選択手段を備える、請求項 7 から 10 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

40

【請求項 13】

第 1 の移動体の位置情報と、第 2 の移動体の位置情報とを取得することと、

前記第 1 の移動体の位置情報と前記第 2 の移動体の位置情報とに応じて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とで物品を挟み込んで搬送するための制御情報を前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とに送信することと、

前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を所定の基準に基づいて選択することと、

を含む、搬送システムにより行われる搬送方法。

50

【請求項 1 4】

前記取得することは、前記物品の搬送元又は搬送先に関する情報を含む、物品搬送計画情報を取得することを含み、

前記物品搬送計画情報に応じて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体が前記物品を搬送するための経路を特定することを更に含み、

前記送信することは、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体とで前記物品を挟み込んで前記経路上で搬送するための制御情報を前記第 1 の移動体に送信することを含む、請求項 1 3 に記載の搬送方法。

【請求項 1 5】

前記特定することは、前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報にさらに応じて、前記物品を搬送するための前記経路を特定することを含む、請求項 1 4 に記載の搬送方法。

【請求項 1 6】

前記特定した経路上に存在する第 3 の移動体と前記第 1 の移動体及び第 2 の移動体との距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定することをさらに含み、請求項 1 5 に記載の搬送方法。

【請求項 1 7】

移動体の稼働時間に関する情報に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択することを更に含み、請求項 1 3 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の搬送方法。

【請求項 1 8】

前記物品の重量に応じて、前記物品を搬送する前記第 1 の移動体及び前記第 2 の移動体を選択することを更に含み、請求項 1 3 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の搬送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、搬送システム、制御装置、搬送方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

工場等の生産現場では、使用する部品、資材などの物品移動が欠かせない。また、物流倉庫においても物品の移動が必要となる。これらの物品移動に搬送ロボット（AGV；Automated Guided Vehicle）が活用される。

【0 0 0 3】

ここで、工場等における物品移動に関しては、物品の搬送先は予め決まっており、取り扱う物品（資材）の種類もさほど多くはない。そのため、搬送ロボットは、種類の限られた物品を決まった経路で運搬すればよいことになる。

【0 0 0 4】

上記の事情から、工場等では、例えば、磁気テープやQRコード（登録商標）を床に貼り付け当該磁気テープ等を頼りに移動する搬送ロボットが用いられることが多い。あるいは、近年では、SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）と称される、自身の位置を推定し目的地まで移動する搬送ロボットが用いられることもある。

【0 0 0 5】

特許文献 1 には、2 台のロボットの上に物品を載せて搬送するロボットが開示されている。また、特許文献 2 には、物品を載せている台車ごと搬送するロボットが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 6】

【文献】特開 2 0 1 5 - 0 9 9 5 2 4 号公報

【文献】特開 2 0 0 9 - 0 0 6 4 1 5 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記説明した磁気テープ等を用いた搬送ロボットやSLAM型の搬送ロボットは、工場等における物品の搬送には適するが、物流倉庫等での物品発送には不適な面がある。

【0008】

物流倉庫では荷主（クライアント）により物品の搬送先が異なり、経路変更が柔軟に行えない磁気テープやQRコード（登録商標）を用いた搬送ロボットを使用することは難しい。つまり、荷主の要望を満たすためには、磁気テープ等を頻繁に張り直す必要があり現実的ではない。また、床に貼り付けられたQRコード（登録商標）等は台車等の移動により汚れ、時間の経過と共に搬送ロボットがQRコード（登録商標）を読み取ることが難しくなる。あるいは、貸倉庫では、床等に磁気テープ等を貼り付けることが禁じられていることもある。

10

【0009】

物流倉庫では、工場等とは異なり搬送ロボットの周辺環境が頻繁に変わることも多い。例えば、通路上に障害物が置かれ、搬送ロボットの経路を塞いでしまうこともある。このように、既存の搬送ロボットは、物流倉庫での物品搬送に適さないことが多い。

【0010】

工場等では、搬送ロボットが取り扱う物品は予め決まっており、物品に合わせた搬送形態が選択可能である。例えば、搬送ロボットが台車となって当該ロボットの上に物品を載せて搬送する形態や、牽引器具がついた台車を搬送ロボットが引っ張って搬送する形態や、台車ごとリフトアップして搬送する形態の中から物品に適した方式が選択される。あるいは、大規模な工場等では、ベルトコンベアにより物品を搬送することもある。

20

【0011】

しかし、物流倉庫では、電子商取引（Eコマース）により消費者に届けられる物品やオークション等の個人間で取引される物品が取り扱われるため、搬送ロボットが取り扱う物品の種類は膨大であり、その形状等を予め想定することはできない。そのため、台車に載せるタイプのロボットでは、物品のサイズごとに数多くのロボットを用意する必要がある。

【0012】

物流倉庫では、物品（荷物）は台車に乗せられて倉庫に搬入されることが多く、物品を台車に載せるタイプのロボットでは、作業者が荷物を積み替える必要がある。また、牽引するタイプのロボットでは、作業者が牽引器具と搬送ロボットを接続する作業が必要となる。さらに、台車ごとリフトアップする搬入口ロボットやベルトコンベアによる物品の搬送は、大規模な工場等には適するが、物流倉庫、とりわけ小規模な物流倉庫には不適である。

30

【0013】

このように、物流倉庫では、荷物は台車によって搬入され、且つ、荷主（クライアント）ごとに台車や荷姿が異なるといった工場とは異なる事情がある。そのため、既存の搬送ロボットを物流倉庫の物品搬送に使用するには問題が多い。

【0014】

このような物流倉庫の事情に起因する問題は、特許文献1や2に開示された技術を適用しても解消することはできない。

40

【0015】

特許文献1には、マスタロボットに合わせてスレイブロボットが協調動作し、対象物を運搬する技術が開示されている。しかし、特許文献1に開示されたロボットは周辺環境を考慮に入れて動作していない。そのため、搬入口ロボットの周囲に存在する障害物等が検知されず、ロボットが障害物等に衝突する等の問題が生じる。

【0016】

特許文献2には、台車の持ち手を把持し、当該台車を押して移動する搬送ロボットが開示されている。当該文献に開示されたロボットは、台車の所定点とロボットの基準点が同じ軌道になるように制御することで、物品の搬送を可能としている。また、当該ロボット

50

は障害物センサを備えているが、当該センサから得られる障害物情報に基づき移動経路が決定されていないので、経路上に障害物が存在する場合などロボットが立ち往生する可能性がある。

【００１７】

本発明は、多種多様な物品を円滑に搬送することに寄与する、搬送システム、制御装置、搬送方法及びプログラムを提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１８】

本発明の第１の視点によれば、物品を搬送する、第１及び第２の搬送ロボットと、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報を生成する、生成装置と、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報に基づいて、前記物品を前記第１及び第２の搬送ロボットで搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボットに送信する、制御装置と、を含む、搬送システムが提供される。

10

【００１９】

本発明の第２の視点によれば、物品を搬送する、第１及び第２の搬送ロボットと、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報を生成する、生成装置と、に接続され、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報に基づいて、前記物品を前記第１及び第２の搬送ロボットで搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボットに送信する、制御装置が提供される。

【００２０】

本発明の第３の視点によれば、物品を搬送する、第１及び第２の搬送ロボットを含む搬送システムにおいて、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報を生成する、ステップと、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報に基づいて、前記物品を前記第１及び第２の搬送ロボットで搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボットに送信するステップと、を含む、搬送方法が提供される。

20

【００２１】

本発明の第４の視点によれば、物品を搬送する、第１及び第２の搬送ロボットと、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報を生成する、生成装置と、に接続された制御装置に搭載されたコンピュータに、前記第１の搬送ロボットの位置情報と前記第２の搬送ロボットの位置情報に基づいて、前記物品を前記第１及び第２の搬送ロボットで搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボットに送信する処理を実行させプログラムが提供される。

30

【発明の効果】

【００２２】

本発明の各視点によれば、多種多様な物品を円滑に搬送することに寄与する、搬送システム、制御装置、搬送方法及びプログラムが提供される。なお、本発明により、当該効果の代わりに、又は当該効果と共に、他の効果が奏されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】図１は、一実施形態の概要を説明するための図である。

【図２】図２は、一実施形態に係る搬送システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【図３】図３は、第１の実施形態に係る搬送システムの概略構成の一例を示す図である。

【図４】図４は、第１の実施形態に係る搬送ロボットの処理構成の一例を示す図である。

【図５】図５は、第１の実施形態に係る位置情報管理装置の処理構成の一例を示す図である。

40

【図６】図６は、カメラ装置の識別子とカメラ装置が撮影するエリアを対応づけた情報の一例を示す図である。

【図７】図７は、物体位置情報生成部の動作を説明するための図である。

【図８】図８は、位置情報管理装置から送信される物体位置情報の一例を示す図である。

50

【図 9】図 9 は、第 1 の実施形態に係る搬送計画装置の処理構成の一例を示す図である。

【図 10】図 10 は、搬送計画情報生成部が表示する画面の一例を示す図である。

【図 11】図 11 は、第 1 の実施形態に係る制御装置の処理構成（処理モジュール）の一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、フィールド構成の一例を示す図である。

【図 13】図 13 は、フィールド構成情報の一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、リンク構成情報の一例を示す図である。

【図 15】図 15 は、フィールド管理情報の一例を示す図である。

【図 16】図 16 は、ロボット管理情報の一例を示す図である。

【図 17】図 17 は、経路計算部による再計算を説明するための図である。

【図 18】図 18 は、経路計算部による再計算を説明するための図である。

【図 19】図 19 は、第 1 の実施形態に係る搬送システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【図 20】図 20 は、制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

はじめに、一実施形態の概要について説明する。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、この概要の記載はなんらの限定を意図するものではない。なお、本明細書及び図面において、同様に説明されることが可能な要素については、同一の符号を付することにより重複説明が省略され得る。

【0025】

一実施形態に係る搬送システムは、第 1 の搬送ロボット 101 と、第 2 の搬送ロボット 102 と、生成装置 103 と、制御装置 104 と、を含む（図 1 参照）。第 1 の搬送ロボット 101 と第 2 の搬送ロボット 102 は、物品を搬送する。生成装置 103 は、第 1 の搬送ロボット 101 の位置情報と第 2 の搬送ロボット 102 の位置情報を生成する。制御装置 104 は、第 1 の搬送ロボット 101 の位置情報と第 2 の搬送ロボット 102 の位置情報に基づいて、物品を第 1 の搬送ロボット 101 及び第 2 の搬送ロボット 102 で搬送するための制御情報を第 1 の搬送ロボット 101 及び第 2 の搬送ロボット 102 に送信する。

【0026】

上記一実施形態に係る搬送システムの動作をまとめると図 2 のとおりとなる。生成装置 103 は、第 1 の搬送ロボット 101 の位置情報と第 2 の搬送ロボット 102 の位置情報を生成する（ステップ S1）。制御装置 104 は、当該位置情報に基づいて、物品を第 1 の搬送ロボット 101 及び第 2 の搬送ロボット 102 で搬送するための制御情報を第 1 の搬送ロボット 101 及び第 2 の搬送ロボット 102 に送信する（ステップ S2）。第 1 の搬送ロボット 101 と第 2 の搬送ロボット 102 は、受信した制御情報に基づき物品を搬送する（ステップ S3）。

【0027】

上記搬送システムでは、2 台の搬送ロボットが協調して物品を移動（搬送）する。そのため、物流倉庫等に運び込まれる多種多様な物品に適應できる。例えば、2 台の搬送ロボットが物品を挟み込んで移動することで、2 台の搬送ロボットは物品の形状等によらず物品を搬送できる。また、制御装置 104 は、2 台の搬送ロボットの状況だけでなくその周辺環境等も考慮してこれらの搬送ロボットを制御できる。そのため、例えば、搬送ロボットの周辺（搬送ロボットの経路上）に障害物等が存在しても、制御装置 104 は、当該障害物を回避する制御を実行できる。

【0028】

以下に具体的な実施形態について、図面を参照してさらに詳しく説明する。

【0029】

【第 1 の実施形態】

第 1 の実施形態について、図面を用いてより詳細に説明する。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る搬送システムの概略構成の一例を示す図である。図 3 を参照すると、搬送システムには、複数の搬送ロボット 1 0 - 1 ~ 1 0 - 4 と、複数のカメラ装置 2 0 - 1 ~ 2 0 - 3 と、位置情報管理装置 3 0 と、搬送計画装置 4 0 と、制御装置 5 0 と、を含んで構成される。

【 0 0 3 1 】

以降の説明において、搬送ロボット 1 0 - 1 ~ 1 0 - 4 を区別する特段の理由がない場合には単に「搬送ロボット 1 0」と表記する。他の構成についても同様に表記する。図 3 に示す構成は例示であって、搬送システムに含まれる搬送ロボット 1 0 等の数を制限する趣旨ではない。

10

【 0 0 3 2 】

搬送ロボット 1 0 は、他のロボットと協調して物品 6 0 を搬送する、協調型搬送ロボットである。具体的には、搬送ロボット 1 0 は、相対する方向から物品 6 0 を挟み込み、挟み込んだ状態のまま移動することで、物品 6 0 を搬送する。搬送ロボット 1 0 は、制御装置 5 0 と通信可能に構成されており、制御装置 5 0 からの制御コマンド（制御情報）に基づき移動する。

【 0 0 3 3 】

なお、物品 6 0 は車輪のついた台車に固定されている。そのため、2 台の搬送ロボット 1 0 が物品 6 0 を軽く挟んで移動すると、物品 6 0 も移動する。

20

【 0 0 3 4 】

搬送ロボット 1 0 は、単独で移動可能であり、任意の搬送ロボット 1 0 とペアを作り物品 6 0 を搬送する。例えば、図 3 の例では、搬送ロボット 1 0 - 1 と搬送ロボット 1 0 - 2 がペアを作り、搬送ロボット 1 0 - 3 と搬送ロボット 1 0 - 4 がペアを作っている。しかし、搬送ロボット 1 0 - 1 と搬送ロボット 1 0 - 3 がペアとなり、物品 6 0 を搬送してもよい。なお、以降の説明において、2 台の搬送ロボット 1 0 からなるペアを搬送ロボットペアと表記する。

【 0 0 3 5 】

物品 6 0 を搬送していない搬送ロボット 1 0（他の搬送ロボット 1 0 とペアを作っていない搬送ロボット 1 0）は、フィールド内の所定の位置に待機する。図 3 には、物品 6 0 を搬送中の搬送ロボットペアを図示しているが、図 3 に図示していないフィールド内の所定位置に待機している搬送ロボット 1 0 も存在する。

30

【 0 0 3 6 】

カメラ装置 2 0 は、フィールド内を撮像する装置である。カメラ装置 2 0 は、例えば、デプスカメラやステレオカメラ等を含んで構成される。デプスカメラは、画像の各画素値がカメラから対象物までの距離を示す深度画像を撮影できるカメラである。また、ステレオカメラは、2 つのカメラを用いて対象物を複数の異なる方向から撮影することで、対象物の奥行き方向（高さ方向）に関する計測を可能とするカメラである。

【 0 0 3 7 】

カメラ装置 2 0 は、天井や柱などに設置されている。各カメラ装置 2 0 は、全てのカメラ装置 2 0 が撮像した画像データを統合するとフィールド内が俯瞰できるように配置される。

40

【 0 0 3 8 】

各カメラ装置 2 0 は、位置情報管理装置 3 0 と接続されている。カメラ装置 2 0 は、所定の間隔（所定のサンプリング周期）でフィールド内を撮像し、画像データを位置情報管理装置 3 0 に送信する。カメラ装置 2 0 は、フィールド内の状況をリアルタイムに撮像し、当該状況を含む画像データを位置情報管理装置 3 0 に送信する。

【 0 0 3 9 】

位置情報管理装置 3 0 は、フィールド（例えば、工場又は物流倉庫）内の物体の位置に関する管理を行う装置である。位置情報管理装置 3 0 は、カメラ装置 2 0 から受信した画

50

像データに基づいてフィールド内に位置する物体を識別すると共に、物体の位置情報を生成する。例えば、図3の例では、位置情報管理装置30は、搬送ロボット10-1の位置情報、搬送ロボット10-2の位置情報を生成する。

【0040】

位置情報管理装置30は、デブスカメラ等を含むカメラ装置20から取得した画像データを解析することで、フィールド内の物体（例えば、搬送ロボット10、物品60、その他フィールド内に置かれた障害物等）を識別する。なお、本願開示では、フィールドの初期状態には存在しない物体を「障害物」として扱う。

【0041】

位置情報管理装置30は、当該フィールド内の物体に関する位置情報を生成する。位置情報管理装置30は、フィールド内の任意の一点（例えば、出入り口）を原点とする3次元座標系（X軸、Y軸、Z軸）における対象物の位置（絶対位置）を算出する。位置情報管理装置30は、算出した物体の位置情報（以下、物体位置情報と表記する）を制御装置50に送信する。

【0042】

搬送計画装置40は、搬送ロボットペアにより搬送される物品60の搬送元、搬送先に関する情報を含む、物品搬送計画情報を生成する装置である。具体的には、搬送計画装置40は、作業者が搬送する物品60を特定し、当該物品60の搬送元、搬送先を入力するための操作画面（GUI；Graphical User Interface）を提供する。搬送計画装置40は、当該GUIにより入力された情報に基づき、物品搬送計画情報を生成する。搬送計画装置40は、生成した物品搬送計画情報を制御装置50に送信する。

【0043】

制御装置50は、位置情報管理装置30から取得した物体位置情報及び搬送計画装置40から取得した物品搬送計画情報を用いて、搬送ロボット10を制御する。制御装置50は、搬送計画情報を取得すると、フィールド内に待機している搬送ロボット10から2台の搬送ロボット10を選択する。制御装置50は、選択した2台の搬送ロボット10に対し、搬送計画情報に記載された搬送元に向かうように指示をする。具体的には、制御装置50は、上記2台の搬送ロボット10に制御コマンド（制御情報）を送信し、これらのロボットが搬送元に向かうように遠隔制御する。

【0044】

2台の搬送ロボット10のそれぞれは、制御装置50からの制御コマンドに基づき移動し、接触センサ等により物品60の接触を検出すると、制御装置50に対して「物品挟み込み完了通知」を送信する。なお、制御装置50の制御方法によっては、搬送ロボット10から物品挟み込み完了通知を送信する必要はない。例えば、制御装置50は、2台の搬送ロボット10のそれぞれが所定の位置に移動してから所定時間（例えば、30秒）経過後に、2台の搬送ロボット10が物体（物品60）を挟み込んだと捉えてもよい。即ち、制御装置50は、上記所定時間の経過後に制御コマンド（制御情報）を送信してもよい。

【0045】

制御装置50は、上記物品挟み込み通知を各搬送ロボット10から取得すると、当該2台の搬送ロボット10のそれぞれに対し、制御コマンドを送信し、搬送ロボットペアが物品搬送計画に記載された搬送先に移動するように遠隔制御する。その際、制御装置50は、搬送ロボットペアが物品60を挟んだまま搬送先に移動するように上記遠隔制御を行う。例えば、制御装置50は、相対する2台の搬送ロボット10の間の距離を保ったまま当該2台の搬送ロボット10が移動するように制御コマンド（制御情報）を送信する。

【0046】

続いて、搬送システムに含まれる各装置の詳細について説明する。

【0047】

図4は、第1の実施形態に係る搬送ロボット10の処理構成（処理モジュール）の一例を示す図である。図4を参照すると、搬送ロボット10は、通信制御部201と、アクチュエータ制御部202と、挟み込み検出部203と、を含んで構成される。

【0048】

通信制御部201は、制御装置50との間の通信を制御する手段である。通信制御部201は、無線LAN（Local Area Network）やLTE（Long Term Evolution）、ローカル5Gのような特定のエリアで用いるネットワーク等の無線通信手段を用いて制御装置50と通信する。

【0049】

アクチュエータ制御部202は、制御装置50から受信した制御コマンド（制御情報）に基づいて、モータ等から構成されるアクチュエータを制御する手段である。例えば、制御装置50は、モータの回転開始、モータの回転速度、モータの回転停止等を含む制御コマンドを搬送ロボット10に送信する。アクチュエータ制御部202は、当該制御コマンドに従いモータ等を制御する。

10

【0050】

挟み込み検出部203は、ペアとなる他の搬送ロボット10との間で物品60を挟み込んだことを検出する手段である。搬送ロボット10は、物品を挟み込む面に「接触センサ」が設置されている。挟み込み検出部203は、接触センサの出力を監視し、当該センサが物体との接触を検知したか否かを判定する。挟み込み検出部203は、物体（物品60）の接触が検知された場合、通信制御部201を介して制御装置50に対して「物品挟み込み完了通知」を送信する。

【0051】

図5は、第1の実施形態に係る位置情報管理装置30の処理構成（処理モジュール）の一例を示す図である。図5を参照すると、位置情報管理装置30は、通信制御部301と、物体位置情報生成部302と、記憶部303と、を含んで構成される。

20

【0052】

通信制御部301は、有線（例えば、LAN、光ファイバ等）又は無線により接続された他の装置（例えば、カメラ装置20、制御装置50）との間の通信を制御する手段である。

【0053】

物体位置情報生成部302は、上記説明した物体位置情報を生成する手段である。物体位置情報生成部302は、カメラ装置20から取得した画像データに基づき物体位置情報を生成する。

30

【0054】

カメラ装置20は、自身の識別子（ID；Identifier）と共に画像データを位置情報管理装置30に送信する。当該カメラ装置20の識別子から画像データの送信元であるカメラ装置20が特定される。カメラ装置20は、天井等に固定されているので、カメラ装置20はフィールド内の所定エリアの画像データを継続して位置情報管理装置30に送信する。

【0055】

物体位置情報生成部302は、例えば、以下の方法で物体を検出する。記憶部303には、カメラ装置20の識別子と各カメラ装置20が撮影するエリアを対応づけた情報が格納されている（図6参照）。物体位置情報生成部302は、当該対応情報を参照することで、取得した画像データがフィールド内のどのエリアに相当する画像が把握できる。

40

【0056】

また、記憶部303には、各カメラ装置20が撮像するエリアの初期画像データが格納されている。初期画像データとはフィールド内に初期状態には存在しない物体が写っていない画像データである。物体位置情報生成部302は、取得した画像データと対応する初期画像データを比較し、差分があれば、当該画像データに検出対象の物体が含まれていると判断する。なお、物体位置情報生成部302が検出対象とする物体は、搬送ロボット10、物品60、フィールドの通路に置かれた障害物等が含まれる。

【0057】

例えば、記憶部303には図7の左側に示すような初期画像が格納されている。図7の

50

右側に記載した画像はカメラ装置 20 から取得した画像である。物体位置情報生成部 302 は、2つの画像データの差分を計算し、右側の取得画像に含まれる物体を検出する。なお、フィールド内の初期状態が変更になった場合には、記憶部 303 に格納された初期画像データが更新される。例えば、工場等のレイアウトが変更になった場合に初期画像データは更新される。

【0058】

なお、物体位置情報生成部 302 による物体判別は上記初期画像データを用いた方法に限定されない。例えば、物体位置情報生成部 302 は、物体（障害物）の座標が算出し、当該物体の座標とフィールドの通常の座標情報に基づいて、通路上（リンク上）に物体が存在すること検出してもよい。

【0059】

物体位置情報生成部 302 は、物体を検出すると、当該物体を例えば矩形形状に近似し、その 4 点の座標を計算する。具体的には、物体位置情報生成部 302 は、画像データにおける基準点（例えば、画像の左下）から物体までの画素数に基づき当該基準点の絶対座標に対する物体の相対座標（X 座標、Y 座標）を計算する。その際、物体位置情報生成部 302 は、画像データを取得したカメラ装置 20 の情報（撮像素子の解像度等）に基づき上記物体の相対座標を計算する。

【0060】

取得画像データの基準点の絶対座標は予め判明している。物体位置情報生成部 302 は、基準点の絶対座標に上記計算した物体の相対座標を加算することで、物体のフィールド内における絶対座標（X、Y 座標）を算出する。さらに、画像データがデプスカメラにより撮像されている場合には、物体位置情報生成部 302 は、上記算出された X 座標及び Y 座標に対応する画素値を読み出すことで、物体の Z 座標（高さ）とする。

【0061】

物体位置情報生成部 302 は、このような処理を物体の四隅について実行することで、物体をなす 4 点の絶対位置を計算する。

【0062】

次に、物体位置情報生成部 302 は、取得画像に含まれる物体の種別を判定する。物体位置情報生成部 302 は、上記 4 点の絶対座標から検出された物体の大きさを計算する。物体位置情報生成部 302 は、当該計算された大きさに基づき、物体の種別を判定してもよい。例えば、搬送ロボット 10 の大きさは予め判明しているので、物体の大きさと搬送ロボット 10 の大きさが一致すれば、物体位置情報生成部 302 は、検出した物体は搬送ロボット 10 と判定する。対して、検出した物体の大きさと搬送ロボット 10 の大きさが一致しない場合には、物体位置情報生成部 302 は、当該検出した物体を障害物と判定する。

【0063】

なお、物体の大きさと搬送ロボットか否かを判定する方法は例示であって他の方法を用いることもできる。例えば、搬送ロボット 10 に QR コード（登録商標）や AR（Augmented Reality）マーカ等の識別機能を持つマーカを貼り付け、物体位置情報生成部 302 が当該マーカを読み出すことで搬送ロボット 10 が検出されてもよい。第 1 の実施形態では、搬送ロボット 10 にマーカが貼り付けられ、検出された物体が搬送ロボット 10 であること及びその搬送ロボット 10 の識別が可能であるとして説明を行う。あるいは、物体位置情報生成部 302 が搬送ロボット 10 に特定の信号やメッセージが送信し、当該信号等を受信した搬送ロボット 10 が識別番号等を応答することで搬送ロボット 10 の識別が行われてもよい。即ち、搬送ロボット 10 の外側に識別情報（例えば、文字や模様）を付与しなくとも、物体位置情報生成部 302 は、搬送ロボット 10 からの信号等により搬送ロボット 10 の識別を行うことができる。

【0064】

物体位置情報生成部 302 は、2 台の搬送ロボット 10 に挟まれた物体を物品 60 と判定してもよい。

【0065】

物体位置情報生成部302は、検出した物体の種類（搬送ロボット10、障害物等）とその絶対位置を制御装置50に送信する。なお、物体の絶対位置は、上記計算された物体をなす4点の絶対座標でもよいし、物体を代表する1点（例えば、物体の中心）の絶対座標であってもよい。

【0066】

図8は、位置情報管理装置30から送信される物体位置情報の一例を示す図である。なお、図8に示すように、複数の物体が画像データから検出された場合には、これらの物体に関する物体位置情報が制御装置50にまとめて送信されてもよい。このように、位置情報管理装置30は、搬送ロボット10を含む物体の位置情報を生成し、当該生成された位置情報を制御装置50に送信する。

10

【0067】

図9は、第1の実施形態に係る搬送計画装置40の処理構成（処理モジュール）の一例を示す図である。図9を参照すると、搬送計画装置40は、通信制御部401と、搬送計画情報生成部402と、表示部403と、記憶部404と、を含んで構成される。

【0068】

通信制御部401は、位置情報管理装置30の通信制御部301と同様に、他の装置との間の通信を制御する手段である。

【0069】

搬送計画情報生成部402は、上述の物品搬送計画情報を生成する手段である。搬送計画情報生成部402は、作業者が搬送する物品60を特定し、当該物品60の搬送元、搬送先を入力するためのGUIに関する情報を生成する。搬送計画情報生成部402は、当該生成したGUI情報を表示部403に引き渡す。表示部403は、当該GUI情報を液晶ディスプレイ等に表示する。あるいは、搬送計画情報生成部402は、作業者が使用する端末にGUIを表示するための情報を生成し、当該端末に向けて生成した情報を送信してもよい。

20

【0070】

搬送計画情報生成部402は、例えば、図10に示すような画面を表示する。搬送計画情報生成部402は、作業者が図10に示すような画面に従って入力した情報を制御装置50に送信する。具体的には、搬送計画情報生成部402は、搬送する物品60を特定する情報（例えば、物品名、シリアル番号等）、当該物品60が置かれる場所（搬送元）及び当該物品60の搬送先を対応付けて物品搬送計画情報として制御装置50に送信する。

30

【0071】

なお、図10に示すように搬送計画装置40と制御装置50の間で、搬送先等をフィールド内の名称等でやり取りする場合には、フィールド内の名称についての絶対座標を搬送計画装置40と制御装置50で共有しておく。あるいは、搬送計画情報生成部402は、作業者が入力したフィールド内の名称をフィールド内の絶対座標に変換し、当該変換された絶対座標を制御装置50に送信してもよい。

【0072】

図11は、第1の実施形態に係る制御装置50の処理構成（処理モジュール）の一例を示す図である。図11を参照すると、制御装置50は、通信制御部501と、フィールド情報管理部502と、ロボット選択部503と、経路計算部504と、ロボット制御部505と、記憶部506と、を含んで構成される。

40

【0073】

通信制御部501は、搬送計画装置40の通信制御部401等と同様に、他の装置との間の通信を制御する。通信制御部501は、位置情報管理装置30から物体位置情報を取得し、搬送計画装置40から物品搬送計画情報を取得した場合には、これらの情報を記憶部506に格納する。

【0074】

フィールド情報管理部502は、フィールドの地図情報やリンク情報等を管理する手段

50

である。

【0075】

記憶部506には、フィールドの構成を示すフィールド構成情報が格納されている。ここで、本願開示では、搬送ロボット10が通行可能な通路の始点、終点、分岐点等をノードと捉える。フィールド構成情報は、当該ノードの絶対座標を規定する。

【0076】

例えば、フィールドの構成は図12のとおりであるとする。この場合、フィールド構成情報によって、ノードN1、ノードN2の絶対座標が定義される（図13参照）。

【0077】

記憶部506には、ノードの接続関係を示すリンク情報が格納されている。例えば、図12の例では、図14に示すようなリンク情報が格納される。

【0078】

記憶部506には、フィールドの現状を管理するためのフィールド管理情報が格納されている。フィールド管理情報には、各リンクについて、リンク間の距離、搬送ロボット10の存否や障害物の存否が含まれる。

【0079】

図15は、フィールド管理情報の一例を示す図である。図15に示すように、リンクで示される通路の上に搬送ロボット10が存在すれば、当該搬送ロボット10の絶対座標が搬送ロボットフィールドに書き込まれる。同様に、通路の上に障害物が存在すれば、障害物フィールドに当該障害物の絶対座標が書き込まれる。なお、搬送ロボットフィールド及び障害物フィールドの初期値は「搬送ロボットなし」、「障害物なし」である。また、フィールドの構成は予め決まっているので、各リンクを構成するノード間の距離も事前に算出可能である。ノード間の距離はシステムの運用前に計算され、フィールド管理情報に書き込まれる。

【0080】

フィールド情報管理部502は、位置情報管理装置30から受信した物体位置情報に基づき、フィールド管理情報を更新する。具体的には、フィールド情報管理部502は、取得した物体位置情報に含まれる物体の種別（搬送ロボット、障害物）を特定する。フィールド情報管理部502は、記憶部506に格納されたフィールド構成情報及びリンク構成情報を参照し、上記特定された物体が存在するリンクを特定する。フィールド情報管理部502は、特定されたリンクに対応する搬送ロボットフィールドや障害物フィールドを特定された物体の種別（搬送ロボット、障害物）とその絶対座標に基づき更新する。

【0081】

例えば、図12の例では、ノードN2とノードN6からなるリンク上に障害物が置かれていれば、当該リンクの障害物フィールドに障害物の絶対座標が設定される。

【0082】

フィールド情報管理部502は、位置情報管理装置30から物体位置情報を取得するたびに、上記フィールド管理情報の更新を行う。従って、フィールド管理情報を参照することで、フィールド内の現況が把握可能となる。フィールド内に障害物が置かれていれば、フィールド管理情報を参照することで当該障害物の存在が即座に判明する。また、フィールド内で動作している搬送ロボット10の位置も当該フィールド管理情報により判明する。

【0083】

フィールド情報管理部502は、物体位置情報から読み出した搬送ロボット10の絶対座標に基づいて、後述するロボット管理情報の現在位置フィールドを更新する。

【0084】

ロボット選択部503は、物品60を搬送する搬送ロボット10を選択する手段である。具体的には、ロボット選択部503は、搬送計画装置40から物品搬送計画情報を取得すると、当該情報に記載された物品60を搬送するための搬送ロボット10を選択する。ロボット選択部503は、待機エリアに待機している複数の搬送ロボット10の中から2台の搬送ロボット10を選択する。

10

20

30

40

50

【0085】

ロボット選択部503は、どのような基準に基づいて2台の搬送ロボット10を選択してもよい。例えば、ロボット選択部503は、搬送計画情報に記載された搬送元に近い搬送ロボット10を選択してもよいし、稼働時間が短い順に搬送ロボット10を選択してもよい。あるいは、搬送ロボット10からバッテリーの残量を取得できる場合には、ロボット選択部503は、当該バッテリーの残量が多いロボットから順に選択してもよい。あるいは、ロボット選択部503は、物品60に応じた特殊仕様の搬送ロボット10を選択してもよい。例えば、物品60が極めて重い場合には、重量物搬送用の搬送ロボット10が選択され、物品60が軽量であれば軽量物搬送用の搬送ロボット10が選択されてもよい。

【0086】

ロボット選択部503は、選択した搬送ロボット10（搬送ロボットペア）を経路計算部504及びロボット制御部505に通知する。また、ロボット選択部503は、選択した搬送ロボット10に関する情報をロボット管理情報に反映する。なお、ロボット管理情報の詳細は後述する。

【0087】

経路計算部504は、搬送計画装置40により生成された物品搬送計画情報に基づき、搬送ロボットペアが物品60を搬送元から搬送先まで搬送するための経路を計算する手段である。例えば、物品搬送計画情報に搬送元として「エリアA」、搬送先として「エリアD」がそれぞれ記載されている場合には、図12の左下から右上中段までの経路が計算される。なお、記憶部506には、各エリアとその対応するノードの関係が対応付けられて記憶されている。例えば、エリアBはノードN4に対応すると言った情報が記憶部506に格納されている。

【0088】

経路計算部504は、例えば、ダイクストラ法やベルマン・フォード法等の経路探索アルゴリズムを用いて、物品60を搬送元から搬送先まで搬送する経路を計算する。例えば、上述の例では、ノードN1、N2、N3、N8、N9を経由する経路や、ノードN1、N2、N6、N7、N8を経由する経路が計算される。

【0089】

経路計算部504は、当該経路計算の際に、フィールド管理情報を参照する。経路計算部504は、例えば、ノード間の距離をリンクのコストとして扱い搬送経路を計算する。その際、経路計算部504は、障害物のあるリンクは通行不可と判断し、当該リンクのコストを無限大として扱い搬送経路を計算する。なお、経路計算部504は、搬送ロボット10あるリンクに関しては、コストに含めない。搬送ロボット10は時間の経過と共に移動するためである。

【0090】

経路計算部504は、計算した経路と当該経路を使う搬送ロボット10を対応付けて管理する。具体的には、経路計算部504は、記憶部506に格納されたロボット管理情報を更新する。

【0091】

図16は、ロボット管理情報の一例を示す図である。図16を参照すると、搬送ロボット10の識別子と、各ロボットの状態（搬送中、待機中）と、ペアを組む搬送ロボット10の情報と、現在位置と、搬送ロボット10が用いる経路に関する情報と、が対応付けられて管理されている。

【0092】

搬送ロボット10の識別子には各搬送ロボット10に割り当てられたMAC（Media Access Control）アドレス、名称（搬送ロボット1号、2号）等の任意のID（Identifier）を用いることができる。図16に示す情報のうち、状態フィールドはロボット制御部505により更新される。ペアのロボットに関するフィールドは、ロボット選択部503により更新される。現在位置フィールドは、フィールド情報管理部502により更新される。搬送経路フィールドは、経路計算部504により更新される。

10

20

30

40

50

【0093】

ロボット制御部505は、搬送ロボット10を制御する手段である。ロボット制御部505は、搬送ロボット10の位置情報と当該搬送ロボット10とペアとなる他の搬送ロボット10の位置情報に基づいて、物品60を搬送ロボットペアで搬送するための制御情報を各搬送ロボット10に送信する。即ち、ロボット制御部505は、搬送ロボット10に対して制御コマンド（制御情報）を送信することで搬送ロボット10を制御する。なお、ロボット制御部505は、搬送ロボット10に制御コマンドを送る際、搬送ロボットペアが搬送元から搬送先に移動できるように全ての制御コマンドを一度に送信してもよいし、搬送ロボットペアの位置等に応じて制御コマンドを順番に送信してもよい。

【0094】

ロボット制御部505は、搬送ロボット10を制御する際に搬送ロボット10の向きに関する情報が必要になる。この場合、搬送ロボット10にジャイロセンサ等が取り付け、ロボット制御部505は、搬送ロボット10からその向きに関する情報を取得すればよい。あるいは、搬送ロボット10を待機エリアに配置する際の向きを予め決めておき、ロボット制御部505から搬送ロボット10に送信する制御コマンドに基づき搬送ロボット10の向きが推定されてもよい。

【0095】

ロボット制御部505は、ロボット選択部503からロボット選択の通知を受信すると、選択された搬送ロボット10に対して、物品搬送計画に記載された搬送元に移動するように制御する。なお、当該初期移動に関する制御は、後述する、搬送ロボット10が搬送元から搬送先に移動する際の制御と同一とすることができるので、その詳細は省略する。

【0096】

搬送ロボット10が搬送元に移動すると、ロボット制御部505は、搬送元に物品60が置かれたか否かを確認する。当該確認には、任意の方法を用いることができる。例えば、作業者が物品60を搬送元に置いた場合に、制御装置50と接続されているボタンを作業者が押下することで上記確認がなされてもよい。あるいは、搬送元となるエリアにセンサ（赤外線センサ、カメラ、重量センサ等）を設置し、当該センサを用いて上記物品60の確認が行われてもよい。つまり、ロボット制御部505は、当該センサの出力に基づき物品60が搬送元に設置されたことを認識してもよい。

【0097】

ロボット制御部505は、搬送元に置かれた物品60が物品搬送計画情報により入力された物品60か否かを確認してもよい。例えば、搬送元の付近にカメラが設置され、物品60に当該物品60を識別するためのマーカ（ARマーカ等）が付されている場合を考える。この場合、ロボット制御部505は、マーカと物品60を対応付けた情報を参照し、搬送元に置かれた物品60が物品搬送計画情報にて入力された物品60に一致することを確認してもよい。

【0098】

あるいは、ロボット制御部505は、作業者が搬送元においた物品60は物品搬送計画情報に記載された物品60であると判断し、上記確認を省略してもよい。つまり、ロボット制御部505は、作業者を信頼し、物品60の確認を省略してもよい。

【0099】

ロボット制御部505は、物品60が搬送元に置かれると、制御コマンドを搬送ロボット10に送信することで2台の搬送ロボット10が物品60を挟み込むように制御する。具体的には、ロボット制御部505は、2台の搬送ロボット10が物品60越しに対向するように、これらのロボットを移動させ、ロボット間の距離が狭くなるように移動させる。

【0100】

2台の搬送ロボット10のそれぞれは、物品60の挟み込みに成功すると、物品挟み込み完了通知を制御装置50に通知する。ロボット制御部505は、2台の搬送ロボット10のそれぞれから上記通知を受信すると、2台の搬送ロボット10による搬送を開始する。具体的には、ロボット制御部505は、搬送ロボットペアの搬送経路として計算された

10

20

30

40

50

経路上を、上記物品 60 を挟み込んだ搬送ロボットペアが移動するように制御コマンドを生成し、各搬送ロボット 10 に送信する。

【0101】

ロボット制御部 505 による 2 台の搬送ロボット 10 の制御は下記の参考文献 1 の記載により実現できる。また、搬送ロボット 10 の機構に関する詳細も当該文献に記載されている。

【0102】

<参考文献 1>

熊谷太一、安田真也 吉田裕志、“複数ロボットの無線遠隔制御による協調搬送システムの試作”、電子情報通信学会、信学技報、IEICE Technical Report PRM2018-121 CNR2 018-44、2019-02

10

【0103】

ロボット制御部 505 は、2 台の搬送ロボット 10 のうち 1 台を「先導役の搬送ロボット」として扱い、他の 1 台を「後続役の搬送ロボット」として扱う。その上で、ロボット制御部 505 は、ロボット管理情報に記載された搬送ロボット 10 のうち先導役の搬送ロボット 10 の現在位置を取得する。次に、ロボット制御部 505 は、先導役の搬送ロボット 10 が到達する位置を決定する。

【0104】

搬送ロボットペアを直進させる場合には、ロボット制御部 505 は、先導役の搬送ロボット 10 の現在位置と上記計算された到達位置の距離に応じて、各搬送ロボット 10 のモータを回転させる時間及び速さを計算する。その際、ロボット制御部 505 は、各搬送ロボット 10 のモータ回転速度が同じとなるように制御コマンドを生成する。

20

【0105】

搬送ロボットペアを回転させる場合には、ロボット制御部 505 は、左右車輪の速度差によりカーブを描く、円運動のモデルを用いる。具体的には、ロボット制御部 505 は、目的位置とロボットの位置及び向きに基づき、円軌道で現在位置から目的位置に到達するための左右車輪への入力速度を計算する。ロボット制御部 505 は、先導役の搬送ロボット 10 に対しては、当該計算された入力速度をそのまま使用し、当該計算された入力速度に基づき先導役の搬送ロボット 10 に送信する制御コマンドを生成する。対して、ロボット制御部 505 は、後続役の搬送ロボット 10 に関しては、ロボット間距離（各搬送ロボットが物品 60 を挟む板の間の距離）に基づく前後方向の速度補正值と回転角度に基づく左右車輪のオフセット補正值を計算する。ロボット制御部 505 は、これらの補正值（速度補正值、オフセット補正值）に基づき後続役の搬送ロボット 10 に送信する制御コマンドを生成する。

30

【0106】

ロボット制御部 505 は、搬送ロボットペアが搬送先に到着した場合、搬送先に物品 60 を置くように搬送ロボットペアを制御する。具体的には、ロボット制御部 505 は、2 台の搬送ロボット 10 の間の距離が長くなるように制御することで、物品 60 の搬送を完了する。

【0107】

ロボット制御部 505 の基本的な制御は以上のとおりである。

40

【0108】

上記ロボット制御部 505 の制御は、フィールド内に他の搬送ロボット 10 が存在せず、また、搬送中に障害物が搬送経路上に置かれることがない場合の制御である。しかし、実際のフィールドでは、他の搬送ロボット 10 が自身の搬送経路を使用している場合もあるし、当初計算された搬送経路上に障害物が置かれることもある。

【0109】

ロボット制御部 505 は、上記のような状況であっても物品 60 が正しく搬送先に搬送されるように 2 台の搬送ロボット 10 を制御する。

【0110】

50

ロボット制御部 505 は、最新のフィールド管理情報とロボット管理情報を参照し、搬送中の搬送ロボット 10 に関する搬送経路の再計算が必要か否かを判定する。具体的には、ロボット制御部 505 は、最新のフィールド管理情報を参照し、搬送中の搬送ロボットペアの搬送経路を構成するリンクに物体（障害物、又は搬送ロボットペア）が存在するかどうかを判定する。判定の結果、物体が存在すると判断した場合には、ロボット制御部 505 は、経路計算部 504 に対して、搬送ロボットペアの現在位置を始点ノード、搬送先を終了ノードとして搬送経路の再計算を指示する。

【0111】

経路計算部 504 は、上記指示に応じて、搬送経路の再計算を行う。その際、最新のリンク管理情報には先に計算された搬送経路に含まれるリンクの障害物フィールドに物体（障害物、又は搬送ロボットペア）の絶対座標が記載されているので、経路計算部 504 は、当該物体のあるリンクを回避しつつ搬送先までの搬送経路を計算する。再計算された搬送経路は、ロボット管理情報の搬送経路フィールドに反映される。ロボット制御部 505 は、当該反映された搬送経路に基づき 2 台の搬送ロボット 10 を制御すればよい。

【0112】

例えば、図 17 の実線で示すように、当初計算された搬送経路がノード N1、N2、N3、N8、N9 である場合を考える。この場合、ロボット制御部 505 は、搬送ロボットペアが上記経路を通るように制御する。しかし、搬送ロボットペアがノード N1 と N2 の移動している最中に、ノード N3 と N8 の間に物体（図 17 では障害物が例示）が置かれるような場合がある。この場合、ロボット制御部 505 は、当該物体の存在を最新のフィールド管理情報により把握し、経路計算部 504 に搬送経路の再計算を指示する。その結果、図 17 の点線で示すような経路が再計算される。このように、制御装置 50 は、計算された経路上に物体（障害物、搬送ロボット 10）が存在する場合、当該物体の存在を考慮して物品 60 を搬送するための経路を計算（再計算）する。

【0113】

あるいは、制御装置 50 は、フィールドに置かれた物体の種別に応じて制御を変更してもよい。例えば、フィールドに存在する物体が「障害物」であれば、制御装置 50 は、上記説明した経路の再計算を行う。対して、フィールドに存在する物体が「搬送ロボットペア」であれば、制御装置 50 は、搬送ロボットペア間の距離に応じて経路の再計算を行ってもよい。

【0114】

搬送経路上に置かれた障害物は短時間で移動されない場合がある。そのため、ロボット制御部 505 は、搬送経路上に障害物が置かれたことを検知すると、経路計算部 504 に対して搬送経路の再計算を指示する。対して、搬送経路上に搬送ロボット 10 が存在しても、当該ロボットは短時間で移動することが予想されるため、搬送中の搬送ロボットペアの障害（行く手を阻む障害）とならない可能性もある。

【0115】

そこで、ロボット制御部 505 は、搬送経路上に他の搬送ロボットペアが存在する場合、2 組の搬送ロボットペア間の距離が短ければ搬送経路の再計算を経路計算部 504 に指示する。具体的には、ロボット制御部 505 は、最新のフィールド管理情報を参照し、搬送中の搬送ロボットペアの搬送経路上に搬送ロボット 10 が存在すれば、搬送中の搬送ロボットペアの現在位置と上記搬送経路上に存在する搬送ロボット 10 の間の距離を計算する。ロボット制御部 505 は、当該距離に対して閾値処理を実行し、その結果に応じて経路計算部 504 に搬送経路の再計算を指示する。

【0116】

搬送経路が再計算され、ロボット管理情報の搬送経路フィールドに反映されれば、ロボット制御部 505 は、最新の搬送経路を移動するように搬送ロボットペアを制御する。

【0117】

例えば、図 18 に示すように、2 台の搬送ロボットペアがエリア A からエリア D に物品 60 を搬送する場合を考える。その際、搬送中の搬送ロボットペアはノード N1 と N2 の

10

20

30

40

50

間を移動中とする。他の搬送ロボットペアも物品を搬送しているとする。この場合、他の搬送ロボットペアがノード N 3 と N 8 の間を移動中の場合は、2 組の搬送ロボットペア間の距離が近いので、搬送経路の再計算が行われる。一方、他の搬送ロボットペアがノード N 8 と N 9 の間を移動中の場合は、2 組の搬送ロボットペア間の距離が遠いので搬送経路の再計算は行われない。

【0118】

続いて、第 1 の実施形態に係る搬送システムの動作について説明する。図 19 は、第 1 の実施形態に係る搬送システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【0119】

カメラ装置 20 は、撮像した画像データを位置情報管理装置 30 に向けて送信する（ステップ S 0 1）。

【0120】

位置情報管理装置 30 は、取得した画像データを解析し、物体の検出を試みる。物体がフィールドから検出された場合、位置情報管理装置 30 は、物体位置情報を生成する（ステップ S 0 2）。位置情報管理装置 30 は、当該生成した物体位置情報を制御装置 50 に向けて送信する（ステップ S 0 3）。

【0121】

カメラ装置 20、位置情報管理装置 30 は、上記ステップ S 0 1 ～ S 0 3 の動作を所定の周期で繰り返す。その結果、制御装置 50 は、フィールド内の状況がリアルタイムで把握可能となる。

【0122】

制御装置 50 は、物体位置情報を取得すると、フィールド管理情報を更新する（ステップ S 0 4）。

【0123】

制御装置 50 は、搬送計画装置 40 から物品搬送計画情報を受信する（ステップ S 0 5）。

【0124】

制御装置 50 は、物品 60 を搬送する搬送ロボット 10 を選択する（ステップ S 0 6）。

【0125】

制御装置 50 は、上記物品搬送計画情報に基づき、搬送ロボットペアの搬送経路を計算する（ステップ S 0 7）。

【0126】

制御装置 50 は、搬送ロボットペアが上記計算された搬送経路上を移動するように、制御コマンドを生成し、搬送ロボットペアに送信する（ステップ S 0 8）。

【0127】

搬送ロボット 10 のそれぞれは、制御コマンドを受信し、当該制御コマンドを実行する（ステップ S 0 9、S 10）。搬送ロボット 10 は、制御コマンドを実行すると肯定応答（ACK; Acknowledgement）を送信する。

【0128】

制御装置 50 と搬送ロボットペアは、上記ステップ S 0 8 ～ S 0 9 を繰り返すことで物品 60 を搬送先に搬送する。

【0129】

以上のように、第 1 の実施形態に係る搬送システムでは、制御装置 50 は、2 台の搬送ロボット 10 が物品 60 を挟んで搬送するための制御情報をこれらの搬送ロボット 10 に送信する。その際、制御装置 50 は、フィールド内に存在する物体（搬送ロボット 10、障害物）の位置情報に基づいて、物品 60 を搬送するための経路を計算し、当該計算された経路で物品 60 を搬送するための制御情報を搬送ロボット 10 に送信する。即ち、第 1 の実施形態に係る搬送システムでは、搬送ロボット 10 等の位置情報が生成され、当該位置情報に基づき搬送ロボット 10 の制御が行われている。そのため、磁気テープ等は不要であり、且つ、SLAM が機能しないような環境（煩雑な環境）であっても搬送ロボット

10

20

30

40

50

10が制御できる。

【0130】

さらに、第1の実施形態では、2台の搬送ロボットが協調して物品60を搬送するので、作業者が物品60を積み替える労力が不要となったり、多種多様な物品60の形状に対応できるようになったりする。即ち、2台の搬送ロボット10がペアとなり物品60を挟み込んで移動するので、物品60の形状等に関わらず物品60の移動が行える。また、物品60が台車に載せられている場合であっても、搬送ロボット10のペアは、台車ごと物品60を移動することもできるので、作業者が物品60を載せ替えるといった作業が不要となる。また、2台の搬送ロボットが協調して物品60を搬送（運搬）するので、物品60や台車に牽引器具等を取り付ける必要もない。

10

【0131】

また、制御装置50はネットワーク（例えば、インターネット、LTE等の無線通信網）上のクラウドサーバとして実装可能であると共に、フィールドの全体を俯瞰しつつ搬送ロボット10の協調制御を実現する。さらに、搬送ロボット10は制御装置50により集中制御されるので、搬送ロボット10の周辺を監視するようなセンサ（高価なセンサ）は不要であり、搬送ロボット10の価格を下げることができる。

【0132】

また、物品60の搬送指示は、搬送計画装置40により生成され、ユーザは、当該装置を介して宛先等の場所情報を入力できるので、直感的で分かりやすく、且つ、効率的な物品60の搬送が可能となる。

20

【0133】

続いて、搬送システムを構成する各装置のハードウェアについて説明する。図20は、制御装置50のハードウェア構成の一例を示す図である。

【0134】

制御装置50は、情報処理装置（所謂、コンピュータ）により構成可能であり、図20に例示する構成を備える。例えば、制御装置50は、プロセッサ311、メモリ312、入出力インターフェイス313及び通信インターフェイス314等を備える。上記プロセッサ311等の構成要素は内部バス等により接続され、相互に通信可能に構成されている。

【0135】

但し、図20に示す構成は、制御装置50のハードウェア構成を限定する趣旨ではない。制御装置50は、図示しないハードウェアを含んでもよいし、必要に応じて入出力インターフェイス313を備えていなくともよい。また、制御装置50に含まれるプロセッサ311等の数も図20の例示に限定する趣旨ではなく、例えば、複数のプロセッサ311が制御装置50に含まれていてもよい。

30

【0136】

プロセッサ311は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、MPU（Micro Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）等のプログラマブルなデバイスである。あるいは、プロセッサ311は、FPGA（Field Programmable Gate Array）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）等のデバイスであってもよい。プロセッサ311は、オペレーティングシステム（OS；Operating System）を含む各種プログラムを実行する。

40

【0137】

メモリ312は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）等である。メモリ312は、OSプログラム、アプリケーションプログラム、各種データを格納する。

【0138】

入出力インターフェイス313は、図示しない表示装置や入力装置のインターフェイスである。表示装置は、例えば、液晶ディスプレイ等である。入力装置は、例えば、キーボードやマウス等のユーザ操作を受け付ける装置である。

【0139】

50

通信インターフェイス 314 は、他の装置と通信を行う回路、モジュール等である。例えば、通信インターフェイス 314 は、NIC (Network Interface Card)、無線通信回路等を備える。

【0140】

制御装置 50 の機能は、各種処理モジュールにより実現される。当該処理モジュールは、例えば、メモリ 312 に格納されたプログラムをプロセッサ 311 が実行することで実現される。また、当該プログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録することができる。記憶媒体は、半導体メモリ、ハードディスク、磁気記録媒体、光記録媒体等の非トランジエント (non-transitory) なものとすることができる。即ち、本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。また、上記プログラムは、ネットワークを介してダウンロードするか、あるいは、プログラムを記憶した記憶媒体を用いて、更新することができる。さらに、上記処理モジュールは、半導体チップにより実現されてもよい。

10

【0141】

なお、位置情報管理装置 30、搬送計画装置 40 等も制御装置 50 と同様に情報処理装置により構成可能であり、その基本的なハードウェア構成は制御装置 50 と相違する点はないので説明を省略する。

【0142】

[変形例]

なお、上記実施形態にて説明した搬送システムの構成、動作等は例示であって、システムの構成等を限定する趣旨ではない。例えば、位置情報管理装置 30 の機能は制御装置 50 で実現されてもよい。例えば、位置情報管理装置 30 は物体の位置の判定に関する処理を実行し、制御装置 50 が物体の種別を判定してもよい。

20

【0143】

あるいは、位置情報管理装置 30 はフィールド内部に設置され、制御装置 50 はネットワーク上のサーバに実装されてもよい。即ち、本願開示の搬送システムは、エッジクラウドシステムとして実現されてもよい。

【0144】

上記実施形態では、搬送ロボットペアの搬送経路を計算する際に、他の搬送ロボットペアの搬送経路は考慮されていないが、他の搬送ロボットペアの搬送経路を考慮して搬送経路が計算されてもよい。この場合、経路計算部 504 は、他の搬送ロボットペアが使用するリンク (使用予定のリンク) に関しては、そのコストを無限大にして経路計算をすればよい。

30

【0145】

あるいは、経路計算部 504 は、リンクごとに搬送ロボットペアにより搬送経路として使用されている数を計数し、当該計数値をリンクの混雑度として搬送経路を計算してもよい。経路計算部 504 は、混雑度をリンクのコストとして扱い、混雑度が高いリンクを避けるように搬送経路を計算してもよい。

【0146】

上記実施形態では、物体の高さが検出可能なカメラ (例えば、デプスカメラ) を用いる場合について説明したが、物体の高さを検出する必要がない場合には通常のカメラが用いられてもよい。あるいは、物体の位置を検出するためのセンサとして、赤外線センサや距離センサが用いられてもよい。

40

【0147】

物品 60 に QR コード (登録商標) が貼り付けることが可能な場合には、当該コードに物品 60 の識別情報を含ませ、搬送ロボット 10 が当該情報を読み取ってもよい。この場合、搬送ロボット 10 は、読み取った識別情報と制御装置 50 から搬送を指示された物品 60 の識別情報を比較し、その結果に応じて物品 60 を搬送するか否かを決定してもよい。

【0148】

コンピュータの記憶部に物品搬送プログラムをインストールすることにより、コンピュ

50

ータを制御装置５０として機能させることができる。また、物品搬送プログラムをコンピュータに実行させることにより、コンピュータにより物品搬送方法を実行することができる。

【０１４９】

また、上述の説明で用いた複数のシーケンス図では、複数の工程（処理）が順番に記載されているが、実施形態で実行される工程の実行順序は、その記載の順番に制限されない。各実施形態では、例えば各処理を並行して実行する等、図示される工程の順番を内容的に支障のない範囲で変更することができる。

【０１５０】

上記の説明により、本発明の産業上の利用可能性は明らかであるが、本発明は、工場や物流倉庫等の物品搬送に好適に適用可能である。

【０１５１】

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

〔付記１〕

物品を搬送する、第１及び第２の搬送ロボット（１０）と、

前記第１の搬送ロボット（１０）の位置情報と前記第２の搬送ロボット（１０）の位置情報を生成する、生成装置（３０、１０３）と、

前記第１の搬送ロボット（１０）の位置情報と前記第２の搬送ロボット（１０）の位置情報に基づいて、前記物品を前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）で搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）に送信する、制御装置（５０、１０４）と、

を含む、搬送システム。

〔付記２〕

前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）により搬送される物品の搬送元、搬送先に関する情報を含む、搬送計画情報を生成する、搬送計画装置（４０）をさらに含み、

前記制御装置（５０、１０４）は、前記生成された搬送計画情報に基づき、前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）が前記物品を前記搬送元から前記搬送先まで搬送するための経路を特定する、付記１に記載の搬送システム。

〔付記３〕

前記制御装置（５０、１０４）は、前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報に基づいて、前記物品を搬送するための経路を特定し、前記特定した経路で前記物品を搬送するための制御情報を前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）に送信する、付記１又は２に記載の搬送システム。

〔付記４〕

前記制御装置（５０、１０４）は、前記特定した経路上に前記障害物が存在する場合、前記障害物を考慮して前記物品を搬送するための経路を計算する、付記３に記載の搬送システム。

〔付記５〕

前記制御装置（５０、１０４）は、前記特定した経路上に前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）とは異なる第３の搬送ロボット（１０）が存在する場合、前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）と前記第３の搬送ロボット（１０）の間の距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定する、付記４に記載の搬送システム。

〔付記６〕

前記制御装置（５０、１０４）は、前記第１及び第２の搬送ロボット（１０）が前記物品を挟んで搬送するための制御情報を送信する、付記１乃至５のいずれか一つに記載の搬送システム。

〔付記７〕

物品を搬送する第１の搬送ロボット（１０）の位置情報及び第２の搬送ロボット（１０）の位置情報を生成する、生成装置（３０、１０３）に接続され、

10

20

30

40

50

前記第 1 の搬送ロボット (10) の位置情報と前記第 2 の搬送ロボット (10) の位置情報に基づいて、前記物品を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) で搬送するための制御情報を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) に送信する、制御装置 (50、104)。

[付記 8]

前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) により搬送される物品の搬送元、搬送先に関する情報を含む、搬送計画情報を生成する、搬送計画装置 (40) と接続され、

前記生成された搬送計画情報に基づき、前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) が前記物品を前記搬送元から前記搬送先まで搬送するための経路を特定する、付記 7 に記載の制御装置 (50、104)。

[付記 9]

前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報に基づいて、前記物品を搬送するための経路を特定し、前記特定した経路で前記物品を搬送するための制御情報を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) に送信する、付記 7 又は 8 に記載の制御装置 (50、104)。

[付記 10]

前記特定した経路上に前記障害物が存在する場合、前記障害物を考慮して前記物品を搬送するための経路を計算する、付記 9 に記載の制御装置 (50、104)。

[付記 11]

前記特定した経路上に前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) とは異なる第 3 の搬送ロボット (10) が存在する場合、前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) からなるペアと前記第 3 の搬送ロボット (10) の間の距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定する、付記 10 に記載の制御装置 (50、104)。

[付記 12]

前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) が前記物品を挟んで搬送するための制御情報を送信する、付記 7 乃至 11 のいずれか一つに記載の制御装置 (50、104)。

[付記 13]

物品を搬送する、第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) を含む搬送システムにおいて、前記第 1 の搬送ロボット (10) の位置情報と前記第 2 の搬送ロボット (10) の位置情報を生成する、ステップと、

前記第 1 の搬送ロボット (10) の位置情報と前記第 2 の搬送ロボット (10) の位置情報に基づいて、前記物品を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) で搬送するための制御情報を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) に送信するステップと、

を含む、搬送方法。

[付記 14]

前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) により搬送される物品の搬送元、搬送先に関する情報を含む、搬送計画情報を生成するステップと、

前記生成された搬送計画情報に基づき、前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) が前記物品を前記搬送元から前記搬送先まで搬送するための経路を特定するステップと、

をさらに含む、付記 13 に記載の搬送方法。

[付記 15]

前記物品を搬送するフィールド内の障害物の位置情報に基づいて、前記物品を搬送するための経路を特定するステップと、

前記特定した経路で前記物品を搬送するための制御情報を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット (10) に送信するステップと、

をさらに含む、付記 13 又は 14 に記載の搬送方法。

[付記 16]

前記経路を特定するステップは、前記特定した経路上に前記障害物が存在する場合、前記障害物を考慮して前記物品を搬送するための経路を計算する、付記 15 に記載の搬送方法。

〔付記 17〕

前記経路を特定するステップは、前記特定した経路上に前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）とは異なる第 3 の搬送ロボット（10）が存在する場合、前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）からなるペアと前記第 3 の搬送ロボット（10）の間の距離に応じて、前記特定した経路の再計算を行うか否かを決定する、付記 16 に記載の搬送方法。

〔付記 18〕

前記制御情報を送信するステップは、前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）が前記物品を挟んで搬送するための制御情報を送信する、付記 13 乃至 17 のいずれか一つに記載の搬送方法。

〔付記 19〕

物品を搬送する、第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）と、
前記第 1 の搬送ロボット（10）の位置情報と前記第 2 の搬送ロボット（10）の位置情報を生成する、生成装置（30、103）と、に接続された制御装置（50、104）に搭載されたコンピュータ（311）に、
前記第 1 の搬送ロボット（10）の位置情報と前記第 2 の搬送ロボット（10）の位置情報に基づいて、前記物品を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）で搬送するための制御情報を前記第 1 及び第 2 の搬送ロボット（10）に送信する処理を実行させるプログラム。

〔0152〕

なお、引用した上記の先行技術文献の各開示は、本書に引用をもって繰り込むものとする。以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は例示にすぎないということ、及び、本発明のスコップ及び精神から逸脱することなく様々な変形が可能であるということは、当業者に理解されるであらう。

〔0153〕

この出願は、2019 年 8 月 26 日に提出された日本出願特願 2019-153964 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

〔符号の説明〕

〔0154〕

10、10-1～10-4 搬送ロボット
20、20-1～20-3 カメラ装置
30 位置情報管理装置
40 搬送計画装置
50、104 制御装置
60、60-1、60-2 物品
101 第 1 の搬送ロボット
102 第 2 の搬送ロボット
103 生成装置
201、301、401、501 通信制御部
202 アクチュエータ制御部
203 挟み込み検出部
302 物体位置情報生成部
303、404、506 記憶部
311 プロセッサ
312 メモリ
313 入出力インターフェイス
314 通信インターフェイス
402 搬送計画情報生成部
403 表示部
502 フィールド情報管理部

10

20

30

40

50

5 0 3 ロボット選択部
5 0 4 経路計算部
5 0 5 ロボット制御部

【図面】
【図 1】

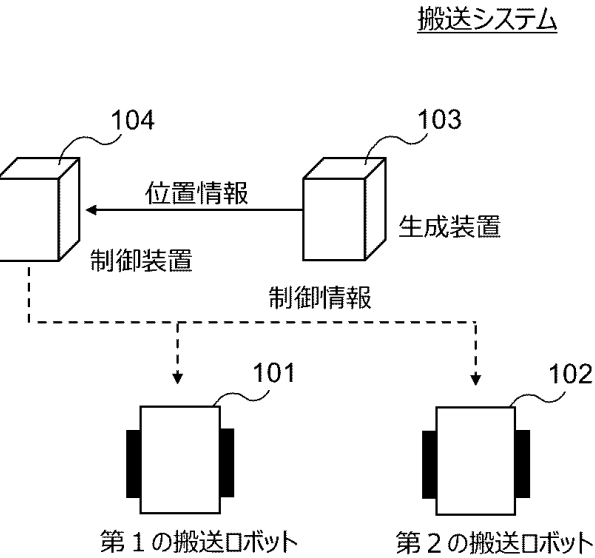


Fig.1

【図 2】

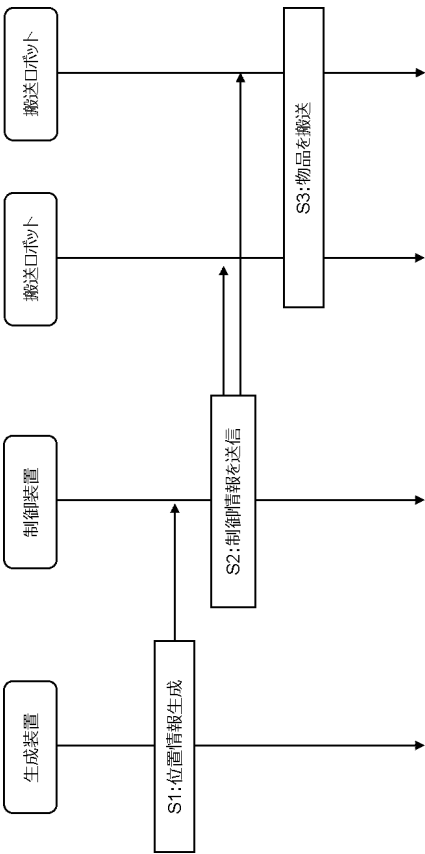


Fig.2

【図 3】

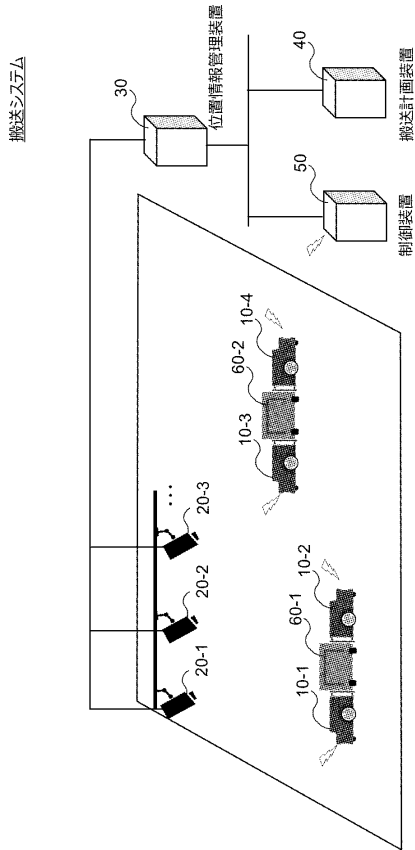


Fig.3

【図 4】

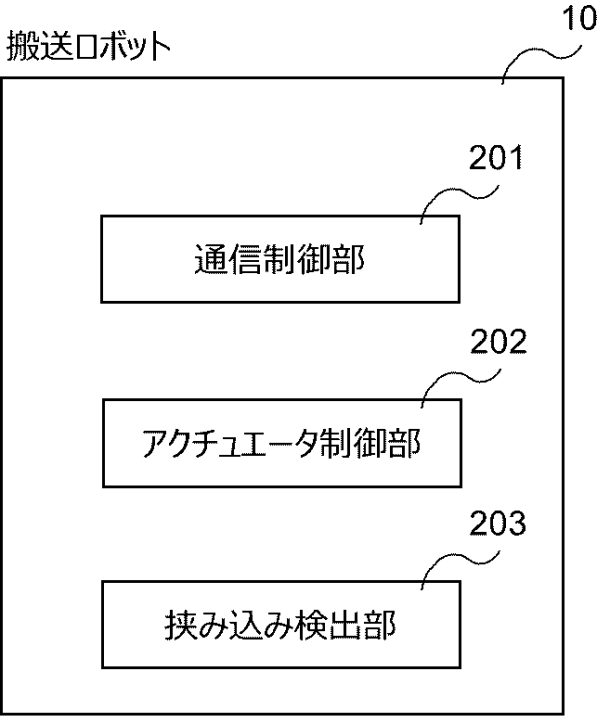


Fig.4

【図 5】

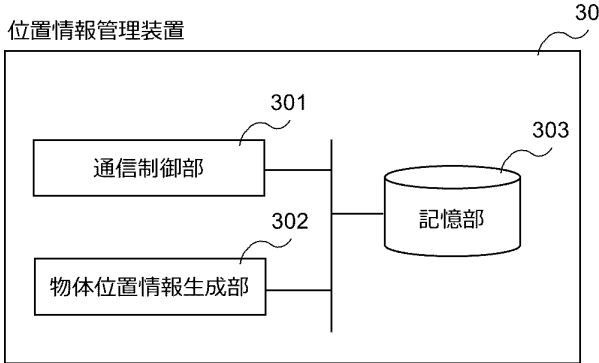


Fig.5

【図 6】

カメラ装置	撮影エリア
カメラ装置20-1	撮影エリア 1
カメラ装置20-2	撮影エリア 2
⋮	⋮

Fig.6

10

20

30

40

50

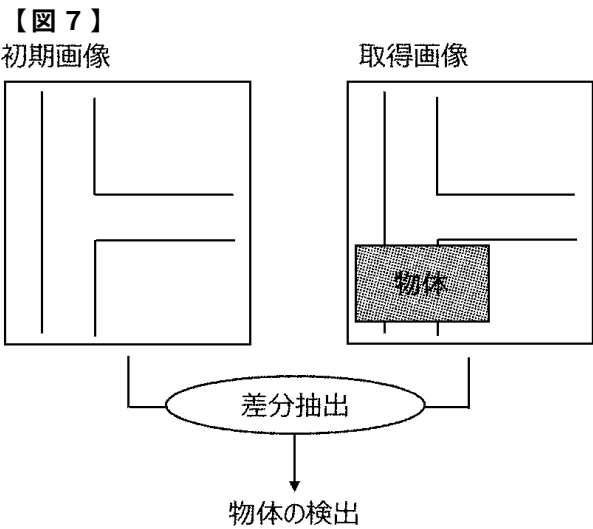


Fig.7

【図 8】

物体位置情報

物体の種類	絶対座標
搬送ロボット10-1	(x11,y11,z11)
障害物	(x21,y21,z21)
⋮	⋮

Fig.8

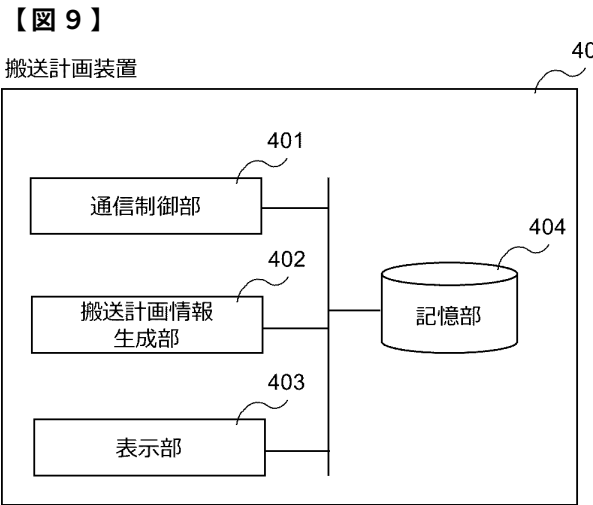


Fig.9

【図 10】

搬送する物品の詳細を入力して下さい。

搬送対象物品： 物品 A

搬送元： エリア A

搬送先： 搬送先を選択

エリア B	
エリア C	
エリア D	
エリア E	

Fig.10

【図 1 1】

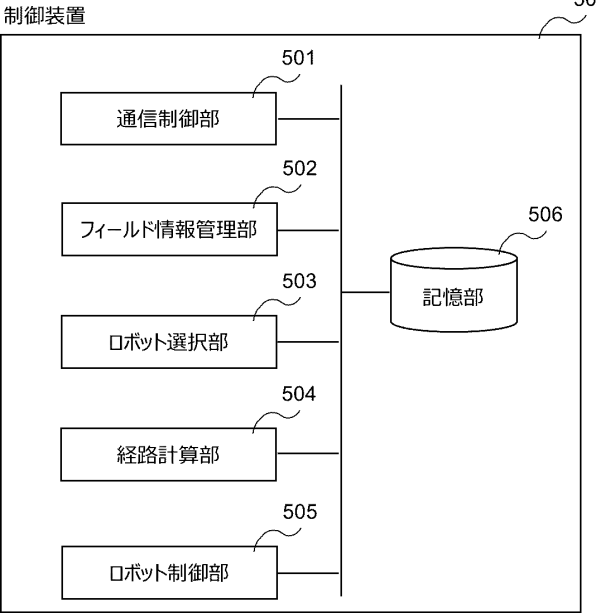


Fig.11

【図 1 2】

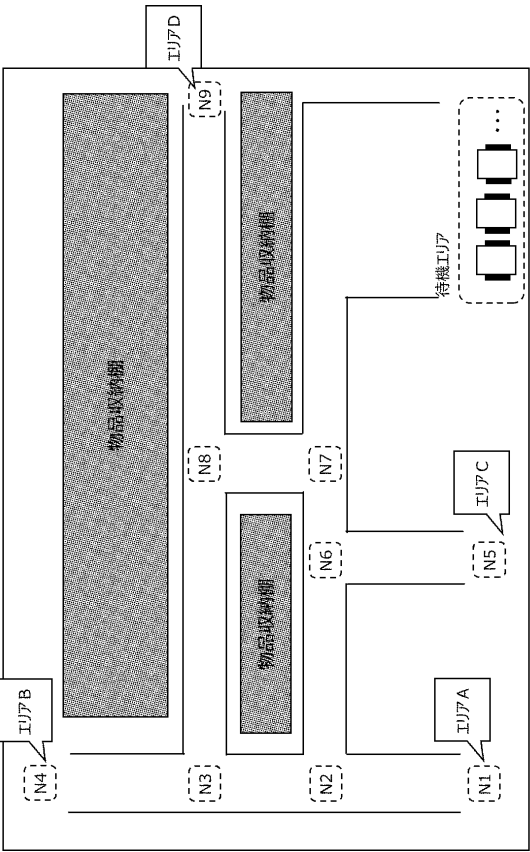


Fig.12

【図 1 3】

フィールド構成情報

ノード	絶対座標
N 1	(x1,y1)
N 2	(x2,y2)
⋮	⋮

Fig.13

【図 1 4】

リンク情報

リンク名	始点ノード	終点ノード
L I N K 1	N 1	N 2
L I N K 2	N 2	N 3
⋮	⋮	⋮

Fig.14

10

20

30

40

50

【図 15】

リンク名	ノード間距離	搬送ロボット	障害物
L I N K 1	L 1	(x31,y31,z31)、 (x32,y32,z32)	(x41,y41,z41)
L I N K 2	L 2	—	—
L I N K 3	L 3	(x51,y51,z51)、 (x52,y52,z52)	—
⋮	⋮	⋮	⋮

Fig. 15

【図 16】

搬送ロボット	状態	ベアのロボット	現在位置	搬送経路
搬送ロボット10-1	搬送中	搬送ロボット10-2	(x61,y61,z61)	N1,N2,...
搬送ロボット10-2	搬送中	搬送ロボット10-1	(x71,y71,z71)	N1,N2,...
搬送ロボット10-3	待機中	—	—	—
搬送ロボット10-4	待機中	—	—	—
：	：	：	：	：

Fig. 16

【図 17】

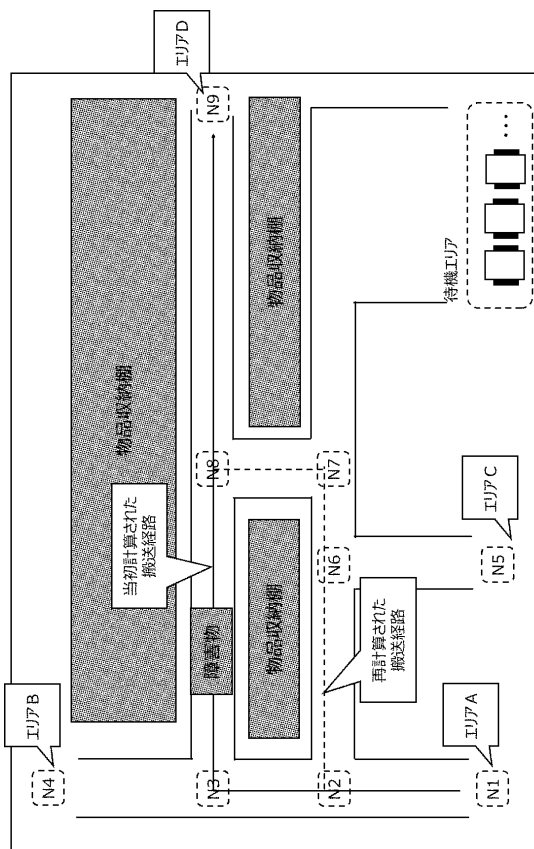


Fig.17

【図 18】

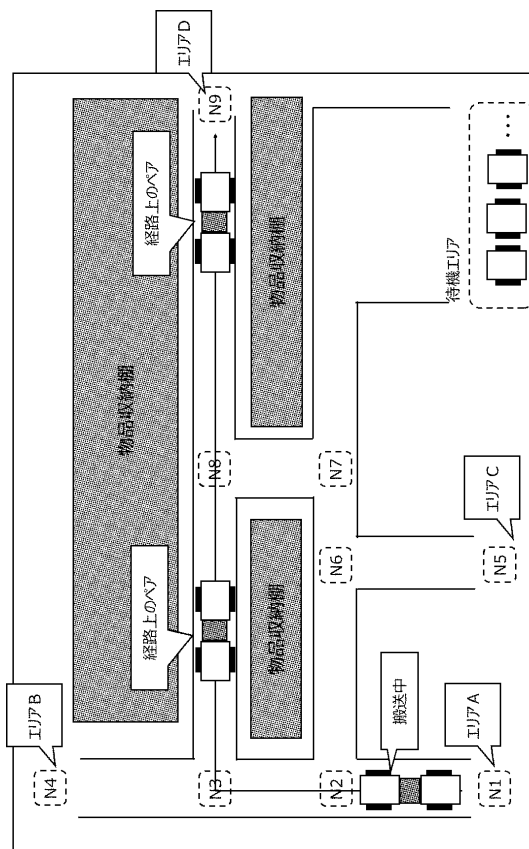


Fig. 18

【図 19】

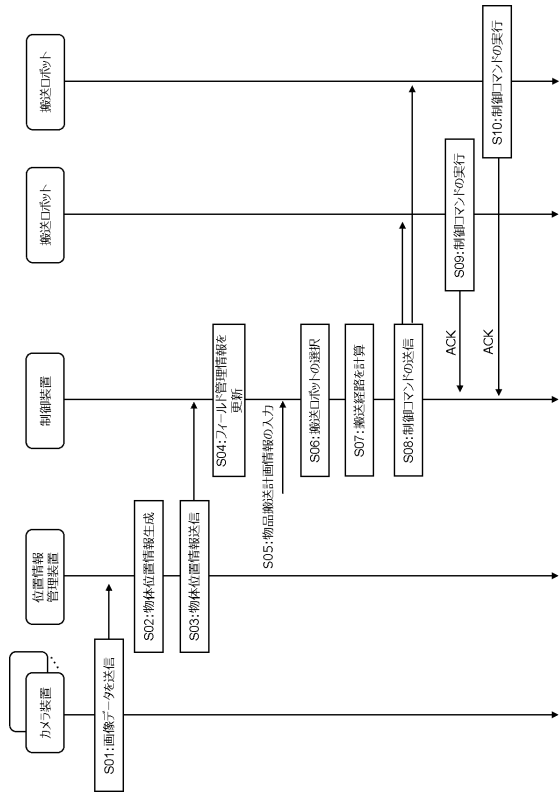


Fig.19

【図 20】

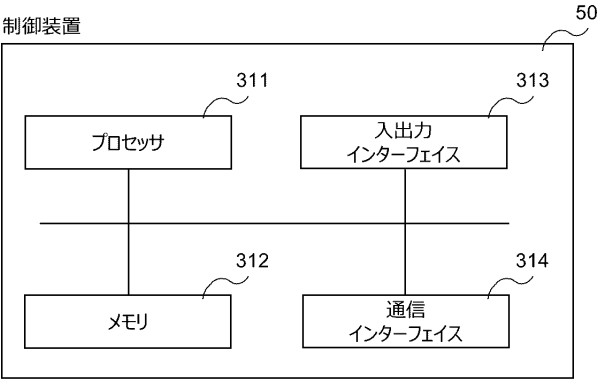


Fig.20

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 熊谷 太一 Taichi KUMAGAI, 複数ロボットの無線遠隔制御による協調搬送システムの試作
A prototype of a cooperative conveyance system by wireless-networked control of multiple
robots, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 118 No. 459 [online]
IEICE Technical Report, 日本, 一般社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics
,Information and Communication Engineers, 第118巻
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
G 0 5 D 1 / 0 0 - 1 / 8 7
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2