

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7593247号
(P7593247)

(45)発行日 令和6年12月3日(2024.12.3)

(24)登録日 令和6年11月25日(2024.11.25)

(51)国際特許分類	F I
G 0 8 G 1/00 (2006.01)	G 0 8 G 1/00 D
G 0 6 Q 10/08 (2024.01)	G 0 8 G 1/00 X
	G 0 6 Q 10/08

請求項の数 12 (全30頁)

(21)出願番号	特願2021-104967(P2021-104967)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和3年6月24日(2021.6.24)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(65)公開番号	特開2023-3719(P2023-3719A)	(72)発明者	小田 志朗 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43)公開日	令和5年1月17日(2023.1.17)	(72)発明者	平 哲也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和5年10月11日(2023.10.11)	(72)発明者	豊島 聡 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	渡邊 裕太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボット管理システム、ロボット管理方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

バッテリー、タイヤを有する駆動輪、前記バッテリーからの電力供給を受けて前記駆動輪を駆動するモータ、前記モータに設けられたエンコーダ、及び積載物の重量を検出する重量センサをそれぞれが備える複数の搬送ロボットについて、前記搬送ロボットの消耗度合いを示す負荷を、前記エンコーダから得た前記搬送ロボットの走行時の前記駆動輪が使用する電流値と、前記エンコーダから得た回転回数と前記駆動輪の外径とから算出された前記搬送ロボットの走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理と、

前記推定処理での推定結果に基づき、前記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定する決定処理と、

を実行し、

前記負荷は、前記タイヤの消耗度合いを示すタイヤ負荷及び前記バッテリーの消耗度合いを示すバッテリー負荷を含み、

前記推定処理は、前記タイヤ負荷を前記重量と前記走行距離又は前記走行時間との積とに応じて推定し、前記バッテリー負荷を前記電流値と前記走行距離又は前記走行時間との積に応じて推定する、

ロボット管理システム。

【請求項2】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットの中から前記推定処理で推定された前記負荷の量が最も小さい搬送ロボットを、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボ

ットとして決定する、

請求項 1 に記載のロボット管理システム。

【請求項 3】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットのいずれについても、前記推定処理で推定された前記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが、前記複数の搬送ロボットをメンテナンスする共通の日程である所定のメンテナンス日程に合うように、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボットを決定する、

請求項 1 に記載のロボット管理システム。

【請求項 4】

前記所定のメンテナンス日程は、前記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定される、

請求項 3 に記載のロボット管理システム。

【請求項 5】

コンピュータが、

バッテリー、タイヤを有する駆動輪、前記バッテリーからの電力供給を受けて前記駆動輪を駆動するモータ、前記モータに設けられたエンコーダ、及び積載物の重量を検出する重量センサをそれぞれが備える複数の搬送ロボットについて、前記搬送ロボットの消耗度合いを示す負荷を、前記エンコーダから得た前記搬送ロボットの走行時の前記駆動輪が使用する電流値と、前記エンコーダから得た回転回数と前記駆動輪の外径とから算出された前記搬送ロボットの走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理と、

前記推定処理での推定結果に基づき、前記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定する決定処理と、

を実行し、

前記負荷は、前記タイヤの消耗度合いを示すタイヤ負荷及び前記バッテリーの消耗度合いを示すバッテリー負荷を含み、

前記推定処理は、前記タイヤ負荷を前記重量と前記走行距離又は前記走行時間との積とに応じて推定し、前記バッテリー負荷を前記電流値と前記走行距離又は前記走行時間との積に応じて推定する、

ロボット管理方法。

【請求項 6】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットの中から前記推定処理で推定された前記負荷の量が最も小さい搬送ロボットを、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボットとして決定する、

請求項 5 に記載のロボット管理方法。

【請求項 7】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットのいずれについても、前記推定処理で推定された前記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが、前記複数の搬送ロボットをメンテナンスする共通の日程である所定のメンテナンス日程に合うように、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボットを決定する、

請求項 5 に記載のロボット管理方法。

【請求項 8】

前記所定のメンテナンス日程は、前記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定される、

請求項 7 に記載のロボット管理方法。

【請求項 9】

コンピュータに、推定処理と決定処理とを実行させるためのプログラムであって、

前記推定処理は、バッテリー、タイヤを有する駆動輪、前記バッテリーからの電力供給を受けて前記駆動輪を駆動するモータ、前記モータに設けられたエンコーダ、及び積載物の重量を検出する重量センサをそれぞれが備える複数の搬送ロボットについて、前記搬送ロボットの消耗度合いを示す負荷を、前記エンコーダから得た前記搬送ロボットの走行時の前

10

20

30

40

50

記駆動輪が使用する電流値と、前記エンコーダから得た回転回数と前記駆動輪の外径とから算出された前記搬送ロボットの走行距離又は走行時間とに基づき推定し、

前記決定処理は、前記推定処理での推定結果に基づき、前記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定し、

前記負荷は、前記タイヤの消耗度合いを示すタイヤ負荷及び前記バッテリーの消耗度合いを示すバッテリー負荷を含み、

前記推定処理は、前記タイヤ負荷を前記重量と前記走行距離又は前記走行時間との積とに応じて推定し、前記バッテリー負荷を前記電流値と前記走行距離又は前記走行時間との積に応じて推定する、

プログラム。

10

【請求項 10】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットの中から前記推定処理で推定された前記負荷の量が最も小さい搬送ロボットを、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボットとして決定する、

請求項 9 に記載のプログラム。

【請求項 11】

前記決定処理は、前記複数の搬送ロボットのいずれについても、前記推定処理で推定された前記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが、前記複数の搬送ロボットをメンテナンスする共通の日程である所定のメンテナンス日程に合うように、前記複数の搬送ロボットの中から前記使用する搬送ロボットを決定する、

20

請求項 9 に記載のプログラム。

【請求項 12】

前記所定のメンテナンス日程は、前記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定される、

請求項 11 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ロボット管理システム、ロボット管理方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

30

【0002】

特許文献 1 には、複数の移動ロボットの中から使用する移動ロボットの優先順位付けを行うシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 5807990 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

しかしながら、搬送物の搬送を行う複数の搬送ロボットを運用する場合、搬送ロボット間でタスク量が異なることになり、消耗度合いが異なるようになる。また、そのために、これらの搬送ロボットのメンテナンス時期の調整が難しくもなる。特許文献 1 に記載のシステムでは、これらの問題に対応することができない。

【0005】

本開示は、このような問題を解決するためになされたもので、その目的は、複数の搬送ロボットを運用するに際し、搬送ロボットの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能なロボット管理システム、ロボット管理方法、及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

本開示の第1の態様にかかるロボット管理システムは、複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットへの負荷を、上記搬送ロボットの走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行し、上記推定処理での推定結果に基づき、上記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定する。上記ロボット管理システムでは、このような構成により、複数の搬送ロボットを運用するに際し、搬送ロボットの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能になる。

【0007】

上記ロボット管理システムでは、上記搬送ロボットは、タイヤを有し、上記推定処理は、上記負荷又は上記負荷の一部として、上記電流値と上記走行距離又は上記走行時間との積を用いて上記タイヤの消耗度合いを推定するようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのタイヤの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能となる。

10

【0008】

上記ロボット管理システムでは、上記負荷の量が上記複数の搬送ロボット間で偏らないように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットにおいて消耗度合いを合わせるように運用することができる。

上記ロボット管理システムでは、上記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが所定の日程に合うように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットが同時期にメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

ここで、上記所定の日程は、上記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定されるようにしてもよい。これにより、業務が少ない時期に上記複数の搬送ロボットのメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

20

【0009】

上記推定処理は、上記搬送ロボットに積載された積載物の重量を示す重量情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を積載物の重量に対応するように推定することができる。

上記推定処理は、上記搬送ロボットが走行したルートを示すルート情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を走行ルートに対応するように推定することができる。

上記ロボット管理システムでは、上記使用する搬送ロボットを、搬送予定のルートを示す予定ルート情報と搬送予定の搬送物を示す予定搬送物情報との少なくとも一方に基づき決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボット間での負荷の調整を行い易くなる。

30

【0010】

上記推定処理は、さらに、上記複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットのメンテナンスのタイミングを推定する処理を含むようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのメンテナンスのタイミングに合わせて、使用する搬送ロボットを決定することができ、搬送ロボットのメンテナンスの必要性に応じた運用を行うことが可能になる。

【0011】

本開示の第2の態様にかかるロボット管理方法は、複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットへの負荷を、上記搬送ロボットの走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行し、上記推定処理での推定結果に基づき、上記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定する。このような構成により、複数の搬送ロボットを運用するに際し、搬送ロボットの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能になる。

40

【0012】

上記ロボット管理方法では、上記搬送ロボットは、タイヤを有し、上記推定処理は、上記負荷又は上記負荷の一部として、上記電流値と上記走行距離又は上記走行時間との積を用いて上記タイヤの消耗度合いを推定するようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのタイヤの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能となる。

50

【 0 0 1 3 】

上記ロボット管理方法では、上記負荷の量が上記複数の搬送ロボット間で偏らないように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットにおいて消耗度合いを合わせるように運用することができる。

上記ロボット管理方法では、上記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが所定の日程に合うように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットが同時期にメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

ここで、上記所定の日程は、上記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定されるようにしてもよい。これにより、業務が少ない時期に上記複数の搬送ロボットのメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

10

【 0 0 1 4 】

上記推定処理は、上記搬送ロボットに積載された積載物の重量を示す重量情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を積載物の重量に対応するように推定することができる。

上記推定処理は、上記搬送ロボットが走行したルートを示すルート情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を走行ルートに対応するように推定することができる。

上記ロボット管理方法では、上記使用する搬送ロボットを、搬送予定のルートを示す予定ルート情報と搬送予定の搬送物を示す予定搬送物情報との少なくとも一方に基づき決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボット間での負荷の調整を行い易くなる。

20

【 0 0 1 5 】

上記推定処理は、さらに、上記複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットのメンテナンスのタイミングを推定する処理を含むようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのメンテナンスのタイミングに合わせて、使用する搬送ロボットを決定することができ、搬送ロボットのメンテナンスの必要性に応じた運用を行うことが可能になる。

【 0 0 1 6 】

本開示の第3の態様にかかるプログラムは、コンピュータに、複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットへの負荷を、上記搬送ロボットの走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行し、上記推定処理での推定結果に基づき、上記複数の搬送ロボットの中から使用する搬送ロボットを決定する、処理を実行させるためのプログラムである。このような構成により、複数の搬送ロボットを運用するに際し、搬送ロボットの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能になる。

30

【 0 0 1 7 】

上記プログラムでは、上記搬送ロボットは、タイヤを有し、上記推定処理は、上記負荷又は上記負荷の一部として、上記電流値と上記走行距離又は上記走行時間との積を用いて上記タイヤの消耗度合いを推定するようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのタイヤの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能となる。

【 0 0 1 8 】

上記プログラムでは、上記負荷の量が上記複数の搬送ロボット間で偏らないように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットにおいて消耗度合いを合わせるように運用することができる。

40

上記プログラムでは、上記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが所定の日程に合うように、上記使用する搬送ロボットを決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボットが同時期にメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

ここで、上記所定の日程は、上記複数の搬送ロボットが搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定されるようにしてもよい。これにより、業務が少ない時期に上記複数の搬送ロボットのメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

【 0 0 1 9 】

上記推定処理は、上記搬送ロボットに積載された積載物の重量を示す重量情報を用いて

50

実行するようにしてもよい。これにより、負荷を積載物の重量に対応するように推定することができる。

上記推定処理は、上記搬送ロボットが走行したルートを示すルート情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を走行ルートに対応するように推定することができる。

上記プログラムでは、上記使用する搬送ロボットを、搬送予定のルートを示す予定ルート情報と搬送予定の搬送物を示す予定搬送物情報との少なくとも一方に基づき決定するようにしてもよい。これにより、上記複数の搬送ロボット間での負荷の調整を行い易くなる。

【0020】

上記推定処理は、さらに、上記複数の搬送ロボットについて、上記搬送ロボットのメンテナンスのタイミングを推定する処理を含むようにしてもよい。これにより、搬送ロボットのメンテナンスのタイミングに合わせて、使用する搬送ロボットを決定することができ、搬送ロボットのメンテナンスの必要性に応じた運用を行うことが可能になる。

10

【発明の効果】

【0021】

本開示により、複数の搬送ロボットを運用するに際し、搬送ロボットの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能なロボット管理システム、ロボット管理方法、及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本実施の形態に係る移動ロボットが利用されるシステムの全体構成例を説明するための概念図である。

20

【図2】本実施の形態に係るシステムの制御系の一例を示す制御ブロック図である。

【図3】移動ロボットの一例を示す概略図である。

【図4】移動ロボットの駆動部の主要構成例を示す模式図である。

【図5】移動ロボットの移動経路の一例を示す図である。

【図6】移動ロボット毎の電流値と走行距離と走行時間とを格納したテーブルの一例を示す図である。

【図7】移動ロボット毎の負荷の推定結果の一例を示す図である。

【図8】移動ロボット毎のメンテナンスのタイミングの推定結果の一例を示す図である。

30

【図9】本実施の形態に係るロボット管理方法の一例を示すフローチャートである。

【図10】本実施の形態に係るロボット管理方法の他の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、特許請求の範囲に係る発明を以下の実施の形態に限定するものではない。また、実施の形態で説明する構成の全てが課題を解決するための手段として必須であるとは限らない。

【0024】

(概略構成)

図1は、本実施の形態に係る移動ロボット20が利用されるシステム1の全体構成例を説明するための概念図である。本実施の形態にかかるシステム1は、施設内で自律移動可能な複数の移動ロボットを用いて搬送物を搬送するシステムであり、移動ロボットを管理するロボット管理システムであるとも言える。

40

【0025】

本実施の形態において適用可能な移動ロボットとして、ここでは図1に示すような移動ロボット20を例に挙げて説明するが、その形状や構成要素は問わない。例えば、移動ロボットは、車輪を有するものに限らず、ドローン等の飛行体(飛行ロボット)などであってもよく、その場合の走行は飛行を意味する。なお、各移動ロボット20が単独で1又は複数の搬送物を搬送することを前提に説明するが、複数の移動ロボット20が協働して1又は複数の搬送物を搬送するようにしてもよい。

50

【 0 0 2 6 】

移動ロボット 20 は、搬送物の搬送をタスクとして実行する搬送ロボットである。移動ロボット 20 は、病院、リハビリセンタ、介護施設、高齢者入居施設などの医療福祉施設内において、搬送物を搬送するために自律走行する。また、本実施の形態にかかるシステム 1 は、ショッピングモール、ホテル、レストラン、オフィスビル、イベント会場などの商業施設等の施設内（建物内）でも利用可能である。無論、移動ロボット 20 は施設内だけでなく施設外でも自律移動可能であってもよい。

【 0 0 2 7 】

ユーザ U 1 又はユーザ U 2 は、移動ロボット 20 に搬送物を収容して、搬送を依頼する。移動ロボット 20 は、設定された目的地まで自律的に移動して、搬送物を搬送する。つまり、移動ロボット 20 は荷物の搬送タスク（以下、単にタスクともいう）を実行する。以下の説明では、搬送物を搭載する場所を搬送元とし、搬送物を届ける場所を搬送先とする。なお、ユーザ U 1 又はユーザ U 2 は、図示しない他の例の移動ロボットに搬送物を露出させた状態で搭載し、搬送される場合もあるが、説明の簡略化のため移動ロボット 20 に搬送物が収容された状態で搬送されることを前提とする。

10

【 0 0 2 8 】

例えば、移動ロボット 20 が複数の診療科がある総合病院内を移動するものとする。移動ロボット 20 は、複数の診療科間で備品、消耗品、医療器具等を搬送する。例えば、移動ロボットは、搬送物のある診療科のナースステーションから、別の診療科へのナースステーションに届ける。あるいは、移動ロボット 20 は、備品や医療器具の保管庫から診療科のナースステーションまで搬送物を届ける。また、移動ロボット 20 は、調剤科で調剤された薬品を使用予定の診療科や患者まで届ける。

20

【 0 0 2 9 】

搬送物の例としては、薬剤、包帯などの消耗品、検体、検査器具、医療器具、病院食、文房具などの備品等が挙げられる。医療機器としては、血圧計、輸血ポンプ、シリンジポンプ、フットポンプ、ナースコール、離床センサ、フットポンプ、低圧持続吸入器心電図モニタ、医薬品注入コントローラ、経腸栄養ポンプ、人工呼吸器、カフ圧計、タッチセンサ、吸引器、ネプライザ、パルスオキシメータ、血圧計、人工蘇生器、無菌装置、エコー装置などが挙げられる。また、病院食、検査食などの食事を搬送しても良い。さらに、移動ロボット 20 は、使用済みの機器、食事済みの食器などを搬送しても良い。搬送先が異なる階にある場合、移動ロボット 20 はエレベータなどを利用して移動してもよい。

30

【 0 0 3 0 】

システム 1 は、移動ロボット 20 のほか、上位管理装置 10、施設管理システム 30、ネットワーク 600、通信ユニット 610、及びユーザ端末 400 を備えている。ユーザ U 1 又はユーザ U 2 は、ユーザ端末 400 を用いて、搬送物の搬送依頼を行うことができる。例えば、ユーザ端末 400 は、タブレットコンピュータやスマートフォンなどであるが、設置型のコンピュータであってもよい。ユーザ端末 400 は、無線又は有線で通信可能な情報処理装置であればよい。

【 0 0 3 1 】

ユーザ U 1 又はユーザ U 2 は、搬送物が医療機器等の貸出機器である場合、その搬送をその貸し出しのスケジュール（貸出スケジュール）に従って依頼することができる。この貸出スケジュールはネットワーク 600 に接続された機器貸出システム（図示せず）で管理されることができ、ユーザ U 1 又はユーザ U 2 によってユーザ端末 400 から搬送依頼のために参照されることができ、上位管理装置 10 から参照されることができ、

40

【 0 0 3 2 】

本実施の形態においては、図 1 に示すように、施設管理システム 30 と移動ロボット 20 とユーザ端末 400 は、ネットワーク 600 を介して上位管理装置 10 に接続されている。移動ロボット 20 及びユーザ端末 400 は、通信ユニット 610 を介して、ネットワーク 600 と接続される。ネットワーク 600 は有線又は無線の LAN（Local Area Network）や WAN（Wide Area Network）である。さらに、上位管理装置 10 は、ネッ

50

トワーク 600 と有線又は無線で接続されている。通信ユニット 610 はそれぞれの環境に設置された例えば無線 LAN ユニットである。通信ユニット 610 は、例えば Wi-Fi (登録商標。以下同様。) ルータなどの汎用通信デバイスであってもよい。

【0033】

上位管理装置 10 は各機器と接続されたサーバであり、各機器からのデータを収集する。また、上位管理装置 10 は、物理的に単一の装置に限られるものではなく、分散処理を行う複数の装置を有していてもよい。また、上位管理装置 10 は、移動ロボット 20 等のエッジデバイスに分散して配置されていてもよい。例えば、システム 1 の一部又は全部が移動ロボット 20 に搭載されていてもよい。

【0034】

ユーザ U1、U2 のユーザ端末 400 から発信された各種信号は、ネットワーク 600 を介して一旦、上位管理装置 10 へ送られ、上位管理装置 10 から対象となる移動ロボット 20 へ転送される。同様に、移動ロボット 20 から発信される各種信号は、ネットワーク 600 を介して一旦、上位管理装置 10 へ送られ、上位管理装置 10 から対象となるユーザ端末 400 へ転送される。

【0035】

ユーザ端末 400 と移動ロボット 20 は、上位管理装置 10 を介さずに、信号を送受信してもよい。例えば、ユーザ端末 400 と移動ロボット 20 は、無線通信により直接信号を送受信してもよい。あるいは、ユーザ端末 400 と移動ロボット 20 は、通信ユニット 610 を介して、信号を送受信してもよい。

【0036】

ユーザ U1 又はユーザ U2 は、ユーザ端末 400 を用いて搬送物の搬送を依頼する。以下、ユーザ U1 が搬送元にいる搬送依頼者であり、ユーザ U2 が搬送先(目的地)にいる受領予定者であるとして説明を行う。もちろん、搬送先にいるユーザ U2 が搬送依頼を行うことも可能である。また、搬送元又は搬送先以外の場所にいるユーザが搬送依頼を行ってもよい。

【0037】

ユーザ U1 が搬送依頼を行う場合、ユーザ端末 400 を用いて、搬送物の内容、搬送物の受取先(以下、搬送元ともいう)、搬送物の届け先(以下、搬送先ともいう)、搬送元の到着予定時刻(搬送物の受取時刻)、搬送先への到着予定時間(搬送期限)等を入力する。以下、これらの情報を搬送依頼情報ともいう。ユーザ U1 は、ユーザ端末 400 のタッチパネルを操作することで、搬送依頼情報を入力することができる。搬送元は、ユーザ U1 がいる場所でも良く、搬送物の保管場所などであってもよい。搬送先は、使用予定のユーザ U2 や患者がいる場所である。

【0038】

ユーザ端末 400 は、ユーザ U1 によって入力された搬送依頼情報を上位管理装置 10 に送信する。上位管理装置 10 は、複数の移動ロボット 20 を管理する管理システムであり、本実施の形態にかかるロボット管理システムそのもの、又はその主たる部分を構成する。上位管理装置 10 は、移動ロボット 20 に搬送タスクを実行するための動作指令を送信する。上位管理装置 10 は搬送依頼毎に、搬送タスクを実行する移動ロボット 20、つまり使用する移動ロボット 20 を決定する。本実施の形態では、この決定方法に主たる特徴の一つを有し、その点については後述する。そして、上位管理装置 10 は、その移動ロボット 20 に対して動作指令を含む制御信号を送信する。移動ロボット 20 が、動作指令に従って、搬送元から搬送先に到着するように移動する。

【0039】

例えば、上位管理装置 10 は、搬送元又はその近傍の移動ロボット 20 に搬送タスクを割り当てることができる。あるいは、上位管理装置 10 は、搬送元又はその近傍に向かって移動ロボット 20 に搬送タスクを割り当てることができる。搬送タスクの割り当てについては、このような方法を一つの基準とすることができるが、基本的に本実施の形態の特徴として後述するように、各移動ロボット 20 に今までにかかっている負荷を推定し

10

20

30

40

50

、その推定結果に基づき、搬送タスクを割り当てる移動ロボット20を決定する。タスクを割り当てられた移動ロボット20が搬送元まで搬送物を取りに行く。搬送元は、例えば、タスクを依頼したユーザU1がいる場所である。

【0040】

移動ロボット20が搬送元に到着すると、ユーザU1又はその他の職員が移動ロボット20に搬送物を載せる。搬送物を搭載した移動ロボット20が搬送先を目的地として自律移動する。上位管理装置10は、搬送先のユーザU2のユーザ端末400に対して信号を送信する。これにより、ユーザU2は、搬送物が搬送中であることや、その到着予定時間を知ることができる。設定された搬送先に移動ロボット20が到着すると、ユーザU2は、移動ロボット20に収容されている搬送物を受領することができる。このようにして、移動ロボット20が、搬送タスクを実行する。

10

【0041】

このような全体構成においては、制御システムの各要素を、移動ロボット20、ユーザ端末400および上位管理装置10（及び施設管理システム30）に分散して全体として制御システムを構築することができる。また、搬送物の搬送を実現するための実質的な要素を一つの装置に集めて構築することもできる。上位管理装置10は、1又は複数の移動ロボット20を制御する。

【0042】

上述のように、ユーザU1、U2のユーザ端末400から発信された各種信号は、ネットワーク600を介して一旦、上位管理装置10へ送られ、上位管理装置10から対象となる移動ロボット20へ転送されることができる。同様に、移動ロボット20から発信される各種信号は、ネットワーク600を介して一旦、上位管理装置10へ送られ、上位管理装置10から対象となるユーザ端末400へ転送される。

20

【0043】

施設管理システム30は、施設の管理を行うシステムであり、施設内の業務のスケジュールなどを管理することができ、上述した機器貸出システムを含むこと又はそれに接続されることができる。さらに、施設管理システム30は、例えば施設内の各エリア等における照明機器、空調機器などを管理することができる。

【0044】

施設管理システム30は、その一部の機能を上位管理装置10に分散して配置されていてもよく、また上位管理装置10に組み込んで配置されることもできる。施設管理システム30は、その一部の機能を移動ロボット20等のエッジデバイスに分散して配置されていてもよい。

30

【0045】

（制御ブロック図）

図2は、システム1の制御系の一例を示す制御ブロック図である。図2に示すように、システム1は、上位管理装置10、移動ロボット20、施設管理システム30、及び環境カメラ300を備えることができる。

【0046】

このシステム1は、所定の施設内において移動ロボット20を自律的に移動させながら、複数の移動ロボット20を効率的に制御する。そのため、施設内には、複数個の環境カメラ300が設置されている。例えば、環境カメラ300は、施設内の通路、ホール、エレベータ、出入り口、セキュリティゲート周辺等に設置されている。

40

【0047】

環境カメラ300は、移動ロボット20が移動する範囲の画像を取得する。なお、システム1では、環境カメラ300で取得された画像やそれに基づく情報は、上位管理装置10が収集する。あるいは、環境カメラ300で取得された画像等が直接移動ロボットに送信されてもよい。環境カメラ300は、施設内の通路や出入り口に設けられた監視カメラなどであってもよい。環境カメラ300は、施設内の混雑状況の分布を求めるために使用されていてもよい。

50

【 0 0 4 8 】

ここでは、環境カメラ 3 0 0 が上位管理装置 1 0 に直接接続された例を挙げるが、環境カメラ 3 0 0 は施設管理システム 3 0 の管理対象とし、施設管理システム 3 0 を経由して環境カメラ 3 0 0 で得られたデータを上位管理装置 1 0 が受信するような構成を採用することもできる。

【 0 0 4 9 】

システム 1 では、上位管理装置 1 0 が搬送依頼情報に基づいてルート計画を行い、ルート計画情報（後述のルート計画情報 1 2 5）を生成する。ルート計画情報は例えば上述した貸し出しスケジュールに対応する搬送ルートを計画した情報として生成されることができる。上位管理装置 1 0 は、生成したルート計画情報に基づいて、それぞれの移動ロボット 2 0 に行き先を指示する。そして、移動ロボット 2 0 は、上位管理装置 1 0 から指定された行き先に向かって自律移動する。移動ロボット 2 0 は、自機に設けられたセンサ、フロアマップ、位置情報等を用いて行き先（目的地）に向かって自律移動する。

10

【 0 0 5 0 】

例えば、移動ロボット 2 0 は、その周辺の機器、物体、壁、人（以下、まとめて周辺物体とする）に接触しないように、走行する。具体的には、移動ロボット 2 0 は、周辺物体までの距離を検知し、周辺物体から一定の距離（距離閾値とする）以上離れた状態で走行する。周辺物体までの距離が距離閾値以下になると、移動ロボット 2 0 が減速又は停止する。このようにすることで、移動ロボット 2 0 が、周辺物体に接触せずに走行可能となる。接触を回避することができるため、安全かつ効率的な搬送が可能となる。閾値距離は、各移動ロボットが安全に走行できるように設定された所定の距離となっている。

20

【 0 0 5 1 】

まず、図 2 における上位管理装置 1 0 について説明する。

上位管理装置 1 0 は、演算処理部 1 1、記憶部 1 2、バッファメモリ 1 3、及び通信部 1 4 を有することができる。演算処理部 1 1 は、移動ロボット 2 0 を制御及び管理するための演算を行う。演算処理部 1 1 は、例えば、コンピュータの中央演算処理装置（CPU：Central Processing Unit）等のプログラムを実行可能な装置として実装可能である。そして、各種機能はプログラムにより実現することもできる。図 2 では、演算処理部 1 1 において特徴的なロボット制御部 1 1 1、ルート計画部 1 1 5、搬送物情報取得部 1 1 6、負荷推定部 1 1 7、及びロボット割当部 1 1 8 のみを示したが、その他の処理ブロックも備えられる。

30

【 0 0 5 2 】

ロボット制御部 1 1 1 は、移動ロボット 2 0 を遠隔で制御するための演算を行い、制御信号を生成する。ロボット制御部 1 1 1 は、後述するルート計画情報 1 2 5 などに基づいて制御信号を生成する。さらに、環境カメラ 3 0 0 や移動ロボット 2 0 から得られた各種情報に基づいて、制御信号を生成する。制御信号は、後述するフロアマップ 1 2 1、ロボット情報 1 2 3 及びロボット制御パラメータ 1 2 2 等の更新情報を含んでいてもよい。つまり、ロボット制御部 1 1 1 は、各種情報が更新された場合、その更新情報に応じた制御信号を生成する。

【 0 0 5 3 】

搬送物情報取得部 1 1 6 は、搬送物に関する情報を取得する。搬送物情報取得部 1 1 6 は、移動ロボット 2 0 が搬送中の搬送物の内容（種別）に関する情報を取得し、搬送物情報 1 2 6 として記憶部 1 2 に記憶する。搬送物が貸出機器の場合、上述した貸し出しスケジュールから搬送物情報 1 2 6 を得ることができる。搬送物情報 1 2 6 は、各搬送物の重量又は搬送する全ての搬送物の総重量を示す重量情報を含むことができる。

40

【 0 0 5 4 】

ルート計画部 1 1 5 は、各移動ロボット 2 0 のルート計画を行う。搬送タスクが入力されると、ルート計画部 1 1 5 は、搬送依頼情報に基づいて、当該貸出機器を搬送先（目的地）までの搬送するためのルート計画を行う。具体的には、ルート計画部 1 1 5 は、記憶部 1 2 に既に記憶されているルート計画情報 1 2 5 やロボット情報 1 2 3 等を参照して、

50

管理対象の移動ロボット20の中から新たな搬送タスクを実行可能な移動ロボット20の候補を決定し、上記新たな搬送タスクについてのルート計画を追加するようにルート計画情報125を更新する。但し、上記新たな搬送タスクについての候補の選択を行わない構成を採用することもできる。出発地は、移動ロボット20の現在位置や、直前の搬送タスクの搬送先、受取先などである。目的地は、搬送物の搬送先であるが、待機場所、充電場所などであってもよい。

【0055】

ここでは、ルート計画部115は、移動ロボット20の出発地から目的地までの通過ポイントを設定している。ルート計画部115は、移動ロボット20毎に、その通過ポイントの通過順を設定するが、ここでは候補に上がった移動ロボット20についてのみ設定を行えばよい。通過ポイントは、例えば、分岐点、交差点、エレベータ前のロビーやこれらの周辺に設定されている。また、幅の狭い通路では、移動ロボット20のすれ違いが困難となることもある。このような場合、幅の狭い通路の手前を通過ポイントとして設定してもよい。通過ポイントの候補は、予めフロアマップ121に登録されていてもよい。

10

【0056】

ロボット割当部118は、ここで候補に上がった移動ロボット20の中から搬送に使用する移動ロボット20を決定し、ルート計画情報125を更新する。この決定は、後述する負荷推定部117での推定結果に基づくものとし、これにより結果的に移動ロボット20の消耗度合いに応じた運用、つまりメンテナンスを考慮した運用を行うことが可能になる。但し、ロボット割当部118は、待機中の移動ロボット20や搬送元に近い移動ロボット20に搬送タスクを優先的に割り当てるという条件も付加して、使用する移動ロボット20の決定を行うこともできる。なお、この場合、ロボット割当部118がルート計画部115で候補を選択した中から更に条件を付加して、使用する移動ロボット20を決定することもできるし、ルート計画部115では候補を選択する処理を行わないで管理対象の中からロボット割当部118が使用する移動ロボット20を決定することもできる。

20

【0057】

ルート計画部115は、搬送タスクが割り当てられる候補の移動ロボット20について、又はロボット割当部118で実際に使用することが決まった移動ロボット20について、出発地及び目的地を含む通過ポイントを設定する。例えば、搬送元から搬送先までの2以上の移動経路がある場合、より短時間で移動できるように通過ポイントを設定する。そのため、上位管理装置10は、カメラの画像等に基づいて、通路の混雑状況を示す情報を更新する。具体的には、他の移動ロボット20が通過している場所、人が多い場所は混雑度が高い。このようにして、ルート計画部115は、混雑度が高い場所を避けるように、通過ポイントを設定することもできる。

30

【0058】

移動ロボット20は、左回りの移動経路又は右回りの移動経路のいずれでも目的地まで移動できるような場合がある。このような場合、ルート計画部115は、混雑していないほうの移動経路を通過するように通過ポイントを設定する。ルート計画部115が、目的地までの間に、1又は複数の通過ポイントを設定することで、移動ロボット20が混雑していない移動経路で移動することができる。例えば、分岐点、交差点で通路が分かれている場合、ルート計画部115は、適宜、分岐点、交差点、曲がり角及びその周辺に通過ポイントを設定する。これにより、搬送効率を向上することができる。

40

【0059】

ルート計画部115は、エレベータの混雑状況や、移動距離などを考慮して、通過ポイントを設定してもよい。さらに、上位管理装置10は、移動ロボット20がある場所を通過する予定時刻における、移動ロボット20の数や人の数を推定してもよい。そして、推定された混雑状況に応じて、ルート計画部115が通過ポイントを設定してもよい。また、ルート計画部115は、混雑状況の変化に応じて、通過ポイントを動的に変えてもよい。ルート計画部115は、搬送タスクを割り当てる候補となった移動ロボット20について又は実際に割り当てた移動ロボット20について、通過ポイントを順番に設定する。通

50

過ポイントは、搬送元や搬送先を含んでいてもよい。移動ロボット 20 は、ルート計画部 115 により設定された通過ポイントを順番に通過するように自律移動することになる。

【0060】

記憶部 12 は、ロボットの管理及び制御に必要な情報を格納する記憶部である。図 2 の例では、フロアマップ 121、ロボット情報 123、ロボット制御パラメータ 122、ルート計画情報 125、搬送物情報 126、走行情報 127、及び負荷情報 128 を示したが、記憶部 12 に格納される情報は上記送信履歴など、これ以外にあっても構わない。演算処理部 11 では、各種処理を行う際に記憶部 12 に格納されている情報を用いた演算を行う。また、記憶部 12 に記憶されている各種情報は最新の情報に更新可能である。

【0061】

フロアマップ 121 は、移動ロボット 20 を移動させる施設の地図情報である。このフロアマップ 121 は、予め作成されるものでもよいし、移動ロボット 20 から得た情報から生成されるものでもよく、また、予め作成された基本地図に移動ロボット 20 から得た情報から生成された地図修正情報を加えたものであってもよい。

【0062】

ロボット情報 123 は、上位管理装置 10 が管理する移動ロボット 20 の ID、型番、仕様等が記述される。ロボット情報 123 は、移動ロボット 20 の現在位置を示す位置情報を含んでいてもよい。ロボット情報 123 は、移動ロボット 20 がタスクを実行中か、待機中かの情報を含んでいてもよい。また、ロボット情報 123 は、移動ロボット 20 が動作中か、修理中か等を示す情報を含んでいてもよい。また、ロボット情報 123 は、搬送可能な搬送物、搬送不可な搬送物の情報を含んでいてもよい。ロボット情報 123 は、移動ロボット 20 の平面サイズの情報、つまり占有面積の情報を含んでいてもよい。

【0063】

ロボット情報 123 は、後述する走行情報 127 や負荷情報 128 に関連付けられて記憶されることができるが、走行情報 127 及び負荷情報 128 の少なくとも一方を含むこともできる。

【0064】

ロボット制御パラメータ 122 は、上位管理装置 10 が管理する移動ロボット 20 についての周辺物体との閾値距離等の制御パラメータが記述される。閾値距離は、人を含む周辺物体との接触を回避するためのマージン距離となる。さらに、ロボット制御パラメータ 122 は、移動ロボット 20 の移動速度の速度上限値などの動作強度に関する情報を含んでいてもよい。

【0065】

ロボット制御パラメータ 122 において、閾値距離と速度上限値は複数設定されていてもよい。そして、上位管理装置 10 が、閾値距離と速度上限値が適宜変更してもよい。例えば、閾値距離と速度上限値が段階的に設定されていてもよい。そして、段階的に設定された閾値距離と速度上限値とが対応付けられていてもよい。例えば、速度上限値が高い高速モードの場合、急な停止や減速が困難であるため、閾値距離を大きくする。速度上限値が低い低速モードの場合、急な停止や減速が容易であるため、閾値距離を小さくする。速度上限値が低い低速モードの場合、急な停止や減速が容易であるため、閾値距離を小さくする。このように、速度上限値に応じて閾値距離を変えてもよい。演算処理部 11 が搬送物情報や環境情報に応じて速度上限値等を変更してもよい。上位管理装置 10 が環境や状況に応じてロボット制御パラメータの中から速度上限値及び閾値距離を選択する。上位管理装置 10 は、速度上限値及び閾値距離を更新した場合、更新した移動ロボット 20 にそのデータを送信する。

【0066】

ロボット制御パラメータ 122 は、状況に応じて更新されてもよい。ロボット制御パラメータ 122 は、後述の収納庫 291 の収容スペースの空き状況や使用状況を示す情報を含んでいてもよい。ロボット制御パラメータ 122 は、搬送可能な搬送物や、搬送不可能な搬送物の情報を含んでいてもよい。ロボット制御パラメータ 122 は、それぞれの移動

10

20

30

40

50

ロボット 20 に対して、上記の各種情報が対応付けられている。

【0067】

ルート計画情報 125 は、ルート計画部 115 で計画されたルート計画情報を含んでお
いる。ルート計画情報 125 は、例えば、搬送タスクを示す情報を含んでいる。ルート計
画情報 125 は、タスクが割り当てられた移動ロボット 20 の ID、出発地、搬送物の内
容、搬送先、搬送元、搬送先への到着予定時間、搬送元への到着予定時間、到着期限な
どの情報を含んでいても良い。ルート計画情報 125 には、タスクの割り当ての候補である
のか、実際に割り当てられているのかを示す情報を含んでおくことができる。ルート計画
情報 125 では、搬送タスク毎に、上述した各種情報が対応付けられていてもよい。ルート
計画情報 125 は、ユーザ U1 から入力された搬送依頼情報の少なくとも一部を含んで

10

【0068】

さらに、ルート計画情報 125 は、それぞれの移動ロボット 20 や搬送タスクについて
、通過ポイントに関する情報を含んでいてもよい。例えば、ルート計画情報 125 は、そ
れぞれの移動ロボット 20 についての通過ポイントの通過順を示す情報を含んでいる。ル
ート計画情報 125 は、フロアマップ 121 における各通過ポイントの座標や、通過ポイ
ントを通過したか否かの情報を含んでいてもよい。

【0069】

搬送物情報 126 は、搬送依頼が行われた搬送物に関する情報である。例えば、搬送物
の内容（種別）、搬送元、搬送先等の情報を含んでいる。搬送物情報 126 は、搬送を担
当する移動ロボット 20 の ID を含んでいてもよい。さらに、搬送物情報 126 は、搬送
中、搬送前（搭載前）、搬送済みなどのステータスを示す情報を含んでいてもよい。搬送
物情報 126 は搬送物毎にこれらの情報が対応付けられている。

20

【0070】

なお、ルート計画部 115 は、記憶部 12 に記憶されている各種情報を参照して、ル
ート計画を策定する。例えば、フロアマップ 121、ロボット情報 123、ロボット制御パ
ラメータ 122、ルート計画情報 125 に基づいて、タスクを実行する移動ロボット 20
を決定する。そして、ルート計画部 115 は、フロアマップ 121 等を参照して、搬送先
までの通過ポイントとその通過順を設定する。フロアマップ 121 には、予め通過ポイ
ントの候補が登録されている。そして、ルート計画部 115 が混雑状況等に応じて、通過ポ
イントを設定する。また、タスクを連続処理する場合などは、ルート計画部 115 が搬送
元及び搬送先を通過ポイントとして設定してもよい。

30

【0071】

なお、1つの搬送タスクについて、2つ以上の移動ロボット 20 が候補として又は決定
として割り当てられていてもよい。例えば、搬送物が移動ロボット 20 の搬送可能容量よ
りも大きい場合、1つの搬送物を2つに分けて、2つの移動ロボット 20 に搭載する。あ
るいは、搬送物が移動ロボット 20 の搬送可能重量よりも重い場合、1つの搬送物を2つ
に分けて、2つの移動ロボット 20 に搭載する。このようにすることで、1つの搬送タ
スクを2つ以上の移動ロボット 20 が分担して実行することができる。もちろん、異なるサ
イズの移動ロボット 20 を制御する場合、搬送物を搬送可能な移動ロボット 20 が搬送物
を受け取るようにルート計画を行ってもよい。

40

【0072】

さらには、1つの移動ロボット 20 が、2つ以上の搬送タスクを並行して行ってもよい
。例えば、1つの移動ロボット 20 が2つ以上の搬送物を同時に搭載して、異なる搬送先
に順次搬送してもよい。あるいは、1つ移動ロボット 20 が1つの搬送物を搬送中に、他
の搬送物を搭載してもよい。また、異なる場所で搭載された搬送物の搬送先は同じであ
ってもよく、異なってもよい。このようにすることで、タスクを効率よく実行するこ
とができる。

【0073】

このような場合、移動ロボット 20 の収容スペースについて、使用状況又は空き状況を

50

示す収容情報を更新するようにしてもよい。つまり、上位管理装置 10 が空き状況を示す収容情報を管理して、移動ロボット 20 を制御してもよい。例えば、搬送物の搭載又は受取が完了すると、収容情報が更新される。搬送タスクが入力されると、上位管理装置 10 は、収容情報を参照して、搬送物を搭載可能な空きがある移動ロボット 20 を受け取りに向かわせる。このようにすることで、1つの移動ロボット 20 が、同時に複数の搬送タスクを実行することや、2つ以上の移動ロボット 20 が搬送タスクを分担して実行することが可能になる。例えば、移動ロボット 20 の収容スペースにセンサを設置して空き状況を検出しても良い。また、搬送物毎にその容量や重さが予め登録されていてもよい。

【0074】

走行情報 127 は、通信部 14 を介して各移動ロボット 20 から、定期的に又は搬送タスクが終了する毎に又は上位管理装置 10 からの要求により受信され更新される、走行に関する情報である。走行情報 127 は、対象となる移動ロボット 20 における走行時の電流値と走行距離又は走行時間とを含むが、これ以外の情報も含むことができる。

10

【0075】

負荷情報 128 は、次に説明する負荷推定部 117 により推定された移動ロボット 20 毎の現時点での負荷を示す情報である。

【0076】

負荷推定部 117 は、本実施の形態の主たる特徴の一つとすることができる。

負荷推定部 117 は、複数の移動ロボット 20 について、各移動ロボット 20 への負荷（つまり移動ロボット 20 の消耗度合い）を、上記移動ロボット 20 の走行時の電流値（積載物による負荷）と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行する。この推定処理のアルゴリズムは問わず、また機械学習により学習させた学習モデルを用いてこの推定処理を実行するように構成することもできる。

20

【0077】

そして、ロボット割当部 118 は、上記推定処理での推定結果に基づき、上記複数の移動ロボット 20 の中（この例ではルート計画部 115 で対象の搬送タスクを実行する候補として上がった1又は複数の移動ロボット 20 の中）から使用する移動ロボット 20 を決定する。但し、上述したようにルート計画部 115 では候補の選択を行わずにルートのみを決定しておくこともでき、その場合は管理対象の全ての移動ロボット 20 の中から、新たな搬送タスクに使用する移動ロボット 20 を決定すればよい。

30

【0078】

このような構成により、本実施の形態では、複数の移動ロボット 20 を運用するに際し、移動ロボット 20 の消耗度合いに応じた運用を行うことが可能になる。例えば、呼び出し地点に最も近い移動ロボット 20 が呼び出し候補となる場合であっても、消耗度合いが高い場合には、消耗度合いの低い他の移動ロボット 20 を呼び出して使用することができる。よって、移動ロボット 20 間で消耗度合いを平準化すること（搬送タスクの割り当てを平準化すること）、又はメンテナンス日を調整するために消耗度合いを他の移動ロボット 20 に比べて増減させることができる。これにより、メンテナンスのスケジューリングが行いやすくなるといった効果を奏する。

【0079】

バッファメモリ 13 は、演算処理部 11 における処理において生成される中間情報を蓄積するメモリである。通信部 14 は、施設管理システム 30、システム 1 が用いられる施設に設けられる複数の環境カメラ 300 及び少なくとも1台の移動ロボット 20 と通信するための通信インタフェースである。通信部 14 は、有線通信と無線通信の両方の通信を行うことができる。例えば、通信部 14 は、それぞれの移動ロボット 20 に対して、その移動ロボット 20 の制御に必要な制御信号を送信する。また、通信部 14 は、移動ロボット 20 や環境カメラ 300 で収集された情報を受信する。通信部 14 は、施設管理システム 30 から施設の業務等の各種情報を受信することができ、また施設管理システム 30 にこれらの情報の要求を送信できるようにしてもよい。

40

【0080】

50

次に、図 2 における移動ロボット 20 について説明する。

移動ロボット 20 は、演算処理部 21、記憶部 22、通信部 23、近接センサ（例えば、距離センサ群 24）、カメラ 25、駆動部 26、表示部 27、及び操作受付部 28 を有することができる。なお、図 2 では、移動ロボット 20 に備えられている代表的な処理ブロックのみを示したが、移動ロボット 20 には図示していない他の処理ブロックも多く含まれる。

【0081】

通信部 23 は、上位管理装置 10 の通信部 14 と通信を行うための通信インタフェースである。通信部 23 は、例えば、無線信号を用いて通信部 14 と通信を行う。距離センサ群 24 は、例えば、近接センサであり、移動ロボット 20 の周囲に存在する物又は人との距離を示す近接物距離情報を出力する。カメラ 25 は、例えば、移動ロボット 20 の周囲の状況を把握するための画像を撮影する。また、カメラ 25 は、例えば、施設の天井等に設けられる位置マーカーを撮影することもできる。この位置マーカーを用いて移動ロボット 20 に自機の位置を把握させてもよい。

10

【0082】

駆動部 26 は、移動ロボット 20 に備え付けられている駆動輪を駆動する。駆動部 26 は、駆動輪やその駆動モータの回転回数を検出するエンコーダなどを有していてもよい。また、上記のエンコーダの出力に応じて、自機位置（現在位置）が推定されていてもよい。移動ロボット 20 は、自身の現在位置を検出して、上位管理装置 10 に送信する。

【0083】

表示部 27 及び操作受付部 28 はタッチパネルディスプレイにより実現される。表示部 27 は、操作受付部 28 となるユーザーインタフェース画面を表示する。また、表示部 27 には、移動ロボット 20 の行き先や移動ロボット 20 の状態を示す情報を表示させても構わない。操作受付部 28 は、ユーザからの操作を受け付ける。操作受付部 28 は、表示部 27 に表示されるユーザーインタフェース画面に加えて、移動ロボット 20 に設けられる各種スイッチを含む。

20

【0084】

演算処理部 21 は、移動ロボット 20 の制御に用いる演算を行う。演算処理部 21 は、例えば、コンピュータの中央演算処理装置（CPU）等のプログラムを実行可能な装置として実装可能である。そして、各種機能はプログラムにより実現することもできる。演算処理部 21 は、移動命令抽出部 211、駆動制御部 212、走行情報取得部 213 を有する。なお、図 2 では、演算処理部 21 が有する代表的な処理ブロックのみを示したが、図示しない処理ブロックも含まれる。演算処理部 21 は、通過ポイント間の経路を探索してもよい。

30

【0085】

移動命令抽出部 211 は、上位管理装置 10 から与えられた制御信号から移動命令を抽出する。例えば、移動命令は、次の通過ポイントに関する情報を含んでいる。例えば、制御信号は、通過ポイントの座標や、通過ポイントの通過順に関する情報を含んでもよい。そして、移動命令抽出部 211 が、これらの情報を移動命令として抽出する。

【0086】

さらに、移動命令は、次の通過ポイントへの移動が可能になったことを示す情報を含んでもよい。通路幅が狭いと、移動ロボット 20 がすれ違うことできない場合がある。また、一時的に通路を通行できない場合がある。このような場合、制御信号は、停止すべき場所の手前の通過ポイントで、移動ロボット 20 を停止させる命令を含んでいる。そして、他の移動ロボット 20 が通過した後や通行可能となった後に、上位管理装置 10 が移動ロボット 20 に移動可能なことになったことを知らせる制御信号を出力する。これにより、一時的に停止していた移動ロボット 20 が移動を再開する。

40

【0087】

駆動制御部 212 は、移動命令抽出部 211 から与えられた移動命令に基づいて、移動ロボット 20 を移動させるように、駆動部 26 を制御する。例えば、駆動部 26 は、駆動

50

制御部 2 1 2 からの制御指令値に応じて回転する駆動輪を有している。移動命令抽出部 2 1 1 は、上位管理装置 1 0 から受信した通過ポイントに向かって移動ロボット 2 0 が移動するように、移動命令を抽出する。そして、駆動部 2 6 が駆動輪を回転駆動する。移動ロボット 2 0 は、次の通過ポイントに向かって自律移動する。このようにすることで、通過ポイントを順番に通過して、搬送先に到着する。また、移動ロボット 2 0 は、自機位置を推定して、通過ポイントを通過したことを示す信号を上位管理装置 1 0 に送信しても良い。これにより、上位管理装置 1 0 が、各移動ロボット 2 0 の現在位置や搬送状況を管理することができる。

【 0 0 8 8 】

走行情報取得部 1 1 3 は、駆動部 2 6 で対象の搬送タスクの実行時に使用された電流値と走行距離又は走行時間、あるいは対象の搬送タスクの実行時に移動ロボット 2 0 の全体で使用された電流値と走行距離又は走行時間を取得する。駆動部 2 6 で使用された電流値は、上記エンコーダなどから取得することができる。また、例えば、駆動制御部 2 1 2 での駆動制御を行った情報を、これらの電流値と走行時間又は走行距離の情報として取得することもできる。制御信号に応じた電流値、走行時間、走行距離は予め定められた関係に基づき決定することもできる。なお、時間は演算処理部 2 1 等が具備するタイマ等を参照して得ることができる。走行距離については、例えば、上記エンコーダの回転回数又は後述する車輪センサで得た回転回数と駆動輪 2 6 1 の外径とから得ることができる。

10

【 0 0 8 9 】

走行情報取得部 1 1 3 は、これらの取得した情報を、記憶部 2 2 の走行情報 2 2 3 として記録する。既に走行情報 2 2 3 が存在する場合にはこれらの取得した情報を追記すればよい。なお、対象部位がメンテナンスされた段階で走行情報 2 2 3 をリセットするか、メンテナンス日時が分かるように走行情報 2 2 3 を記憶しておくもよい。電流値等の情報は、上述のように駆動部 2 6 のみに対する情報であってもよいし、移動ロボット 2 0 の全体に対する情報であってもよく、さらに駆動部 2 6 と特定の他の部位に対する情報であってもよく、いずれを採用するかは予め決めておけばよい。また、電流値は実際には電力値等の、使用電流に関係する他の値とすることもできる。

20

【 0 0 9 0 】

記憶部 2 2 には、フロアマップ 2 2 1、ロボット制御パラメータ 2 2 2、走行情報 2 2 3、及び搬送物情報 2 2 6 が格納される。図 2 に示したのは、記憶部 2 2 に格納される情報の一部で有り、図 2 に示した以外の情報も含まれる。フロアマップ 2 2 1 は、移動ロボット 2 0 を移動させる施設の地図情報である。このフロアマップ 2 2 1 は、例えば、上位管理装置 1 0 のフロアマップ 1 2 1 をダウンロードしたものである。なお、フロアマップ 2 2 1 は、予め作成されたものであってもよい。また、フロアマップ 2 2 1 は、施設全体の地図情報ではなく、移動予定の領域を部分的に含む地図情報であってもよい。

30

【 0 0 9 1 】

ロボット制御パラメータ 2 2 2 は、移動ロボット 2 0 を動作させるためのパラメータである。ロボット制御パラメータ 2 2 2 には、例えば、周辺物体との閾値距離が含まれる。さらに、ロボット制御パラメータ 2 2 2 には、移動ロボット 2 0 の速度上限値が含まれている。上位管理装置 1 0 において更新されたロボット制御パラメータ 1 2 2 を移動ロボット 2 0 が受信すると、ロボット制御パラメータ 2 2 2 のデータが更新される。

40

【 0 0 9 2 】

移動ロボットの移動中において、閾値距離が移動速度に応じて段階的に変化するように制御しても良い。例えば、移動ロボット 2 0 が加速して、高速になった場合、閾値距離を大きくする。つまり、移動ロボット 2 0 の速度が速度閾値を超えた場合、閾値距離を大きくする。移動ロボット 2 0 が高速で移動している場合、制動距離が大きくなるため、マージン距離である閾値距離を大きくすることが好ましい。よって、移動ロボット 2 0 が速度閾値未満の低速モードと、速度閾値以上の高速モードで移動する場合とで閾値距離を変更しても良い。もちろん、閾値距離を 3 段階以上に分けてもよい。例えば、高速モードと中速モードと低速モードの 3 段階に設定して、それぞれの異なる閾値距離が設定されていて

50

もよい。そして、高速になるほどに、閾値距離を大きくする。つまり、最も低速モードで閾値距離が最も小さくなる。

【0093】

走行情報223は、走行情報取得部213で取得された走行に関する情報であり、定期的に又は搬送タスクが終了する毎に又は通過ポイントを通過する度に自発的に、あるいは上位管理装置10からの要求により、通信部23を介して送信される。上位管理装置10では、移動ロボット20から受信した走行情報223に基づき走行情報127を更新することになる。

【0094】

搬送物情報226は、搬送物情報126と同様に搬送物に関する情報を含んでいる。搬送物の内容(種別)、搬送元、搬送先等の情報を含んでいる。搬送物情報は、搬送中、搬送前(搭載前)、搬送済みなどのステータスを示す情報を含んでいてもよい。搬送物情報226は搬送物毎にこれらの情報が対応付けられている。搬送物情報226は、移動ロボット20が搬送する搬送物に関する情報を含んでいなければならない。したがって、搬送物情報226は搬送物情報126の一部となる。つまり、搬送物情報226は、他の移動ロボット20が搬送する情報を含んでいなくても良い。

10

【0095】

駆動制御部212は、ロボット制御パラメータ222を参照して、距離センサ群24から得られた距離情報が示す距離が閾値距離を下回ったことに応じて動作を停止或いは減速をする。駆動制御部212は、速度上限値以下の速度で走行するように、駆動部26を制御する。駆動制御部212は、速度上限値以上の速度で移動ロボット20が移動しないように、駆動輪の回転速度を制限する。

20

【0096】

(移動ロボット20の構成例)

ここで、移動ロボット20の外観について説明する。図3は、移動ロボット20の概略図を示す。図3に示す移動ロボット20は、移動ロボット20の態様の1つであり、他の形態であってもよい。なお、図3では、x方向が移動ロボット20の前進方向及び後進方向、y方向が移動ロボット20の左右方向であり、z方向が移動ロボット20の高さ方向である。

【0097】

移動ロボット20は、本体部290と、台車部260とを備えている。台車部260の上に、本体部290が搭載されている。本体部290と、台車部260とそれぞれ直方体状の筐体を有しており、この筐体内部に各構成要素が搭載されている。例えば、台車部260の内部には駆動部26が収容されている。

30

【0098】

本体部290には、收容スペースとなる収納庫291と、収納庫291を密封する扉292とが設けられている。収納庫291には、複数段の棚が設けられており、段毎に空き状況が管理される。例えば、各段に重量センサ等の各種センサを配置することで、空き状況を更新することができる。移動ロボット20は、収納庫291に収納された搬送物を上位管理装置10から指示された目的地まで自律移動により搬送する。本体部290は図示しない制御ボックスなどを筐体内に搭載していても良い。また、扉292は電子キーなどで施錠可能となっていていても良い。搬送先に到着するとユーザU2が電子キーで扉292を開錠する。あるいは、搬送先に到着した場合、自動で扉292が開錠してもよい。

40

【0099】

図3に示すように、移動ロボット20の外装には、距離センサ群24として前後距離センサ241及び左右距離センサ242が設けられる。移動ロボット20は、前後距離センサ241により移動ロボット20の前後方向の周辺物体の距離を計測する。また、移動ロボット20は、左右距離センサ242により移動ロボット20の左右方向の周辺物体の距離を計測する。

【0100】

50

例えば、前後距離センサ 2 4 1 は、本体部 2 9 0 の筐体の前面及び後面にそれぞれ配置される。左右距離センサ 2 4 2 は、本体部 2 9 0 の筐体の左側面及び右側面にそれぞれ配置される。前後距離センサ 2 4 1 及び左右距離センサ 2 4 2 は例えば、超音波距離センサやレーザレンジファインダである。周辺物体までの距離を検出する。前後距離センサ 2 4 1 又は左右距離センサ 2 4 2 で検出された周辺物体までの距離が、閾値距離以下となった場合、移動ロボット 2 0 が減速又は停止する。

【 0 1 0 1 】

駆動部 2 6 には、駆動輪 2 6 1 及びキャスト 2 6 2 が設けられる。駆動輪 2 6 1 は移動ロボット 2 0 を前後左右に移動させるための車輪である。キャスト 2 6 2 は、駆動力は与えられず、駆動輪 2 6 1 に追従して転がる従動輪である。駆動部 2 6 は、図示しない駆動モータを有しており、駆動輪 2 6 1 を駆動する。

10

【 0 1 0 2 】

例えば、駆動部 2 6 は、筐体内に、それぞれが走行面に接地する 2 つの駆動輪 2 6 1 と 2 つのキャスト 2 6 2 を支持している。2 つの駆動輪 2 6 1 は、互いに回転軸芯が一致するように配設されている。それぞれの駆動輪 2 6 1 は、不図示のモータによって独立して回転駆動される。駆動輪 2 6 1 は、図 2 の駆動制御部 2 1 2 からの制御指令値に応じて回転する。キャスト 2 6 2 は、従動輪であり、駆動部 2 6 から鉛直方向に延びる旋回軸が車輪の回転軸から離れて車輪を軸支するように設けられており、駆動部 2 6 の移動方向に倣うように追従する。

【 0 1 0 3 】

移動ロボット 2 0 は、例えば、2 つの駆動輪 2 6 1 が同じ方向に同じ回転速度で回転されれば直進し、逆方向に同じ回転速度で回転されれば 2 つの駆動輪 2 6 1 のほぼ中央を通る鉛直軸周りに旋回する。また、2 つの駆動輪 2 6 1 を同じ方向と異なる回転速度で回転させることで、左右に曲がりながら進むことができる。例えば、左の駆動輪 2 6 1 の回転速度を右の駆動輪 2 6 1 の回転速度より高くすることで、右折することができる。反対に、右の駆動輪 2 6 1 の回転速度を左の駆動輪 2 6 1 の回転速度より高くすることで、左折することができる。すなわち、移動ロボット 2 0 は、2 つの駆動輪 2 6 1 の回転方向、回転速度がそれぞれ制御されることにより、任意の方向へ並進、旋回、右左折等することができる。

20

【 0 1 0 4 】

また、移動ロボット 2 0 では、本体部 2 9 0 の上面に表示部 2 7、操作インタフェース 2 8 1 が設けられる。表示部 2 7 には、操作インタフェース 2 8 1 が表示される。ユーザが表示部 2 7 に表示された操作インタフェース 2 8 1 をタッチ操作することで、操作受付部 2 8 がユーザからの指示入力を受け付けることができる。また、非常停止ボタン 2 8 2 が表示部 2 7 の上面に設けられる。非常停止ボタン 2 8 2 及び操作インタフェース 2 8 1 が操作受付部 2 8 として機能する。

30

【 0 1 0 5 】

表示部 2 7 は、例えば液晶パネルであり、キャラクターの顔をイラストで表示したり、移動ロボット 2 0 に関する情報をテキストやアイコンで呈示したりする。表示部 2 7 にキャラクターの顔を表示すれば、表示部 2 7 が擬似的な顔部であるかの印象を周囲の観察者に与えることができる。移動ロボット 2 0 に搭載されている表示部 2 7 等をユーザ端末 4 0 0 として用いることも可能である。

40

【 0 1 0 6 】

本体部 2 9 0 の前面には、カメラ 2 5 が設置されている。ここでは、2 つのカメラ 2 5 がステレオカメラとして機能する。つまり、同じ画角を有する 2 つのカメラ 2 5 が互いに水平方向に離間して配置されている。それぞれのカメラ 2 5 で撮像された画像を画像データとして出力する。2 つのカメラ 2 5 の画像データに基づいて、被写体までの距離や被写体の大きさを算出することが可能である。演算処理部 2 1 は、カメラ 2 5 の画像を解析することで、移動方向前方に人や障害物などを検出することができる。進行方向前方に人や障害物などがある場合、移動ロボット 2 0 は、それらを回避しながら、経路に沿って移動

50

する。また、カメラ 25 の画像データは、上位管理装置 10 に送信される。

【0107】

移動ロボット 20 は、カメラ 25 が出力する画像データや、前後距離センサ 241 及び左右距離センサ 242 が出力する検出信号を解析することにより、周辺物体を認識したり、自機の位置を同定したりする。カメラ 25 は、移動ロボット 20 の進行方向前方を撮像する。移動ロボット 20 は、図示するように、カメラ 25 が設置されている側を自機の前方とする。すなわち、通常の移動時には矢印で示すように、自機の前方が進行方向となる。

【0108】

次に、駆動部 26 の主要構成について図 4 を用いて説明する。図 4 は、駆動部 26 の主要構成例を模式的に示す図である。ここでは、図 3 で示した左右の駆動輪 261 を区別するための左の駆動輪 261 を駆動輪 261 L、右の駆動輪 261 を駆動輪 261 R とし、キャスト 262 についても左のキャスト 262 をキャスト 262 L、右のキャスト 262 をキャスト 262 R とする。駆動部 26 は、駆動輪 261 L、261 R、モータ 263 L、263 R、車輪センサ 264 L、264 R を有している。

10

【0109】

モータ 263 L は、駆動輪 261 L を駆動する駆動機構である。モータ 263 R は駆動輪 261 R を駆動する駆動機構である。例えば、モータ 263 L、263 R は、目的地までの移動経路に沿って移動するように制御されている。具体的には、駆動制御部 212 からの制御指令値に応じてモータ 263 L、263 R が回転駆動されている。

20

【0110】

車輪センサ 264 L は駆動輪 261 L の動作を検出する。車輪センサ 264 R は駆動輪 261 R の動作を検出する。車輪センサ 264 L、及び車輪センサ 264 R はそれぞれモータ 263 L、及びモータ 263 R に設けられたエンコーダなどである。例えば、車輪センサ 264 L は、駆動輪 261 L の回転角度を検出している。車輪センサ 264 R は、駆動輪 261 R の回転角度を検出している。車輪センサ 264 L、及び車輪センサ 264 R からの回転数を積算することで、フロアマップ 221 における移動ロボット 20 に現在位置が求められていてもよい。

【0111】

さらに、車輪センサ 264 L、264 R は検出結果を図 2 の走行情報取得部 213 に出力する。これにより、走行情報取得部 213 は、走行情報 223 として必要な情報の一部を得ることができる。回転回数の積算値が大きくなるほど、駆動輪 261 のタイヤの消耗（摩耗）が大きくなり、負荷が大きいことを指し、駆動時間が長いほど負荷が大きいことを指し、走行距離が長いほど負荷が大きいことを指す。また、管理者などがメンテナンスを行って、駆動輪 261 L、261 R を新品に交換した場合、走行情報取得部 213 は、交換した駆動輪についての負荷に関する情報をリセットして、初期値（例えば、0）に戻すか、メンテナンス日時が分かるように走行情報 223 を記憶しておくともよい。

30

【0112】

（タスク割当例）

図 5 ~ 図 8 を参照して、使用する移動ロボット 20 の決定処理例、つまり移動ロボット 20 へのタスク割当例について説明する。図 5 は、移動ロボット 20 の移動経路の一例を示す図である。また、図 6 は移動ロボット 20 毎の電流値と走行距離と走行時間とを格納したテーブルの一例を示す図である。また、図 7 は、移動ロボット 20 毎の負荷の推定結果の一例を示す図である。

40

【0113】

図 5 では、ユーザ U1 が搬送元 S から搬送先 G までその搬送物を搬送するように搬送依頼を行う例を挙げており、例として、ユーザ U1 が搬送元 S の近傍におり、ユーザ U2 が搬送先 G の周辺にいて、移動ロボット 20 A の位置が搬送元 S とほぼ一致している。図 5 では、待機スペース WS に待機している移動ロボット 20 A、他の位置を移動している又は他の位置で待機している移動ロボット 20 B が搬送対象の搬送物を搭載できる状態であ

50

るものとする。

【0114】

ルート計画部115で計画された、搬送元Sから搬送先Gまでの移動経路（走行ルート）R001には、通過ポイントM1～M3が設定され、候補として移動ロボット20Aと移動ロボット20Bとが選択されている。移動経路R001では通過ポイントM1、M2、M3の順に移動ロボット20A又は移動ロボット20Bが通過していくことになる。ここで、搬送元Sから搬送先Gまでの移動経路R001は、移動ロボット20Aが使用対象（実行対象）として割り当てられる場合には変更されず、移動ロボット20Bが使用対象として割り当てられる場合には移動ロボット20Bの現在位置から搬送元Sまでの経路が加わることとなる。

10

【0115】

したがって、移動経路R001を移動するこの搬送タスクでは、移動ロボット20Bが割り当てられた場合に比べて移動ロボット20Aが割り当てられた場合の方が、移動距離や走行時間が少なく済む。しかし、本実施の形態ではこれだけに依らずに割り当てを決定することになる。そのような決定例について以下に説明する。

【0116】

まず、負荷推定部117は、移動ロボット20A、20Bについて、各移動ロボット20A、20Bへの負荷を、走行情報127を参照してそれぞれの走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行する。負荷推定部117は、推定処理の結果を負荷情報128として記録する、あるいは推定処理の結果で負荷情報128を更新する。

20

【0117】

図6に示すテーブルは、走行情報127として記録された情報の例を示しており、走行情報127がこのような値で示される場合を例に挙げて説明する。但し、図6及び後述する図7及び図8で例示する値は、概略的且つ定性的にここでの推定例を説明するための単なる例に過ぎない。図6のテーブルでは、タスク番号毎に、ロボットID、ルート番号、搬送物の重量、平均電流値、走行距離、及び走行時間の情報が含まれる。なお、平均電流値の代わりに1つの瞬時値を用いることもでき、また平均電流値を用いる場合もサンプルとして得た複数の瞬時値の平均とすることもできる。無論、走行情報127のフォーマットや後述する図7及び図8のフォーマットはこれに限らず、他のフォーマットであってもよい。なお、C1～C5は実際の値が入っているものとする。また、ここでは、移動ロボット20AのロボットIDを001、移動ロボット20BのロボットIDを002として説明する。

30

【0118】

図6のテーブルを参照し、負荷推定部117は、ロボットID毎にその負荷を推定する。負荷は、積載物の重量と走行距離又は走行時間とルート番号が示すルートとに基づき、推定することができる。

【0119】

例えば、タイヤへの負荷（タイヤの消耗度合い）を、走行距離又は走行時間と積載物の重量との積を用いて推定することができる。また、例えばバッテリーへの負荷を電流値と走行距離又は走行時間との積を用いて推定することができる。また、例えば、タイヤへの負荷の推定を、走行距離と施設内の走行履歴情報（例えば搬送タスクの走行ルート、エレベータを通過した回数、床の状態や段差の通過回数など）とをマージして実行することができる。ここでのマージとは、上述した例のように、それぞれのパラメータを重み付けして和を取ることや、走行量（走行時間又は走行距離）のパラメータを補正するために別のパラメータで積を取ることなどを含むことができる。移動ロボット20の負荷量を決めるファクタは複合的であり、バッテリー、走行距離、バッテリーへの充電回数、積載物の重さ、運んだ回数、エレベータの乗り降り回数など、様々なパラメータを推定に用いることができる。実際、エレベータの乗り降りの際は、段差を乗り越える動きが発生するため、摩耗が促進される。また、段差がある場合は、他の状況でも存在し、例えば点字ブロック、路面

40

50

の状況の切れ目（例えばカーペットとそうでない床面との切れ目）、施設外であれば、外の路面は悪路が多いため、同様に摩耗が促進される。

【0120】

このような推定により、例えば、図6のテーブルで示される値では、ロボットIDが001の移動ロボット20Aの方がロボットIDが002の移動ロボット20Bより負荷が大きいように推定されることになる。

【0121】

具体的には、例えば、図7に示すテーブルのように負荷が推定され、負荷情報128として記録又は更新されることになる。図7では、説明の簡略化のため、メンテナンスが必要になる閾値の負荷を100%として、それに対する割合で表現しているが、負荷の表現方法や単位などはこれに限らない。

10

【0122】

図7に示すテーブルでは、タイヤ負荷、バッテリー負荷、留め具負荷、及び筐体負荷のように、負荷を種類別に分けて表現しているが、1種類の負荷のみを推定してもよい。消耗品負荷は、タイヤ負荷及びバッテリー負荷から算出された消耗品の負荷であり、ここでは（タイヤ負荷）×0.3 + （バッテリー負荷）×0.7の値で例示している。タイヤ負荷及びバッテリー負荷はいずれも搬送物の重量、電流値、走行距離又は走行時間のそれぞれの値に基づき、メンテナンスで交換を実施した時からの積算値として推定されることができる。このように、消耗品負荷は、例えばタイヤ負荷及びバッテリー負荷を総合的に評価した値とすることができる。

20

【0123】

留め具負荷は、移動ロボット20の扉や筐体を固定する留め具に対する負荷を示しており、この負荷が大きくなると留め具が緩んだり外れたりすることを意味する。筐体負荷は、移動ロボット20の筐体への負荷を示しており、この負荷が大きくなると筐体が壊れたりすることを意味する。留め具負荷及び筐体負荷は、いずれも搬送物の重量、電流値、走行距離又は走行時間のそれぞれの値に基づき、メンテナンスで交換や修理を実施した時からの積算値として推定されることができる。また、留め具負荷は、それらの値と移動ロボット20に搭載した加速度センサの値とのうちの少なくとも1つの値に基づき、推定することもできる。修理につながる負荷は、留め具負荷及び筐体負荷から算出された、搬送物の落下や盗難などが生じるような留め具や筐体の不具合等によって結果的に修理につながる負荷であり、ここでは（留め具負荷）×0.6 + （筐体負荷）×0.4の値で例示している。このように、修理につながる負荷は、例えば留め具負荷及び筐体負荷を総合的に評価した値とすることができる。

30

【0124】

また、ルート番号を参照することで、例えば右回りが多いルートなのか左回りが多いルートなのかを区別し、左右のタイヤの消耗度の差を考慮することができ、また上り坂や下り坂の多さも考慮して負荷を推定することもできる。また、ルート番号を参照することで、その走行ルートに含まれる段差、エレベータ、点字ブロック等の床材質なども考慮して負荷を推定することもできるようになり、例えば段差が多いと少ない場合に比べて留め具の負荷を大きく見積もることができる。なお、4種類の負荷しか例示していないが、ルートに応じて、上り坂が多いとバッテリーや駆動部26に多くの負荷を与えることになり、下り坂が多いとブレーキ関係の部品に多くの負荷を与えることになる。

40

【0125】

そして、ロボット割当部118が、負荷情報128を参照して、移動ロボット20A、20Bの中から使用する移動ロボット20を決定する。例えば、負荷情報128が図8のテーブルに示すような情報であった場合、移動ロボット20A（ロボットID：001）の方が移動ロボット20B（ロボットID：002）より負荷が大きいため、移動ロボット20Bを優先して使用するようになり、ロボット割当部118が移動ロボット20Bを使用する移動ロボット20として決定する。

【0126】

50

ここで、ロボット割当部 118 は、各負荷のバランスを考慮して、使用する移動ロボット 20 を決定すればよく、消耗品負荷及び修理につながる負荷の少なくとも一方に基づき使用する移動ロボット 20 を決定してもよい。また、総合的な評価としての消耗品負荷や修理につながる負荷を算出しなくても個別の負荷に基づき使用する移動ロボット 20 を決定することもできる。例えばタイヤ負荷のみ、あるいはバッテリー負荷のみ、あるいは最も値が高い項目の負荷のみ [この例はバッテリー負荷]、あるいはタイヤ負荷及びバッテリー負荷のみ、あるいは留め具負荷のみ、あるいは筐体負荷のみなどを考慮して使用する移動ロボット 20 を決定してもよい。

【0127】

上記のように、本実施の形態にかかるシステム 1 は、使用する移動ロボット 20 を、各移動ロボット 20 についての負荷を電流値や走行時間又は走行距離等に基づき推定した結果から決定する。なお、走行距離と走行時間とは双方推定に用いることもできる。

10

【0128】

よって、システム 1 では、複数の移動ロボット 20 を運用するに際し、移動ロボット 20 の消耗度合いに応じた運用を行うことが可能になる。例えば、実際、同じ移動ロボット 20 ばかりが使われるとその移動ロボット 20 を構成する部品の修理頻度が高くなる。しかし、システム 1 では、呼び出し地点に最も近い移動ロボット 20 が呼び出し候補となる場合であっても、消耗度合いが高い場合には、消耗度合いの低い他の移動ロボット 20 を呼び出して使用することができる。よって、移動ロボット 20 間で走行距離又は走行距離と電流値と（及び積載物の重量と）を掛け合わせた値などの消耗度合いを平準化して配車することができる。あるいは、メンテナンス日を調整するために消耗度合いを他の移動ロボット 20 に比べて増減させることができる。これにより、メンテナンスのスケジューリングが行いやすくなるといった効果を奏する。

20

【0129】

また、ここでは、移動ロボット 20 がタイヤを有する場合について説明した。なお、タイヤは一般的に車輪の周囲に設けられることとなる。この場合、負荷推定部 117 は、上述したように、推定する負荷又はその一部として、上記の電流値と走行距離又は走行時間との積を用いてタイヤの消耗度合いを推定するようにしてもよい。これにより、移動ロボット 20 の消耗度合いの一例である移動ロボット 20 のタイヤの消耗度合いに応じた運用を行うことが可能となる。

30

【0130】

また、図 6 のテーブルに積載物の重量を記したように、負荷推定部 117 は、推定処理を、移動ロボット 20 に積載された積載物の重量を示す重量情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を積載物の重量に対応するように推定することができる。

【0131】

また、図 6 のテーブルにルート番号を記したように、負荷推定部 117 は、推定処理を、移動ロボット 20 が走行したルートを示すルート情報を用いて実行するようにしてもよい。これにより、負荷を走行ルートに対応するように推定することができる。

【0132】

また、ロボット割当部 118 は、推定される負荷の量が複数の移動ロボット 20 間で偏らないように、使用する移動ロボット 20 を決定するようにしてもよい。これは、ロボット割当部 118 が、推定される負荷が所定閾値を超えるタイミング（負荷過多となるタイミング）、換言すれば負荷に応じて予め定められた上記移動ロボット 20 の消耗度合いのタイミングが偏らないように、使用する移動ロボット 20 を決定することを意味することができる。これにより、上記複数の移動ロボット 20 において消耗度合いを合わせるように運用することができる。

40

【0133】

また、ロボット割当部 118 は、推定された負荷の量が所定閾値を超えるタイミングが所定の日程に合うように、使用する移動ロボット 20 を決定するようにしてもよい。この日程は施設管理システム 30 における業務のスケジュールを参照して決定することができ

50

る。このように複数の移動ロボット20についての消耗タイミングを、所定の日程に合わせるように使用移動ロボット20を決定することにより、複数の移動ロボット20又はそのうちの一部の複数の移動ロボットが同時期にメンテナンスを行えるように運用を行うことができる。

【0134】

また、上記負荷の量が所定閾値を超えるタイミングに関し、負荷は例示したように複数種類の負荷であってもよく、その場合、負荷毎に所定閾値が定められており、例えば1つの負荷が所定閾値を超えるタイミングとしてもよいし、所定数の負荷がそれぞれの所定閾値を超えるタイミングとしてもよい。

【0135】

ここで、所定の日程は、メンテナンス日程として予め定められた日程とすることができ、あるいは業務が少ない時期（繁忙期を避けた時期）として、施設管理システム30で選択された日程とすることもできる。つまり、上記所定の日程は、複数の移動ロボット20が搬送を行う施設内における業務が少ない時期に設定されるようにしてもよい。これにより、業務が少ない時期に複数の移動ロボット20のメンテナンスをまとめて行えるように運用を行うことができる。特に病院では、手術を行う際に移動ロボット20が多く利用されることが想定されるため、上記所定の日程は、病院内のタスク（主に手術）の情報に基づき、タスクの少ない時期に決定されるとよい。なお、このような業務についての日程を考慮した使用ロボットの決定を行わない場合には施設管理システム30はシステム1に含めないこともできる。

【0136】

また、上位管理装置10では、ルート計画部115での事前の候補選択例として説明したように、負荷の推定結果に加えて、搬送予定のルートを示す予定ルート情報と搬送予定の搬送物を示す予定搬送物情報との少なくとも一方に基づき決定するようにしてもよい。これにより、時間的に及び総走行距離的に効率的な搬送ができるだけでなく、ルートでの走行距離や走行時間や負荷を与える度合いなどに応じて決定を行うことができるため、上記複数の移動ロボット20間での負荷の調整を行い易くなる。

【0137】

このように、ロボット割当部118は、各移動ロボット20の負荷のみではなく負荷以外の情報を用いて、搬送タスクを実行する移動ロボット20を決定してもよい。

【0138】

また、負荷推定部117は、負荷の推定だけでなく、次のようにメンテナンスのタイミングを推定することもできる。このような例について、図8を参照しながら説明する。図8は、移動ロボット毎のメンテナンスのタイミングの推定結果の一例を示す図である。

【0139】

また、負荷推定部117は、推定処理として、さらに、複数の移動ロボット20について、移動ロボット20のメンテナンスのタイミングを推定する処理を含むようにしてもよい。この推定も、移動ロボット20についての上記電流値と上記走行距離又は上記走行時間などに基づき実行されることができる。例えば、タイヤの交換時期の推定を、走行距離と施設内の走行履歴情報（例えば搬送タスクの走行ルート、エレベータを通過した回数、床の状態や段差の通過回数など）とをマージして実行することができる。ここでのマージとは、上述した例のように、それぞれのパラメータを重み付けして和を取ることや、走行量（走行時間又は走行距離）のパラメータを補正するために別のパラメータで積を取ることなどを含むことができる。移動ロボット20のメンテナンス時期を決めるファクタは複合的であり、バッテリー、走行距離、バッテリーへの充電回数、積載物の重さ、運んだ回数、エレベータの乗り降り回数など、様々なパラメータを推定に用いることができる。

【0140】

具体的には、例えば、図8に示すテーブルのようにメンテナンス時期が推定され、負荷情報128の一部として記録又は更新されることになる。図8では、説明の簡略化のため、メンテナンスが必要になる閾値の負荷に合わせたようなメンテナンス日を残り稼働日数

10

20

30

40

50

を、各負荷について記述しているが、これに限らない。

【0141】

図8に示すテーブルでは、タイヤ交換日、バッテリー交換日、留め具締め直し日、及び筐体補強日のように、負荷に対応するメンテナンス日を種類別に分けて表現しているが、1種類の負荷に対応するメンテナンス日のみを推定してもよい。消耗品交換日は、タイヤ交換日及びバッテリー交換日のうちの残りが短い方の日として求め、最終修理日は、留め具締め直し日及び筐体補強日のうちの残りが短い方の日として求めているが、これに限らない。

【0142】

そして、このようなタイミングの推定結果も、ロボット割当部118における使用する移動ロボット20の決定を行う判定材料とすることができる。これにより、移動ロボット20のメンテナンスのタイミングに合わせて、使用する移動ロボット20を決定することができ、移動ロボット20のメンテナンスの必要性に応じた運用を行うことが可能になる。

10

【0143】

実際、走行量関係なく、定期的なタイミングで全ての移動ロボット20を一斉にメンテナンスする場合に比べ、例えば繁忙期を避けるなどしながらメンテナンスを実行することができるようになる。

【0144】

(ロボット管理方法)

上述したシステム1におけるロボット管理方法(ロボット割当処理)の例について図9を参照して説明する。図9は、本実施の形態に係るロボット管理方法の一例を示すフローチャートである。

20

【0145】

図9に示すように、まず、上位管理装置10が管理対象の又は搬送タスク実行の候補として上がった複数の搬送ロボット(移動ロボット20)について、移動ロボット20への負荷を、その移動ロボット20の走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づき推定する推定処理を実行する(S901)。

【0146】

次いで、上位管理装置10が、推定した各移動ロボット20についての負荷に基づき、対象となる(新たな)搬送タスクで使用する移動ロボット20を決定し(S902)、処理を終了する。その後は、この使用する移動ロボット20で対象の搬送タスクが実行されることになる。

30

【0147】

(他のロボット管理方法)

上述したシステム1におけるロボット管理方法の例として、メンテナンス時期に関連する処理の例について、図10を参照して説明する。図10は、本実施の形態に係るロボット管理方法の他の例を示すフローチャートである。

【0148】

図10に示すように、まず上位管理装置10が、管理対象の又は搬送タスク実行の候補として上がった複数の搬送ロボット(移動ロボット20)について、移動ロボット20のメンテナンスのタイミングを、その移動ロボット20の走行時の電流値と走行距離又は走行時間とに基づいて推定する(S1001)。

40

【0149】

次いで、上位管理装置10が、推定した各移動ロボット20についてのメンテナンスのタイミングに基づき、対象となる(新たな)搬送タスクで使用する移動ロボット20を決定し(S1002)、処理を終了する。その後は、この使用する移動ロボット20で対象の搬送タスクが実行されることになる。

【0150】

S1002では、そのような決定の代わりに又はその決定に加えて、上位管理装置10が、推定した各移動ロボット20についてのメンテナンスのタイミングに基づき、各移動ロボット20のメンテナンス時期を決定することもできる。その後は、このメンテナンス

50

時期に従い、各移動ロボット 20 がメンテナンスされることとなる。その際、上位管理装置 10 は、例えば、施設管理システム 30 に業務として、各移動ロボット 20 についてメンテナンスが必要な箇所や必要な部品等を示すメンテナンス情報を登録することもできる。これにより、管理者はそれを参照してメンテナンスを実施することやメンテナンスを作業員に指示することができる。

【0151】

これにより、推定されたメンテナンスのタイミングが多少ずれていても、複数台の移動ロボット 20 についてメンテナンスの時期を合わせるように決定することもできる。このように、メンテナンスタイミングの推定は、使用する移動ロボット 20 の決定処理とは独立して実行することもでき、その場合、例えば次のように上位管理装置 10 を構築しておけばよい。即ち、上位管理装置 10 は、例えば、負荷推定部 117 の代わりにメンテナンスのタイミングを推定するタイミング推定部を備え、負荷情報 128 の代わりにそのタイミングを示すタイミング情報を記憶部 12 に記憶させておくことができる。さらに、上位管理装置 10 は、ロボット割当部 118 を取り除き、ルート計画部 115 が搬送タスクを実行する移動ロボット 20 の決定を行うようにしておくことよい。

【0152】

(その他)

上述した上位管理装置 10、移動ロボット 20、ユーザ端末 400、施設管理システム 30 等における処理の一部又は全部は、コンピュータプログラムとして実現可能である。このようなプログラムは、コンピュータに読み込まれた場合に、実施形態で説明された 1 又はそれ以上の機能をコンピュータに行わせるための命令群（又はソフトウェアコード）を含む。プログラムは、非一時的なコンピュータ可読媒体又は実体のある記憶媒体に格納されてもよい。限定ではなく例として、コンピュータ可読媒体又は実体のある記憶媒体は、random-access memory (RAM)、read-only memory (ROM)、フラッシュメモリ、solid-state drive (SSD) 又はその他のメモリ技術、CD-ROM、digital versatile disc (DVD)、Blu-ray (登録商標) ディスク又はその他の光ディスクストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ又はその他の磁気ストレージデバイスを含む。プログラムは、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体上で送信されてもよい。限定ではなく例として、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体は、電気的、光学的、音響的、又はその他の形式の伝搬信号を含む。

【0153】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

【0154】

- 1 システム
- 10 上位管理装置
- 11 演算処理部
- 12 記憶部
- 13 バッファメモリ
- 14 通信部
- 20 移動ロボット(搬送ロボット)
- 21 演算処理部
- 22 記憶部
- 23 通信部
- 24 距離センサ群
- 25 カメラ
- 26 駆動部
- 27 表示部
- 28 操作受付部

10

20

30

40

50

3 0	施設管理システム	
1 1 1	ロボット制御部	
1 1 5	ルート計画部	
1 1 6	搬送物情報取得部	
1 1 7	負荷推定部	
1 1 8	ロボット割当部	
1 2 1	フロアマップ	
1 2 2	ロボット制御パラメータ	
1 2 3	ロボット情報	
1 2 5	ルート計画情報	10
1 2 6	搬送物情報	
1 2 7	走行情報	
1 2 8	負荷情報	
2 1 1	移動命令抽出部	
2 1 2	駆動制御部	
2 1 3	走行情報取得部	
2 2 1	フロアマップ	
2 2 2	ロボット制御パラメータ	
2 2 3	走行情報	
2 2 6	搬送物情報	20
2 6 0	台車部	
2 6 1、2 6 1 L、2 6 1 R	駆動輪	
2 6 2、2 6 2 L、2 6 2 R	キャスト	
2 6 3 L、2 6 3 R	モータ	
2 6 4 L、2 6 4 R	車輪センサ	
3 0 0	環境カメラ	
4 0 0	ユーザ端末	
6 0 0	ネットワーク	
6 1 0	通信ユニット	30

【図面】

【図 1】

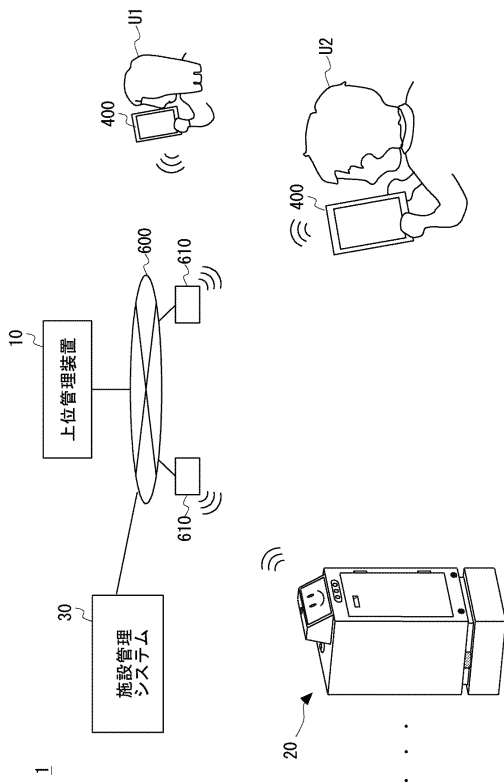


Fig. 1

【図 2】

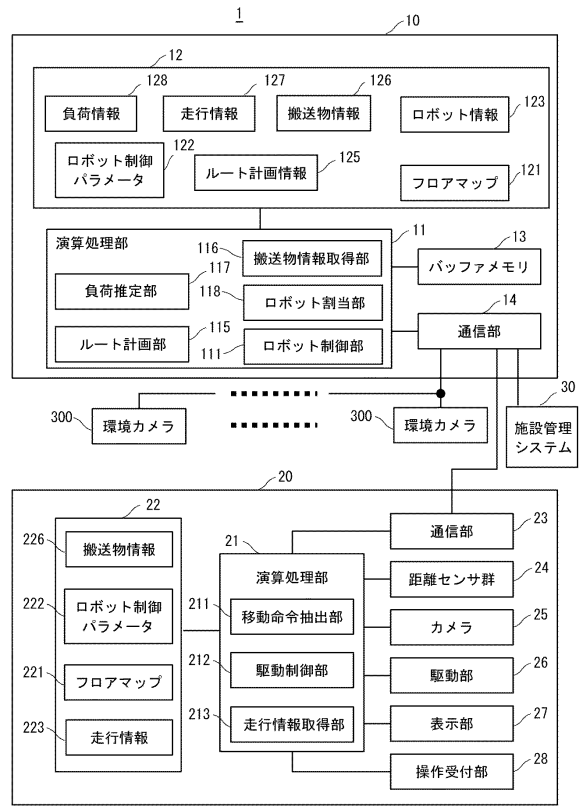


Fig. 2

【図 3】

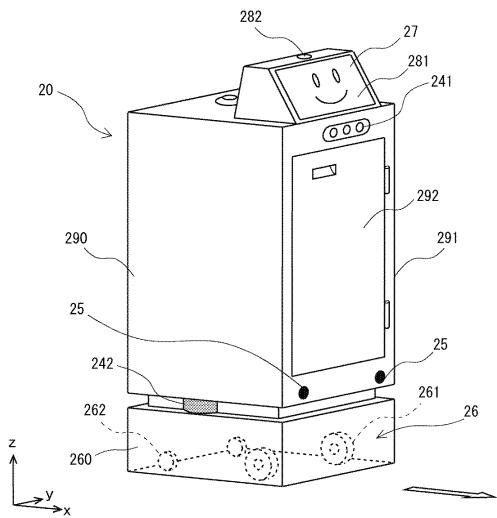


Fig. 3

【図 4】

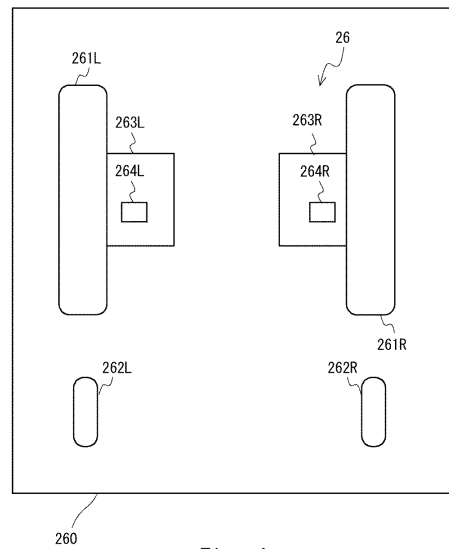


Fig. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

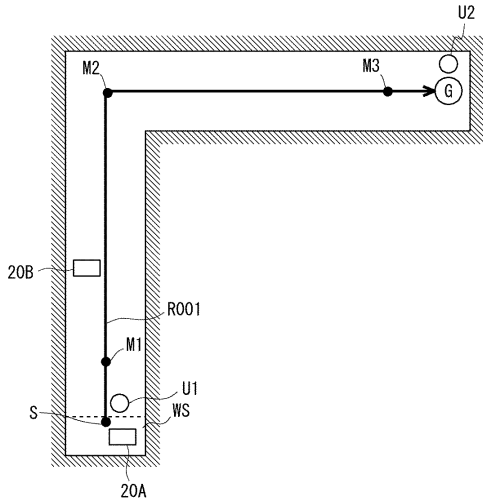


Fig. 5

【 図 6 】

タスク番号	ロボットID	ルート番号	重量 (kg)	平均電流値 (A)	走行距離 (m)	走行時間 (h)
T001	001	R001	5.0	C1	150	0.17
T002	002	R002	2.5	C2	100	0.10
T003	001	R001	10.0	C3	200	0.12
T004	003	R003	2.0	C4	200	0.10
T005	003	R001	7.5	C5	300	0.30
.
.
.

Fig. 6

10

20

【 図 7 】

ロボットID	タイヤ負荷 (%)	バッテリー負荷 (%)	留め具負荷 (%)	筐体負荷 (%)	消耗品負荷 (%)	修理につながる負荷 (%)
001	90	85	50	70	86.5	58
002	10	10	1	2	10	1.4
003	50	15	5	5	25.5	5
004	45	10	10	10	20.5	10
005	70	20	15	20	35	17
.
.
.

Fig. 7

【 図 8 】

ロボットID	タイヤ交換 (日後)	バッテリー交換 (日後)	留め具締め直し (日後)	筐体補強 (日後)	消耗品交換 (日後)	最終修理 (日後)
001	10	115	350	430	10	350
002	90	190	399	498	90	399
003	50	185	395	495	50	395
004	55	190	390	490	55	390
005	30	180	385	480	30	385
.
.
.

Fig. 8

30

40

50

【 図 9 】

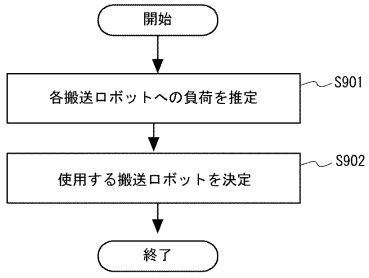


Fig. 9

【 図 10 】

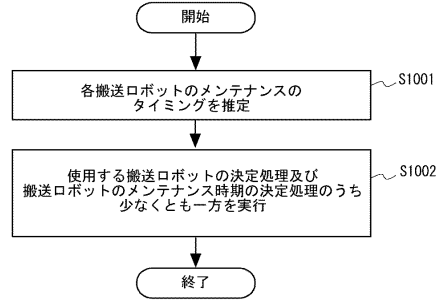


Fig. 10

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 松井 毅
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 那須 敬義
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 吉川 恵
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 太田 雄介
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 石田 裕太郎
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 大沼 侑司
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 荒井 恭佑
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査官 池田 聡史
- (56)参考文献 国際公開第2020/021837(WO, A1)
国際公開第2014/013609(WO, A1)
特開2021-043148(JP, A)
国際公開第2015/001930(WO, A1)
特開2021-084177(JP, A)
韓国公開特許第10-2019-0011855(KR, A)
中国特許出願公開第111898882(CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G08G 1/00
G06Q 10/00-99/00