

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-42600
(P2020-42600A)

(43) 公開日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 5 D 1 / 0 2 (2020.01) G 0 5 D 1 / 0 2 P 5 H 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2018-170148 (P2018-170148)
(22) 出願日 平成30年9月12日 (2018.9.12)

(71) 出願人 000002299
清水建設株式会社
東京都中央区京橋二丁目16番1号
(74) 代理人 100214260
弁理士 相羽 昌幸
(74) 代理人 100139114
弁理士 田中 貞嗣
(74) 代理人 100139103
弁理士 小山 卓志
(74) 代理人 100119220
弁理士 片寄 武彦
(74) 代理人 100088041
弁理士 阿部 龍吉

最終頁に続く

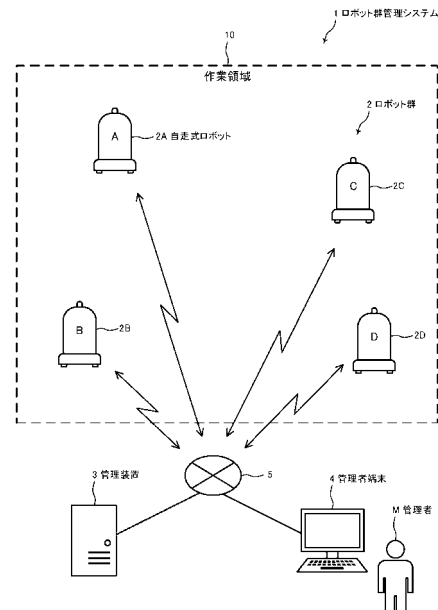
(54) 【発明の名称】 ロボット群管理システム

(57) 【要約】

【課題】警備作業を含む複数の作業を行う際に、警備作業で取得された作業領域の状態に応じて、その後の警備作業を適切に行うことができるロボット群管理システムを提供する。

【解決手段】ロボット群管理システム1は、作業領域10において、警備に関する第1作業及び第1作業とは異なる第2作業を並行に又は切替可能に行う複数の自走式ロボット2A~2Dと、複数の自走式ロボット2A~2Dを管理する管理装置3とを備え、複数の自走式ロボット2A~2Dの各々は、第1作業により作業領域10の状態情報を取得する警備ユニット23を備え、管理装置3は、警備ユニット23により取得された状態情報に基づいて、第1作業及び第2作業のうち複数の自走式ロボット2A~2Dの各々が行う作業を決定する作業モード決定部325を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

作業領域において、警備に関する第 1 作業及び前記第 1 作業とは異なる第 2 作業を並行に又は切替可能に行う複数の自走式ロボットと、前記複数の自走式ロボットを管理する管理装置と、を備えたロボット群管理システムであって、

前記複数の自走式ロボットの各々は、

前記第 1 作業により前記作業領域の状態を示す状態情報を取得する取得部を備え、

前記管理装置は、

前記取得部により取得された前記状態情報に基づいて、前記第 1 作業及び前記第 2 作業のうち前記複数の自走式ロボットの各々が行う作業を決定する決定部を備える、

ことを特徴とするロボット群管理システム。

10

【請求項 2】

前記複数の自走式ロボットの各々は、複数の作業モードに従って、前記第 1 作業及び前記第 2 作業を並行に又は切替可能に行い、

前記決定部は、前記作業として、前記複数の作業モードのうち前記複数の自走式ロボットの各々に対する作業モードを決定し、

前記作業モードは、

前記第 1 作業及び前記第 2 作業を並行に行う並行モードと、

前記第 1 作業を単独で行う第 1 作業単独モードと、

前記第 1 作業を他の前記自走式ロボットと連携して行う第 1 作業連携モードと、

を少なくとも含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のロボット群管理システム。

20

【請求項 3】

前記管理装置は、

前記取得部により取得された前記状態情報に基づいて、前記警備が必要な程度を示す警備レベルを判定する警備レベル判定部をさらに備え、

前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前記作業を決定する、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のロボット群管理システム。

【請求項 4】

前記警備レベル判定部は、前記取得部により取得された過去の前記状態情報に基づいて作成された学習モデルと、前記取得部により取得された現在の前記状態情報とに基づいて、前記警備レベルを判定する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のロボット群管理システム。

30

【請求項 5】

前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前記複数の自走式ロボットのうち前記第 1 作業を他の前記自走式ロボットと連携して行う前記自走式ロボットの台数又は割合を決定する、

ことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載のロボット群管理システム。

【請求項 6】

前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前記警備が必要な程度が高いほど、前記台数が高くなるように又は前記割合が多くなるように、前記台数又は前記割合を決定する、

ことを特徴とする請求項 5 に記載のロボット群管理システム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、作業領域において、警備に関する第 1 作業及び警備とは異なる第 2 作業を並行に又は切替可能に行う複数の自走式ロボットと、複数の自走式ロボットを管理する管理装置と、を備えたロボット群管理システムに関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来、警備、清掃、搬送等の各種作業を行う際の省人化や効率化を図るために、これら各種作業を移動しながら行う自走式ロボットが利用されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、複数の自走式ロボットを備えた自動清掃システムにおいて、各自走式ロボットが、清掃作業を行いながら、カメラで撮影した画像情報を警備情報として管理室に送信したり、画像情報に基づいて移動体を検出したときに移動体検出信号を管理室に送信したりすることにより、警備作業を行うことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-342498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、特許文献1に開示された複数の自走式ロボットは、各自走式ロボットがそれぞれ配置された清掃領域において、清掃作業を行いながら、警備作業を行うものであるが、複数の自走式ロボットが連携して清掃作業及び警備作業を行うものではない。

【0006】

そのため、警備作業において1台の自走式ロボットにより移動体が検出されたような異常状態が発生した場合であっても、他の自走式ロボットは、清掃作業をそのまま継続することになるため、例えば、異常状態が検出された地点周辺の警備作業を重点的に行ったり、作業領域全体の警備作業を強化しようとしても、1台の自走式ロボットだけでは警備作業を適切に行うことができない、という問題点があった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、警備作業を含む複数の作業を行う際に、警備作業で取得された作業領域の状態に応じて、その後の警備作業を適切に行うことができるロボット群管理システム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】

【0008】

本発明は、上記課題を解決するものであって、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、

作業領域において、警備に関する第1作業及び前記第1作業とは異なる第2作業を並行に又は切替可能に行う複数の自走式ロボットと、前記複数の自走式ロボットを管理する管理装置と、を備えたロボット群管理システムであって、

前記複数の自走式ロボットの各々は、

前記第1作業により前記作業領域の状態を示す状態情報を取得する取得部を備え、

前記管理装置は、

前記取得部により取得された前記状態情報に基づいて、前記第1作業及び前記第2作業のうち前記複数の自走式ロボットの各々が行う作業を決定する決定部を備える、ことを特徴とする。

【0009】

また、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、

前記複数の自走式ロボットの各々は、複数の作業モードに従って、前記第1作業及び前記第2作業を並行に又は切替可能に行い、

前記決定部は、前記作業として、前記複数の作業モードのうち前記複数の自走式ロボットの各々に対する作業モードを決定し、

前記作業モードは、

前記第1作業及び前記第2作業を並行に行う並行モードと、

10

20

30

40

50

前記第1作業を単独で行う第1作業単独モードと、
前記第1作業を他の前記自走式ロボットと連携して行う第1作業連携モードと、
を少なくとも含む、ことを特徴とする。

【0010】

また、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、
前記管理装置は、
前記取得部により取得された前記状態情報に基づいて、前記警備が必要な程度を示す
警備レベルを判定する警備レベル判定部をさらに備え、
前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前
記作業を決定する、ことを特徴とする。

10

【0011】

また、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、
前記警備レベル判定部は、前記取得部により取得された過去の前記状態情報に基づいて
作成された学習モデルと、前記取得部により取得された現在の前記状態情報とに基づいて
、前記警備レベルを判定する、ことを特徴とする。

【0012】

また、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、
前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前
記複数の自走式ロボットのうち前記第1作業を他の前記自走式ロボットと連携して行う前
記自走式ロボットの台数又は割合を決定する、ことを特徴とする。

20

【0013】

また、本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムは、
前記決定部は、前記警備レベル判定部により判定された前記警備レベルに基づいて、前
記警備が必要な程度が高いほど、前記台数が高くなるように又は前記割合が多くなるよう
に、前記台数又は前記割合を決定する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明の一実施形態に係るロボット群管理システムによれば、決定部が、警備に関する
第1作業を行う複数の自走式ロボットのいずれかの取得部により取得された作業領域の状
態を示す状態情報に基づいて、第1作業及び第2作業のうち複数の自走式ロボットの各々
が行う作業を決定するので、例えば、第1作業を行う複数の自走式ロボットのいずれかで
異常状態が検出されたときに、その異常状態に応じて、複数の自走式ロボットの各々が
行う作業が決定されるため、警備作業で取得された作業領域の状態に応じて、その後の警備
作業を適切に行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1を示す全体構成図である。
【図2】本発明の実施形態に係る自走式ロボット2A~2Dを示すブロック図である。
【図3】本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1における状態情報-異常状態
(異常検出要因)-警備レベル-作業モードの関係を示す説明図である。
【図4】本発明の実施形態に係る管理装置3を示すブロック図である。
【図5】本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、警備作業及び清掃
作業の動作を示すフローチャートである。
【図6】本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、学習モデル314
の学習段階の動作を示すフローチャートである。
【図7】本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、学習モデル314
の利用段階の動作を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の一実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。

50

【0017】

図1は、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1を示す全体構成図である。ロボット群管理システム1は、作業領域10において、警備に関する第1作業及び第1作業とは異なる第2作業を並行に又は切替可能に行う複数の自走式ロボット2A～2Dからなるロボット群2と、ロボット群2を管理する管理装置3と、作業領域10の管理者Mが使用する管理者端末4と、装置間を相互に通信可能に接続するネットワーク5と、を備える。

【0018】

「作業領域10」は、複数の自走式ロボット2A～2Dが作業を行う対象となる領域であり、例えば、オフィスビル、商業施設、集合住宅、公共施設、工場、駅、空港、港、イベント会場、スタジアム、展示場、ホール、テーマパーク、ランドマーク等である。作業領域10は、屋内及び屋外のいずれの領域でもよく、屋内と屋外の両方を含む領域でもよい。作業領域10が、屋内である場合には、例えば、建物の複数階、建物の地階、屋内駐車場を含むものでもよいし、屋外である場合には、例えば、建物の屋上階、屋外駐車場を含むものでもよい。本実施形態では、作業領域10を屋内の領域であるものとする。

10

【0019】

「警備に関する第1作業」は、事故、破壊、盗難等の事象に備えるために、作業領域10における異常状態、例えば、不審者（喧嘩をしたり、罵詈雑言を発したり、盗難・強盗をしたり、器物を損壊したり、浮浪者のようにその場で居座ったりする人等）、不審物（以前になかったもの等。移動物を含む。）、窓やドア等の設備の破損、火災、ガス漏れ等を発見し、その異常状態に対処する作業であり、例えば、監視、巡回、追跡、通報、警告、情報収集、収集した情報の記録や送信等の作業を含む。本実施形態では、第1作業を、「警備作業」とする。

20

【0020】

「第1作業とは異なる第2作業」は、警備作業と並行に又は切替可能に行う作業であり、例えば、清掃、搬送、散水等の作業を含む。本実施形態では、「第2作業」を、清掃に関する作業である「清掃作業」とする。

【0021】

複数の自走式ロボット2A～2Dの各々は、自走可能なロボットであり、複数の作業モードに従って、警備作業及び清掃作業を並行に又は切替可能に行う。なお、本実施形態では、複数の自走式ロボット2A～2Dは4台として説明するが、自走式ロボットの台数は適宜変更してもよい。

30

【0022】

「複数の作業モード」は、例えば、警備作業及び清掃作業を並行に行う「並行モード」と、警備作業を単独で行う「警備作業単独モード」（第1作業単独モード）と、警備作業を他の自走式ロボットと連携して行う「警備作業連携モード」（第1作業連携モード）と、を少なくとも含む。「並行モード」は、警備作業を主作業として行いながら、清掃作業を副作業として行ってもよいし、清掃作業を主作業として行いながら、警備作業を副作業として行ってもよい。また、複数の作業モードは、清掃作業を他の自走式ロボットと連携して行う「清掃作業連携モード」（第2作業連携モード）と、清掃作業を単独で行う「清掃作業単独モード」（第2作業単独モード）と、管理者端末4によりマニュアル操作を行う「マニュアルモード」と、をさらに含むものでもよい。

40

【0023】

管理装置3は、警備レベルに基づいて、上記複数の作業モードのうち4台の自走式ロボット2A～2Dの各々に対する作業モードを決定することで、警備作業及び清掃作業のうち4台の自走式ロボット2A～2Dの各々が行う作業を決定する。

【0024】

「警備レベル」は、警備が必要な程度を示す指標であり、例えば、複数の段階に区分されている。本実施形態では、警備レベルは、警備が必要な程度が高い順に、「重大レベル」、「高レベル」、「中レベル」、「低レベル」及び「継続レベル」の5段階に区分され

50

ているものとする。

【0025】

管理者端末4は、例えば、作業領域10の管理室に設置された汎用のコンピュータ等の情報処理装置や、管理者Mが携帯可能なタブレット、スマートフォン等の携帯端末機器により構成されている。管理者端末4は、入力画面を介して管理者Mから各種の入力を受け付けるとともに、表示画面や音声を通じて管理者Mに各種の情報を提示する。なお、本実施形態では、管理者端末4は1つであるが、管理者端末4は複数であってもよい。

【0026】

(自走式ロボット2A~2Dの具体的構成について)

図2は、本発明の実施形態に係る自走式ロボット2A~2Dを示すブロック図である。4台の自走式ロボット2A~2Dの各々は、自走式ロボット2A~2Dの現在位置を位置情報として検出する位置検出部20と、HDD、メモリ等により構成され、各種の情報を記憶する記憶部21と、清掃作業により作業領域10の床面や壁面を清掃する清掃ユニット22と、警備作業により作業領域10の状態を示す状態情報を取得する警備ユニット23(取得部)と、自走式ロボット2A~2Dの本体を前後左右に走行させる走行ユニット24と、CPU等のプロセッサにより構成される制御部25と、ネットワーク5との通信インターフェースである通信部26と、自走式ロボット2A~2Dの各部に電力を供給するバッテリー27と、を備える。

10

【0027】

位置検出部20は、作業領域10の各位置に設置された位置発信機(不図示)から位置情報を受信することにより、自走式ロボット2A~2Dの現在位置を検出する。なお、位置検出部20は、GPSセンサでもよいし、速度や角速度等を用いた推測航法による位置推測センサでもよいし、これらを組み合わせたものでもよい。

20

【0028】

記憶部21には、作業領域10に設けられた通路、部屋、壁、ドア、出入口、窓、エレベータ、階段、立入禁止区域、充電ステーション、ごみ廃棄ステーション等の位置や大きさに関する情報を含む地図情報210と、作業領域10の利用者及び管理者Mの顔、身長等の人物の特徴に関する情報を含む利用者情報211と、自走式ロボット2A~2Dが警備作業及び清掃作業を行う際の作業モードや走行経路に関する情報を含む作業計画情報212と、自走式ロボット2A~2Dの動作を制御するロボット制御プログラム213とが記憶されている。

30

【0029】

地図情報210、利用者情報211及び作業計画情報212は、管理装置3により送信された情報をそれぞれ受信することで適宜更新される。

【0030】

作業計画情報212に含まれる走行経路は、例えば、複数の位置座標と、各位置座標の通過時刻が指示されており、特定の場所を継続して監視するような監視地点では、所定の位置座標にて所定の時間停止することが指示されている。なお、走行経路は、自走式ロボット2A~2D及び管理装置3のいずれでも計算されてもよい。また、走行経路は、出発地から複数の経由地を経由して目的地に到達するように事前に計算した走行経路でもよいし、例えば、監視対象物(例えば、利用者、不審者)を追跡するような警備作業を行う場合には、監視対象物の位置や動きに応じて走行経路をリアルタイムで計算するように指示されていてもよい。

40

【0031】

警備ユニット23は、全方位360度の広角画像情報を取得する全天球カメラ230と、所定の画角を有する狭角画像情報を取得する高解像度カメラ231と、例えば、赤外線等により自走式ロボット2A~2Dの周囲に存在する人の位置や方向を人感情報として取得する人感センサ232と、作業領域10の温度及び湿度を温湿度情報として取得する温湿度センサ233と、ガス漏れの有無をガス漏れ情報として取得するガス漏れセンサ234と、自走式ロボット2A~2Dの周囲の環境音を環境音情報として取得するマイク23

50

5と、を備える。なお、警備ユニット23は、温湿度センサ233に代えて、例えば、火や煙等を検知する火炎センサを備えていてもよい。また、警備ユニット23は、不審者に対して、例えば、音や光で警告を発する警告部や、利用者に対して、例えば、不審物の存在を音や光で通知する通知部を備えていてもよい。

【0032】

そして、警備ユニット23は、作業領域10の状態情報として、全天球カメラ230による広角画像情報、高解像度カメラ231による狭角画像情報、人感センサ232による人感情報、温湿度センサ233による温湿度情報、ガス漏れセンサ234によるガス漏れ情報、及び、マイク235による環境音情報を取得する。

【0033】

また、警備ユニット23は、作業領域10の状態情報に基づいて、作業領域10における異常状態を検出する異常状態検出部236を備える。

【0034】

図3は、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1における状態情報 - 異常状態(異常検出要因) - 警備レベル - 作業モードの関係を示す説明図である。異常状態検出部236は、図3に示す状態情報 - 異常状態(異常検出要因)との関係のように、作業領域10の状態情報に基づいて、作業領域10における異常状態を検出するとともに、その異常状態を検出した要因である異常検出要因(本実施形態では、不審者、不審物、立ち入り、火災、ガス漏れ、破壊音及び悲鳴のいずれか)を検出する。なお、異常状態検出部236は、複数の異常検出原因を同時に検出してもよい。

【0035】

異常状態検出部236は、作業領域10の状態情報として、全天球カメラ230による広角画像情報、及び、高解像度カメラ231による狭角画像情報を用いることにより、例えば、利用者情報211に含まれていない人物である「不審者」や、地図情報210に含まれていない物体である「不審物」を検出することで作業領域10における異常状態を検出する。

【0036】

異常状態検出部236は、作業領域10の状態情報として、人感センサ232による人感情報を用いることにより、例えば、地図情報210に含まれる立入禁止区域への「立ち入り」を検出することで作業領域10における異常状態を検出する。なお、本実施形態では、立入禁止区域への「立ち入り」は、利用者による「立ち入り」を検出するものとし、不審者による「立ち入り」は、「不審者」を検出したものとする。

【0037】

異常状態検出部236は、作業領域10の状態情報として、温湿度センサ233による温湿度情報を用いることにより、例えば、作業領域10の温度が所定の温度よりも高くなっている「火災」を検出することで作業領域10における異常状態を検出する。

【0038】

異常状態検出部236は、作業領域10の状態情報として、ガス漏れセンサ234によるガス漏れ情報を用いることにより、例えば、ガス漏れが発生している「ガス漏れ」を検出することで作業領域10における異常状態を検出する。

【0039】

異常状態検出部236は、作業領域10の状態情報として、マイク235による環境音情報を用いることにより、例えば、窓やドアが破壊されたときの「破壊音」や、利用者が発した「悲鳴」を検出することで作業領域10における異常状態を検出する。

【0040】

走行ユニット24は、バッテリー27から供給された電力により電動モータ(不図示)を回転させることで走行する。その際、走行ユニット24は、位置検出部20により検出された位置情報に基づいて、地図情報210、及び、作業計画情報212に含まれる走行経路を参照することで走行経路に沿って走行するとともに、警備ユニット23により取得された状態情報、例えば、広角画像情報や狭角画像情報に基づいて、周囲の障害物を認識す

10

20

30

40

50

ることで障害物との衝突を回避しながら走行する。

【0041】

制御部25は、ロボット制御プログラム213を実行することにより、作業モード切替部250、並行モード実行部251、警備作業単独モード実行部252、及び、警備作業連携モード実行部253として機能する。

【0042】

そして、制御部25は、複数の作業モードに従って、警備作業及び清掃作業を並行に又は切替可能に行うように、位置検出部20により検出された位置情報、記憶部21に記憶された地図情報210及び作業計画情報212、警備ユニット23により取得された作業領域10の状態情報、管理装置3から通信部26を介して受信した情報に基づいて、清掃ユニット22、警備ユニット23及び走行ユニット24を制御する。

10

【0043】

作業モード切替部250は、複数の作業モードのうち、作業計画情報212に含まれる作業モードに従って、並行モード実行部251、警備作業単独モード実行部252、及び、警備作業連携モード実行部253のいずれかを実行状態に切り替える。

【0044】

並行モード実行部251は、作業モード切替部250により実行状態に切り替えられると、走行ユニット24を動作させることで作業計画情報212に含まれる走行経路に沿って走行しながら、清掃ユニット22を動作させることで清掃作業を行うとともに、警備ユニット23を動作させることで警備作業を行う。そして、並行モード実行部251は、異常状態検出部236により異常状態が検出された場合には、異常状態が検出された際の時刻、位置情報、状態情報及び異常検出要因を含む異常状態検出通知を管理装置3に送信する。

20

【0045】

警備作業単独モード実行部252は、作業モード切替部250により実行状態に切り替えられると、走行ユニット24を動作させることで作業計画情報212に含まれる走行経路や、監視対象物（例えば、利用者、不審者）の位置や動きに応じて監視対象物を追跡したり、監視対象物の進行方向に先回りしたりするためにリアルタイムで計算した走行経路に沿って走行しながら、警備ユニット23を動作させることで単独警備作業を行う。そして、警備作業単独モード実行部252は、警備ユニット23により取得した状態情報を管理装置3にリアルタイムで送信するとともに、異常状態検出部236により異常状態が検出された場合には、異常状態検出通知を管理装置3に送信する。

30

【0046】

警備作業連携モード実行部253は、作業モード切替部250により実行状態に切り替えられると、走行ユニット24を動作させることで作業計画情報212に含まれる走行経路や、監視対象物（例えば、利用者、不審者）の位置や動きに応じて監視対象物を追跡したり、監視対象物の進行方向に先回りしたりするためにリアルタイムで計算した走行経路に沿って走行しながら、警備ユニット23を動作させることで他の自走式ロボットと連携して警備作業を行う。そして、警備作業連携モード実行部253は、警備ユニット23により取得した状態情報を管理装置3にリアルタイムで送信するとともに、異常状態検出部236により異常状態が検出された場合には、異常状態検出通知を管理装置3に送信する。

40

【0047】

なお、警備作業連携モード実行部253は、他の自走式ロボットと連携して警備作業を行う際に、他の自走式ロボットと通信し、位置情報や作業計画情報212を相互に交換することで、リレー形式で監視対象物を追跡してもよい。

【0048】

作業計画更新部326は、例えば、異常検出要因が「不審者」であり、警備レベルが「重大レベル」であることにより、4台全ての自走式ロボット2A～2Dに対する作業モードが「警備作業連携モード」に決定された場合には、異常状態を検出した自走式ロボット

50

2 A に対して、不審者の位置や動きに応じて走行経路をリアルタイムで計算するように指示し、その他の3台の自走式ロボット2 B ~ 2 D に対して、不審者の進行方向に先回りするような通路やドアを目的地とする走行経路に設定したり、不審者を追跡している自走式ロボット2 A と相互に位置情報を交換し、自走式ロボット2 A の位置情報や自走式ロボット2 A からの指示に基づいて走行経路を計算するように指示したりする。

【0049】

(管理装置3の具体的構成について)

図4は、本発明の実施形態に係る管理装置3を示すブロック図である。管理装置3は、サーバやクラウドとして機能する装置であり、キーボード、タッチパネル等により構成される入力部30と、HDD、メモリ等により構成される記憶部31と、CPU等のプロセッサにより構成される制御部32と、ネットワーク5との通信インターフェースである通信部33と、ディスプレイ、スピーカ等により構成される出力部34と、を備える。なお、入力部30や出力部34は省略してもよく、その場合には、管理者端末4を、入力部30や出力部34として機能させればよい。

10

【0050】

記憶部31には、地図情報210として自走式ロボット2 A ~ 2 D に送信するためのマスター地図情報310と、利用者情報211として自走式ロボット2 A ~ 2 D に送信するためのマスター利用者情報311と、作業計画情報212として自走式ロボット2 A ~ 2 D に送信するためのマスター作業計画情報312と、作業領域10における異常状態が検出された際の時刻、位置情報、状態情報、異常検出要因及び管理者Mが警備レベルを判定した判定結果を示す警備レベル判定結果情報等を管理する異常状態履歴情報313と、過去の状態情報である異常状態履歴情報313を訓練データとして、現在の状態情報に対する警備レベルを判定するために作成された学習モデル314と、管理装置3の動作を制御することによりロボット群2を管理するロボット群管理プログラム315と、が記憶されている。

20

【0051】

マスター地図情報310、マスター利用者情報311及びマスター作業計画情報312は、それらの情報が管理装置3により作成又は更新されると、管理装置3から4台の自走式ロボット2 A ~ 2 D に送信される。その際、管理装置3は、全ての情報を送信するのではなく、各自走式ロボット2 A ~ 2 D が使用する情報だけを送信してもよく、例えば、マスター作業計画情報312を自走式ロボット2 A に送信する場合には、マスター作業計画情報312のうち自走式ロボット2 A の作業計画情報212に対応する情報だけを送信してもよい。

30

【0052】

制御部32は、ロボット群管理プログラム315を実行することにより、作業計画作成部320、異常状態履歴管理部321、警備レベル受付部322、学習部323、警備レベル判定部324、作業モード決定部325、作業計画更新部326及び通報処理部327として機能する。

【0053】

作業計画作成部320は、マスター地図情報310に基づいて、4台の自走式ロボット2 A ~ 2 D の各々が警備作業及び清掃作業を分担して行う各領域を、分担領域として、4台の自走式ロボット2 A ~ 2 D にそれぞれ割り当てるとともに、各分担領域における作業モードと、その作業モードを実行する際の走行経路とを設定することにより、4台の自走式ロボット2 A ~ 2 D の各々に対する作業計画情報212からなるマスター作業計画情報312を作成する。なお、作業計画作成部320は、管理者Mにより管理者端末4を介して入力された情報に基づいて、マスター作業計画情報312を新規に作成したり、作成したマスター作業計画情報312の一部を修正したりしてもよい。

40

【0054】

異常状態履歴管理部321は、4台の自走式ロボット2 A ~ 2 D のいずれかから異常状態検出通知を受信したか否かを判断することにより、作業領域10における異常状態を監

50

視する。そして、異常状態履歴管理部 3 2 1 は、異常状態検出通知を受信したと判断した場合には、学習モデル 3 1 4 が作成済みか否かを判断し、作成済みでない判断した場合には、その異常状態検出通知を警備レベル受付部 3 2 2 に送り、作成済みであると判断した場合には、その異常状態検出通知を警備レベル判定部 3 2 4 に送る。

【 0 0 5 5 】

また、異常状態履歴管理部 3 2 1 は、異常状態検出通知に含まれる時刻、位置情報、状態情報及び異常検出要因と、警備レベル受付部 3 2 2 により受け付けられた警備レベル判定結果情報とを紐づけした状態で異常状態履歴情報 3 1 3 に追加する。

【 0 0 5 6 】

警備レベル受付部 3 2 2 は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかにおいて異常状態が検出されて、異常状態検出通知を受信した場合であって、学習モデル 3 1 4 が作成済みでない場合に、その異常状態検出通知に含まれる位置情報及び状態情報を管理者端末 4 に出力するための出力情報を管理者端末 4 に送信する。

10

【 0 0 5 7 】

そして、警備レベル受付部 3 2 2 は、管理者 M が管理者端末 4 に出力された位置情報及び状態情報を確認し、その位置情報及び状態情報に対して警備レベルを判定し、その警備レベルを判定した判定結果を管理者端末 4 を介して入力した場合には、その判定結果を警備レベル判定結果情報として受け付ける。

【 0 0 5 8 】

管理者 M は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかにおいて異常状態が検出された際の位置情報及び状態情報を確認することにより、所定の警備レベル判定基準に従って、警備レベルを判定する。

20

【 0 0 5 9 】

管理者 M は、所定の警備レベル判定基準として、例えば、図 3 に示す異常状態（異常検出要因）と警備レベルとの関係のように、異常状態が検出された際の広角画像情報及び狭角画像情報で「不審者」を確認したり、温湿度情報で「火災」を確認したり、ガス漏れ情報で「ガス漏れ」を確認したりした場合には「重大レベル」と判定し、環境音情報で「破壊音」又は「悲鳴」を確認した場合には「高レベル」と判定し、広角画像情報及び狭角画像情報で「不審物」を確認した場合には「中レベル」と判定し、人感情報で「立ち入り」を確認した場合には「低レベル」と判定し、異常状態として検出されたことが誤検出であることを確認した場合には「継続レベル」と判定する。

30

【 0 0 6 0 】

学習部 3 2 3 は、警備ユニット 2 3 により取得された過去の状態情報に基づいて、学習モデル 3 1 4 を作成する。具体的には、学習部 3 2 3 は、異常状態履歴情報 3 1 3 が所定の学習条件を満たすか否か（例えば、異常状態履歴情報 3 1 3 に蓄積されたデータ数が所定の数を超えているか否か）を判断し、所定の学習条件を満たすと判断した場合には、その異常状態履歴情報 3 1 3 に基づいて、異常状態が検出された際の状態情報と、警備レベル判定結果情報との間の相関関係を学習し、学習モデル 3 1 4 を作成する。従って、学習モデル 3 1 4 は、管理者 M が警備レベルを判定するときの所定の警備レベル判定基準を学習したものである。

40

【 0 0 6 1 】

警備レベル判定部 3 2 4 は、警備ユニット 2 3 により取得された状態情報に基づいて、警備が必要な程度を示す警備レベルを判定する。警備レベル判定部 3 2 4 は、学習部 3 2 3 により過去の状態情報に基づいて作成された学習モデル 3 1 4 と、警備ユニット 2 3 により取得された現在の状態情報とに基づいて、警備レベルを判定する。

【 0 0 6 2 】

具体的には、警備レベル判定部 3 2 4 は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかにおいて異常状態が検出されて、異常状態検出通知を受信した場合であって、学習モデル 3 1 4 が作成済みの場合に、その異常状態検出通知に含まれる状態情報を学習モデル 3 1 4 に入力することにより、異常状態が検出された際の状態情報と同一又は類似した過去の

50

状態情報に対して、管理者Mが過去に判定した警備レベルと同一又は類似するように、警備レベルを判定する。

【0063】

作業モード決定部325は、警備ユニット23により取得された状態情報に基づいて、警備作業及び清掃作業のうち4台の自走式ロボット2A～2Dの各々が行う作業を決定する。作業モード決定部325は、4台の自走式ロボット2A～2Dのいずれかにおいて異常状態が検出されて、警備レベル判定部324により警備レベルが判定された場合には、その警備レベルに基づいて、4台の自走式ロボット2A～2Dの各々が行う作業として、複数の作業モードのうち4台の自走式ロボット2A～2Dの各々に対する作業モードを決定する。

10

【0064】

また、作業モード決定部325は、4台の自走式ロボット2A～2Dのいずれかにおいて異常状態が検出されて、警備レベル受付部322により警備レベル判定結果情報が受け付けられた場合には、その警備レベル判定結果情報が示す警備レベルに基づいて、4台の自走式ロボット2A～2Dの各々が行う作業として、複数の作業モードのうち4台の自走式ロボット2A～2Dの各々に対する作業モードを決定する。

【0065】

作業モード決定部325は、警備レベルに基づいて、4台の自走式ロボット2A～2Dの各々に対する作業モードを決定する際、所定の作業モード決定基準として、図3に示す警備レベルと作業モードとの関係のように、警備レベルに基づいて、4台の自走式ロボット2A～2Dのうち「警備作業連携モード」とする自走式ロボットの台数又は割合を決定する。

20

【0066】

具体的には、作業モード決定部325は、警備レベルが高いほど、「警備作業連携モード」とする自走式ロボットの台数が多くなるように又は割合が高くなるように、4台の自走式ロボット2A～2Dの各々に対する作業モードを決定する。なお、本実施形態では、作業モード決定部325は、「警備作業連携モード」とする自走式ロボットの台数を決定するものとする。

【0067】

従って、作業モード決定部325は、警備レベルが「重大レベル」である場合には、4台全ての自走式ロボット2A～2Dに対する作業モードを「警備作業連携モード」に決定する。

30

【0068】

作業モード決定部325は、警備レベルが「高レベル」である場合には、一部（本実施形態では3台）の自走式ロボット2A～2Cに対する作業モードを「警備作業連携モード」に決定し、その他の自走式ロボット2Dに対する作業モードを「並行モード」に決定する。作業モード決定部325は、一部の自走式ロボット2A～2Cとして、例えば、異常状態を検出した自走式ロボット2Aの位置を中心として所定の範囲内に位置する所定の数（本実施形態では2台）の自走式ロボット2B、2Cを選択したり、異常状態を検出した自走式ロボット2Aの位置に近い順に、所定の数（本実施形態では2台）の自走式ロボット2B、2Cを選択したりする。

40

【0069】

作業モード決定部325は、警備レベルが「中レベル」である場合には、一部（本実施形態では2台）の自走式ロボット2A、2Bに対する作業モードを「警備作業連携モード」に決定し、その他の自走式ロボット2C、2Dに対する作業モードを「並行モード」に決定する。作業モード決定部325は、一部の自走式ロボット2A、2Bとして、例えば、異常状態を検出した自走式ロボット2Aの位置を中心として所定の範囲内に位置する所定の数（本実施形態では1台）の自走式ロボット2Bを選択したり、異常状態を検出した自走式ロボット2Aの位置に近い順に、所定の数（本実施形態では1台）の自走式ロボット2Bを選択したりする。

50

【 0 0 7 0 】

作業モード決定部 3 2 5 は、警備レベルが「低レベル」である場合には、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A に対する作業モードを「警備作業単独モード」に決定し、その他の自走式ロボット 2 B ~ 2 D に対する作業モードを「並行モード」に決定する。

【 0 0 7 1 】

作業モード決定部 3 2 5 は、警備レベルが「継続レベル」である場合には、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D に対する作業モードを「並行モード」に決定する。

【 0 0 7 2 】

作業計画更新部 3 2 6 は、作業モード決定部 3 2 5 により作業モードが決定された場合には、その決定された作業モードと、その決定された作業モードを実行する際の走行経路とをそれぞれ設定し直すことにより、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D の各々に対する作業計画情報 2 1 2 からなるマスター作業計画情報 3 1 2 を更新する。

10

【 0 0 7 3 】

作業計画更新部 3 2 6 は、例えば、異常検出要因が「不審者」であり、警備レベルが「重大レベル」であることにより、4 台全ての自走式ロボット 2 A ~ 2 D に対する作業モードが「警備作業連携モード」に決定された場合には、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A に対して、不審者の位置や動きに応じて走行経路をリアルタイムで計算するように指示し、その他の 3 台の自走式ロボット 2 B ~ 2 D に対して、不審者の進行方向に先回りするような通路やドアを目的地とする走行経路に設定したり、不審者を追跡している自走式ロボット 2 A と相互に位置情報を交換し、自走式ロボット 2 A の位置情報や自走式ロボット 2 A からの指示に基づいて走行経路を計算するように指示したりする。

20

【 0 0 7 4 】

また、作業計画更新部 3 2 6 は、例えば、異常検出要因が「悲鳴」であり、警備レベルが「高レベル」であることにより、3 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 C に対する作業モードが「警備作業連携モード」に決定された場合には、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A に対して、悲鳴を発した利用者を探るための走行経路をリアルタイムで計算するように指示し、その他の 2 台の自走式ロボット 2 B、2 C に対して、悲鳴を検出した位置を中心として不審者や不審物を探るための走行経路を設定する。

【 0 0 7 5 】

また、作業計画更新部 3 2 6 は、例えば、異常検出要因が「不審物」であり、警備レベルが「中レベル」であることにより、2 台の自走式ロボット 2 A、2 B に対する作業モードが「警備作業連携モード」に決定された場合には、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A には、不審物に接近して不審物を監視するための走行経路を設定し、その他の自走式ロボット 2 B には、不審物を検出した位置を中心として不審者や他の不審物を探るための走行経路を設定する。

30

【 0 0 7 6 】

また、作業計画更新部 3 2 6 は、例えば、異常検出要因が「立ち入り」であり、警備レベルが「低レベル」であることにより、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A に対する作業モードが「警備作業単独モード」に決定された場合には、異常状態を検出した自走式ロボット 2 A に対して、「立ち入り」を行った利用者の位置や動きに応じて走行経路をリアルタイムで計算するように指示したり、「立ち入り」が行われた立入禁止区域を周回して監視する走行経路を設定したりする。

40

【 0 0 7 7 】

通報処理部 3 2 7 は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかにおいて異常状態が検出されて、異常状態検出通知を受信した場合に、その異常状態検出通知に含まれる異常検出要因に基づいて、作業領域 1 0 における異常状態を検出した旨を、外部機関（例えば、警察、消防、警備会社等）に通報する必要があるか否かを判断し、通報する必要があると判断した場合には、外部機関に通報情報を送信する通報処理を行う。例えば、通報処理部 3 2 7 は、異常状態検出通知に含まれる異常検出要因が「火災」である場合には、通報する必要があると判断し、火災を検出した旨の通報情報を外部機関に送信する。

50

【0078】

(ロボット群管理システム1の動作について)

次に、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1の動作について説明する。図5は、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、警備作業及び清掃作業の動作を示すフローチャートである。図6は、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、学習モデル314の学習段階の動作を示すフローチャートである。図7は、本発明の実施形態に係るロボット群管理システム1において、学習モデル314の利用段階の動作を示すフローチャートである。

【0079】

まず、図5に示すように、管理装置3の作業計画作成部320が、マスター作業計画情報312を作成し、4台の自走式ロボット2A～2Dに対して、各自走式ロボット2A～2Dに対応する作業計画情報212をそれぞれ送信する(ステップS1)。ここでは、作業計画作成部320は、4台の自走式ロボット2A～2Dに対する作業モードとして、「並行モード」を設定したものと説明する。

【0080】

そして、管理装置3の異常状態履歴管理部321は、4台の自走式ロボット2A～2Dのいずれかから異常状態検出通知を受信したか否かを判断することにより、作業領域10における異常状態を監視する(ステップS2)。

【0081】

一方、各自走式ロボット2A～2Dは、管理装置3から作業計画情報212を受信すると、その作業計画情報212を記憶部21に記憶する。そして、各自走式ロボット2A～2Dの作業モード切替部250が、作業計画情報212に含まれる作業モード(「並行モード」)に従って、並行モード実行部251を実行状態に切り替える(ステップS101、S201、S301、S401)。

【0082】

次に、各自走式ロボット2A～2Dの並行モード実行部251が、実行状態に切り替えられると、作業計画情報212に含まれる走行経路に沿って走行しながら、清掃ユニット22による清掃作業と、警備ユニット23による警備作業とを並行して行う。

【0083】

そして、並行モード実行部251は、異常状態検出部236により異常状態が検出された場合には(ステップS102で「Yes」、S202で「Yes」、S302で「Yes」、S402で「Yes」)、異常状態が検出された際の時刻、位置情報、状態情報及び異常検出要因を含む異常状態検出通知を管理装置3に送信する(ステップS103、S203、S303、S403)。

【0084】

次に、管理装置3の異常状態履歴管理部321が、4台の自走式ロボット2A～2Dのいずれかから異常状態検出通知を受信したと判断した場合には、学習モデル314が作成済みか否かを判断する(ステップS3)。そして、異常状態履歴管理部321が、学習モデル314が作成済みでないと判断した場合には(ステップS3で「No」)、その異常状態検出通知を警備レベル受付部322に送り、図6のステップS11に移行する。一方、異常状態履歴管理部321が、学習モデル314が作成済みであると判断した場合には(ステップS3で「Yes」)、その異常状態検出通知を警備レベル判定部324に送り、図7のステップS13に移行する。

【0085】

上記のように、図5のステップS3にて学習モデル314が作成済みでないと判断された場合には(ステップS3で「No」)、図6に示すように、警備レベル受付部322は、異常状態履歴管理部321から異常状態検出通知を受け取り、管理者Mがその異常状態検出通知に対して警備レベルを判定した判定結果を警備レベル判定結果情報として受け付ける(ステップS11)。

【0086】

10

20

30

40

50

次に、作業モード決定部 3 2 5 は、警備レベル受付部 3 2 2 により受け付けられた警備レベル判定結果情報が示す警備レベルに基づいて、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D の各々に対する作業モードを決定する（ステップ S 1 2）。

【0087】

ここでは、管理装置 3 が、自走式ロボット 2 A から異常状態検出通知を受信し、警備レベル受付部 3 2 2 により受け付けられた警備レベル判定結果情報が示す警備レベルが「中レベル」であるため、作業モード決定部 3 2 5 が、2 台の自走式ロボット 2 A、2 B に対する作業モードを「警備作業連携モード」に決定し、その他の 2 台の自走式ロボット 2 C、2 D に対する作業モードを「並行モード」に決定したものと説明する。

【0088】

そして、作業計画更新部 3 2 6 は、作業モード決定部 3 2 5 により作業モードが決定されると、その決定された作業モードと、その決定された作業モードを実行する際の走行経路とをそれぞれ設定し直すことにより、マスター作業計画情報 3 1 2 を更新し、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D に対して、各自走式ロボット 2 A ~ 2 D に対応する作業計画情報 2 1 2 をそれぞれ送信する（ステップ S 2 1）。

【0089】

次に、各自走式ロボット 2 A ~ 2 D は、管理装置 3 から、更新された作業計画情報 2 1 2 を受信すると、その更新された作業計画情報 2 1 2 を記憶部 2 1 に記憶する。そして、2 台の自走式ロボット 2 A、2 B の作業モード切替部 2 5 0 が、作業計画情報 2 1 2 に含まれる作業モード（「警備作業連携モード」）に従って、警備作業連携モード実行部 2 5 3 を実行状態に切り替え（ステップ S 1 1 1、S 2 1 1）、その他の 2 台の自走式ロボット 2 C、2 D の作業モード切替部 2 5 0 が、作業計画情報 2 1 2 に含まれる作業モード（「並行モード」）に従って、並行モード実行部 2 5 1 を継続して実行状態とする（ステップ S 3 1 1、4 1 1）。

【0090】

従って、2 台の自走式ロボット 2 A、2 B は、警備作業連携モードに従って、警備作業を連携して行い（ステップ S 1 1 2、S 2 1 2）、その他の 2 台の自走式ロボット 2 C、2 D は、並行モードに従って、備作業及び清掃作業を並行に行う（ステップ S 3 1 2、S 4 1 2）。

【0091】

また、通報処理部 3 2 7 は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかから受信した異常状態検出通知に含まれる異常検出要因に基づいて、作業領域 1 0 における異常状態を検出した旨を外部機関に通報する必要があるか否かを判断し（ステップ S 3 1）、通報する必要があると判断した場合（ステップ S 3 1 で「Yes」）、通報処理を行う（ステップ S 3 2）。

【0092】

次に、異常状態履歴管理部 3 2 1 は、4 台の自走式ロボット 2 A ~ 2 D のいずれかから受信した異常状態検出通知に含まれる時刻、位置情報、状態情報及び異常検出要因と、ステップ S 1 1 にて警備レベル受付部 3 2 2 により受け付けられた警備レベル判定結果情報とを紐づけした状態で異常状態履歴情報 3 1 3 に追加する（ステップ S 3 3）。

【0093】

そして、学習部 3 2 3 は、異常状態履歴情報 3 1 3 が所定の学習条件を満たすか否かを判断し（ステップ S 4 1）、所定の学習条件を満たすと判定した場合には（ステップ S 4 1 で「Yes」）、その異常状態履歴情報 3 1 3 に基づいて、異常状態が検出された際の状態情報と、警備レベル判定結果情報との間の相関関係を学習し、学習モデル 3 1 4 を作成する（ステップ S 4 2）。一方、学習部 3 2 3 は、所定の学習条件を満たさないと判定した場合には（ステップ S 4 1 で「No」）、学習モデル 3 1 4 を作成せずに、図 5 のステップ S 2 に戻る。

【0094】

一方、図 5 のステップ S 3 にて学習モデル 3 1 4 が作成済みであると判断された場合に

10

20

30

40

50

は(ステップS3で「Yes」)、図7に示すように、警備レベル判定部324は、異常状態履歴管理部321から異常状態検出通知を受け取り、その異常状態検出通知に含まれる状態情報を学習モデル314に入力することにより、警備レベルを判定する(ステップS13)。

【0095】

次に、作業モード決定部325は、警備レベル判定部324により判定された警備レベルに基づいて、4台の自走式ロボット2A~2Dの各々に対する作業モードを決定する(ステップS14)。

【0096】

ここでは、管理装置3が、自走式ロボット2Aから異常状態検出通知を受信し、警備レベル判定部324により判定された警備レベルが「重大レベル」であるため、作業モード決定部325が、4台全ての自走式ロボット2A~2Dに対する作業モードを「警備作業連携モード」に決定したものと説明する。

10

【0097】

そして、作業計画更新部326は、作業モード決定部325により作業モードが決定されると、その決定された作業モードと、その決定された作業モードを実行する際の走行経路とをそれぞれ設定し直すことにより、マスター作業計画情報312を更新し、4台の自走式ロボット2A~2Dに対して、各自走式ロボット2A~2Dに対応する作業計画情報212をそれぞれ送信する(ステップS21)。

【0098】

次に、各自走式ロボット2A~2Dは、管理装置3から、更新された作業計画情報212を受信すると、その更新された作業計画情報212を記憶部21に記憶する。そして、4台の自走式ロボット2A~2Dの作業モード切替部250が、作業計画情報212に含まれる作業モード(「警備作業連携モード」)に従って、警備作業連携モード実行部253を実行状態に切り替える(ステップS121、S221、S321、S421)。

20

【0099】

従って、4台の自走式ロボット2A~2Dは、警備作業連携モードに従って、警備作業を連携して行う(ステップS122、S222、ステップS322、S422)。

【0100】

また、通報処理部327は、4台の自走式ロボット2A~2Dのいずれかから受信した異常状態検出通知に含まれる異常検出要因に基づいて、作業領域10における異常状態を検出した旨を外部機関に通報する必要があるか否かを判断し(ステップS31)、通報する必要があると判断した場合(ステップS31で「Yes」)、通報処理を行う(ステップS32)。

30

【0101】

以上のようにして、管理装置3は、作業領域10における異常状態に応じて警備レベルを判定するとともに、その警備レベルに応じて4台の自走式ロボット2A~2Dに対する作業モードを決定することにより、各自走式ロボット2Aは、その作業モードに従って警備作業及び清掃作業を行う。

【0102】

従って、本実施形態に係るロボット群管理システム1によれば、作業モード決定部325が、警備作業を行う複数の自走式ロボット2A~2Dのいずれかの警備ユニット23により取得された作業領域10の状態を示す状態情報に基づいて、警備作業及び清掃作業のうち複数の自走式ロボット2A~2Dの各々が行う作業を決定するので、例えば、警備作業を行う複数の自走式ロボット2A~2Dのいずれかで異常状態が検出されたときに、その異常状態に応じて、複数の自走式ロボット2A~2Dの各々が行う作業が決定されるため、警備作業で取得された作業領域の状態に応じて、その後の警備作業を適切に行うことができる。

40

【0103】

また、本実施形態に係るロボット群管理システム1によれば、作業モード決定部325

50

が、警備ユニット 23 により取得された作業領域 10 の状態情報に基づいて、複数の自走式ロボットの各々に対する作業モードを決定するので、例えば、複数の自走式ロボットに対する作業モードが警備連携モードに決定された場合には、複数の自走式ロボットが警備作業を連携して行うため、1 台の自走式ロボットが警備作業を行うよりも広範囲の警備作業を適切に行うことができる。

【0104】

また、本実施形態に係るロボット群管理システム 1 によれば、警備レベル判定部 324 が、警備ユニット 23 により取得された作業領域 10 の状態情報に基づいて、警備が必要な程度を示す警備レベルを判定し、作業モード決定部 325 が、警備レベル判定部 324 により判定された警備レベルに基づいて、警備作業及び清掃作業のうち複数の自走式ロボット 2A ~ 2D の各々が行う作業を決定するので、警備が必要な程度に応じて、複数の自走式ロボット 2A ~ 2D の各々が行う作業が決定されるため、作業領域の状態に応じて、必要な警備作業を確実に行うことができる。

10

【0105】

また、本実施形態に係るロボット群管理システム 1 によれば、警備レベル判定部 324 が、警備ユニット 23 により取得された過去の状態情報に基づいて作成された学習モデル 314 と、警備ユニット 23 により取得された現在の状態情報とに基づいて、警備レベルを判定するので、管理者が過去の状態情報に対して警備レベルを判定したときと同様に、現在の状態情報に対して警備レベルが判定されるため、警備レベルを判定する基準を予め定めなくても、警備レベルを正確に判定することができ、現在の作業領域の状態に応じて、過去に行われたのと同様の警備作業を行うことができる。

20

【0106】

また、本実施形態に係るロボット群管理システム 1 によれば、作業モード決定部 325 が、警備レベル判定部 324 により判定された警備レベルに基づいて、複数の自走式ロボットのうち警備作業を連携して行う自走式ロボットの台数又は割合を決定するので、警備が必要な程度に応じて、警備作業を連携して行う自走式ロボットの台数又は割合が決定されるため、必要な警備作業を確実に行うことができる。

【0107】

また、本実施形態に係るロボット群管理システム 1 によれば、作業モード決定部 325 が、警備レベル判定部 324 により判定された警備レベルに基づいて、警備が必要な程度が高いほど、警備作業を連携して行う自走式ロボットの台数が高くなるように又は割合が多くなるように、台数又は割合を決定するので、警備が必要な程度が高いほど、警備作業を連携して行う自走式ロボットの台数が多く、又は、警備作業を連携して行う自走式ロボットの割合が高くなるため、必要な警備作業を確実に行うことができる。

30

【0108】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0109】

上記実施形態では、自走式ロボット 2A ~ 4D が異常状態検出部 236 を備えたものとして説明したが、管理装置 3 が異常状態検出部を備えるようにしてもよい。その場合には、自走式ロボット 2A ~ 4D が、状態情報をリアルタイムで管理装置 3 に送信することで、管理装置 3 が備える異常状態検出部により異常状態を検出するようにすればよい。

40

【0110】

また、上記実施形態では、管理装置 3 の記憶部 31 には、作業領域 10 における異常状態が検出された際の状態情報等を管理する異常状態履歴情報 313 が記憶されているものとして説明したが、記憶部 31 には、異常状態が検出されていない場合の状態情報等を履歴として記憶するようにしてもよい。

【0111】

また、上記実施形態では、管理装置 3 の学習部 323 が、異常状態履歴情報 313 が所

50

定の学習条件を満たす（例えば、異常状態履歴情報 3 1 3 に蓄積されたデータ数が所定の数を超過している）場合に、その異常状態履歴情報 3 1 3 に蓄積されたデータに基づいて、学習モデル 3 1 4 を作成するものとして説明したが、学習部 3 2 3 が、所定の学習条件を満たした後も、異常状態履歴情報 3 1 3 にさらに蓄積されたデータに基づいて、学習モデル 3 1 4 を更新するようにしてもよい。

【 0 1 1 2 】

また、上記実施形態では、管理装置 3 の警備レベル判定部 3 2 4 が、管理者 M が警備レベルを判定するときの所定の警備レベル判定基準を学習した学習モデル 3 1 4 に基づいて、警備レベルを判定するものとして説明したが、警備レベル判定部 3 2 4 が、学習モデル 3 1 4 を用いることなく、警備ユニット 2 3 の異常状態検出部 2 3 6 により検出された異常状態や異常検出要因に基づいて、警備レベルを判定するようにしてもよい。

10

【 0 1 1 3 】

また、上記実施形態では、ロボット制御プログラム 2 1 3 は、記憶部 2 1 に記憶され、ロボット群管理プログラム 3 1 5 は、記憶部 3 1 に記憶されたものとして説明したが、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD - ROM、DVD 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されて提供されてもよい。また、ロボット制御プログラム 2 1 3 及びロボット群管理プログラム 3 1 5 は、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供されてもよい。

20

【符号の説明】

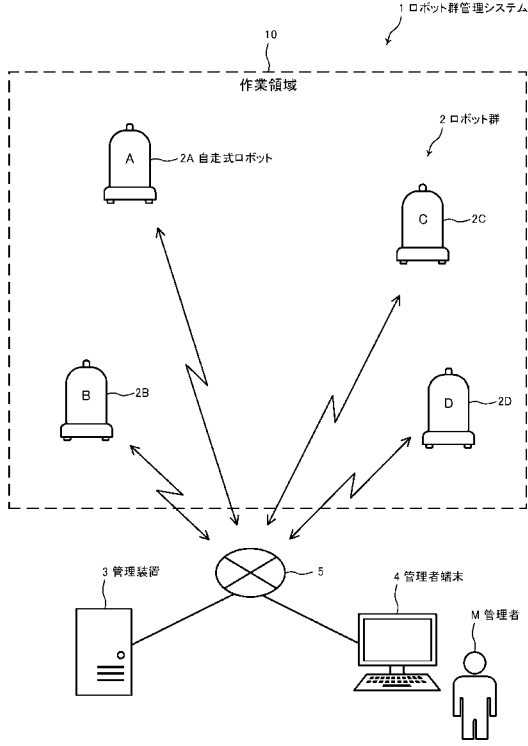
【 0 1 1 4 】

1 ... ロボット群管理システム、 2 ... ロボット群
 2 A ~ 2 D ... 自走式ロボット、 3 ... 管理装置、 4 ... 管理者端末、
 5 ... ネットワーク、 1 0 ... 作業領域、
 2 0 ... 位置検出部、 2 1 ... 記憶部、 2 2 ... 清掃ユニット、
 2 3 ... 警備ユニット（取得部）、 2 4 ... 走行ユニット、
 2 5 ... 制御部、 2 6 ... 通信部、 2 7 ... バッテリ、
 3 0 ... 入力部、 3 1 ... 記憶部、 3 2 ... 制御部、 3 3 ... 通信部、
 3 4 ... 出力部、 2 1 0 ... 地図情報、 2 1 1 ... 利用者情報、
 2 1 2 ... 作業計画情報、 2 1 3 ... ロボット制御プログラム、
 2 3 0 ... 全天球カメラ、 2 3 1 ... 高解像度カメラ、 2 3 2 ... 人感センサ、
 2 3 3 ... 温湿度センサ、 2 3 4 ... ガス漏れセンサ、 2 3 5 ... マイク、
 2 3 6 ... 異常状態検出部、 2 5 0 ... 作業モード切替部、
 2 5 1 ... 並行モード実行部、 2 5 2 ... 警備作業単独モード実行部、
 2 5 3 ... 警備作業連携モード実行部、
 3 1 0 ... マスター地図情報、 3 1 1 ... マスター利用者情報、
 3 1 2 ... マスター作業計画情報、 3 1 3 ... 異常状態履歴情報、
 3 1 4 ... 学習モデル、 3 1 5 ... ロボット群管理プログラム、
 3 2 0 ... 作業計画作成部、 3 2 1 ... 異常状態履歴管理部、
 3 2 2 ... 警備レベル受付部、 3 2 3 ... 学習部、
 3 2 4 ... 警備レベル判定部、 3 2 5 ... 作業モード決定部（決定部）、
 3 2 6 ... 作業計画更新部、 3 2 7 ... 通報処理部、 M ... 管理者

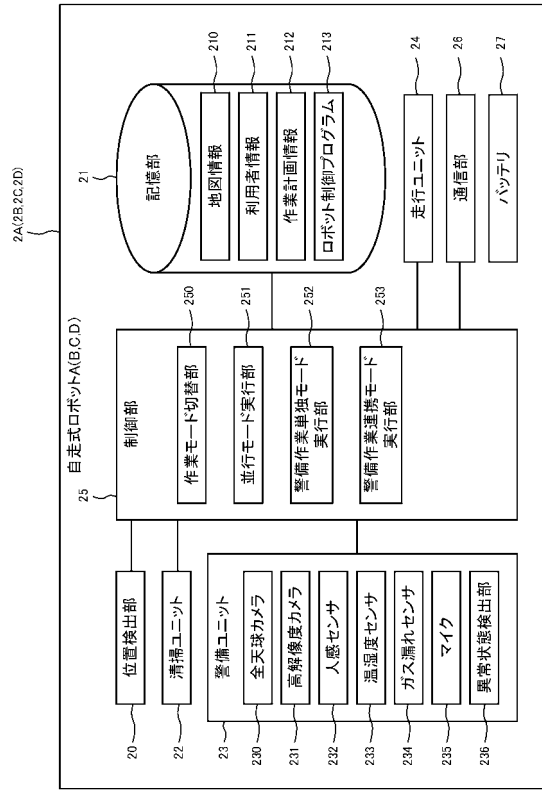
30

40

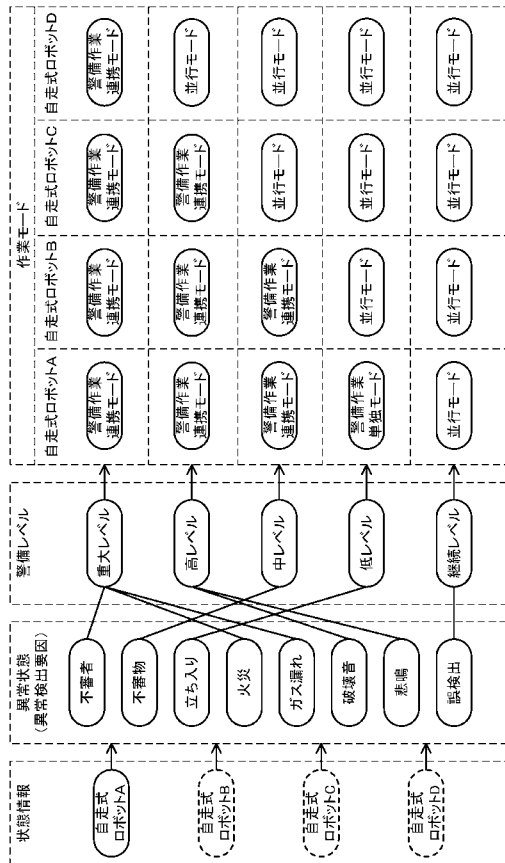
【図 1】



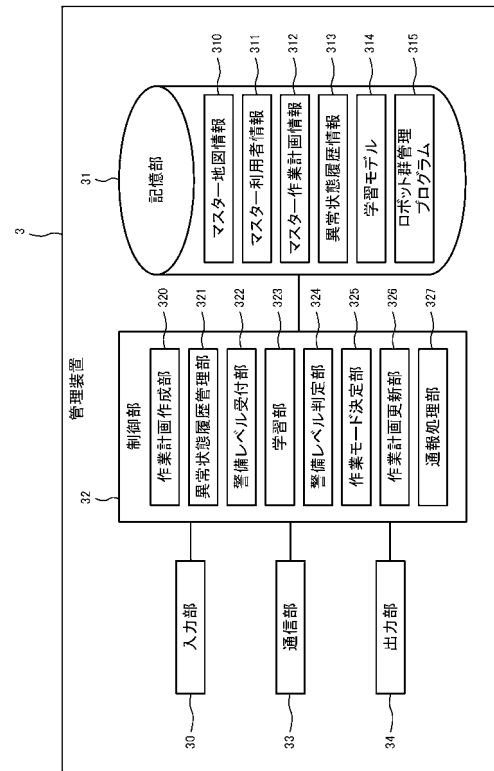
【図 2】



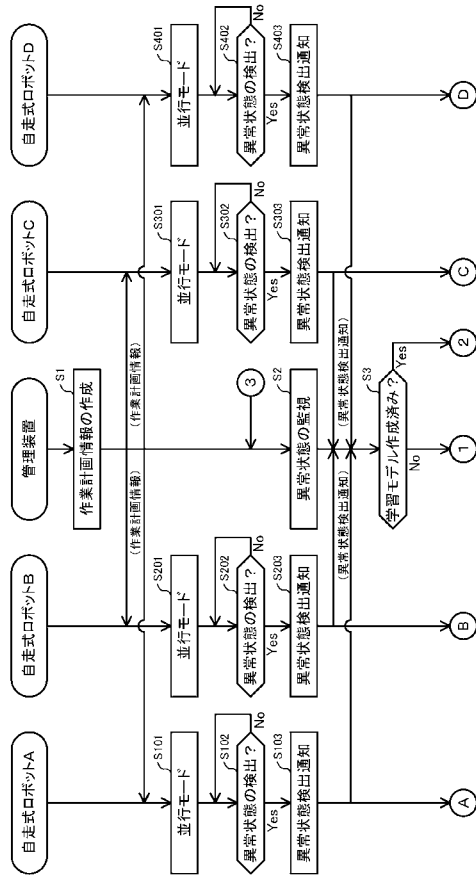
【図 3】



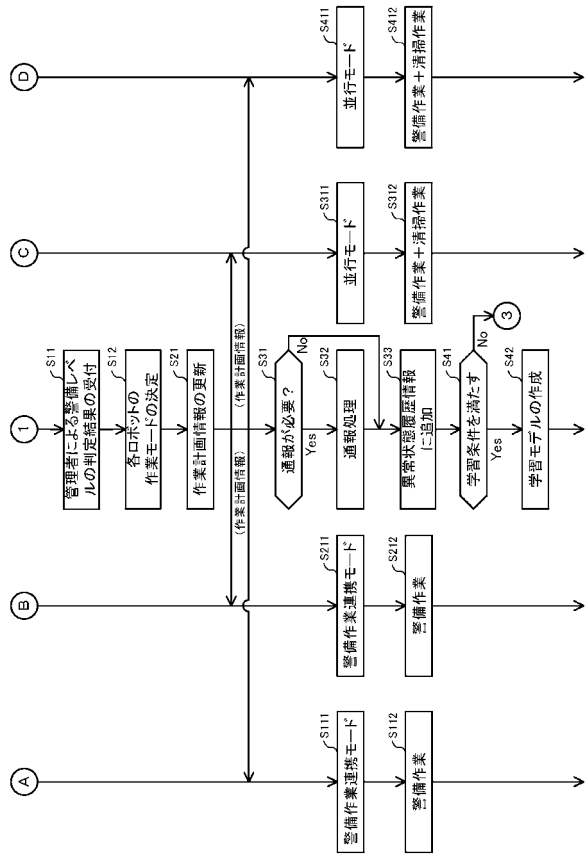
【図 4】



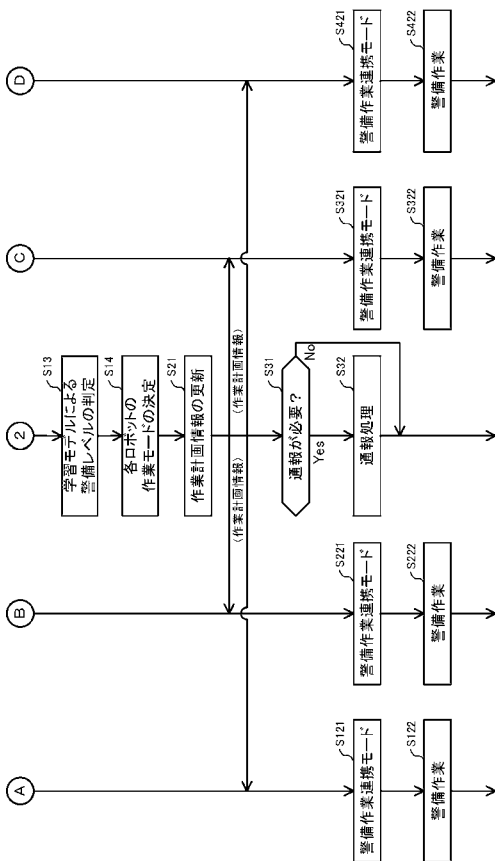
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 平林 裕治

東京都中央区京橋二丁目1番1号 清水建設株式会社内

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB10 BB14 CC03 CC06 CC10 DD01 DD06 DD07 DD15
GG07 GG08 GG09 GG10 KK02 KK03 KK04 KK07 KK08 KK17
KK18 KK19 MM09