

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7204990号
(P7204990)

(45)発行日 令和5年1月16日(2023.1.16)

(24)登録日 令和5年1月5日(2023.1.5)

(51)国際特許分類		F I		
A 4 7 L	9/28 (2006.01)	A 4 7 L	9/28	K
G 0 5 D	1/02 (2020.01)	G 0 5 D	1/02	H
		A 4 7 L	9/28	E
		A 4 7 L	9/28	P

請求項の数 43 (全46頁)

(21)出願番号	特願2022-506823(P2022-506823)	(73)特許権者	313013863 アイロボット・コーポレーション アメリカ合衆国・マサチューセッツ・0 1730・ベッドフォード・クロスビー・ ドライブ・8・10-2
(86)(22)出願日	令和2年4月1日(2020.4.1)	(74)代理人	100188558 弁理士 飯田 雅人
(65)公表番号	特表2022-536559(P2022-536559 A)	(74)代理人	100154922 弁理士 崔 允辰
(43)公表日	令和4年8月17日(2022.8.17)	(72)発明者	マリオ・ミュニック アメリカ合衆国・マサチューセッツ・0 1730・ベッドフォード・クロスビー・ ドライブ・8
(86)国際出願番号	PCT/US2020/026174	(72)発明者	アンドレアス・コリング アメリカ合衆国・カリフォルニア・91 最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2021/029918		
(87)国際公開日	令和3年2月18日(2021.2.18)		
審査請求日	令和4年2月2日(2022.2.2)		
(31)優先権主張番号	16/537,155		
(32)優先日	令和1年8月9日(2019.8.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
早期審査対象出願			

(54)【発明の名称】 自律移動ロボットのための地図作成

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

方法であって、

環境の地図を、第1の清掃ミッションの遂行中に前記環境内で自律清掃ロボットによって生成された地図作成データに基づき構築するステップであって、前記地図作成データの一部に関連付けられている環境内の特徴に関連付けられたラベルを提供するステップを含み、前記特徴が、第1の状態及び第2の状態を含む複数の定義された状態に関連付けられている特徴タイプに対応する、前記地図を構築するステップと、

前記地図に基づく前記環境の視覚的表現、前記ラベルの視覚的インジケータ、および前記第1の状態又は第2の状態の視覚的インジケータをリモートコンピューティングデバイスに提示させるステップと、

第2の清掃ミッションの遂行中に前記ラベルに且つ前記第1の状態に関連付けられている動作を、前記第2の清掃ミッションの遂行中に前記特徴が前記第1の状態にあることに基づき、前記自律清掃ロボットを開始させるステップとを含み、

前記環境の前記視覚的表現は、前記環境内の物体の視覚的配置構成を示す、方法。

【請求項2】

前記特徴は第1の特徴であり、前記ラベルは第1のラベルであり、前記地図作成データの前記一部は前記地図作成データの第1の部分であり、

前記地図を構築するステップは、前記地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供するステップであって、前記第2のラベルは前記環境内の第2の特徴

に関連付けられ、前記第2の特徴は前記複数の定義された状態に関連付けられた前記特徴タイプに対応する、ステップを含み、

前記方法は、前記リモートコンピューティングデバイスに前記第2のラベルの視覚的インジケータを提示させるステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第1の特徴および前記第2の特徴が各々前記特徴タイプに対応することを、前記第1の特徴の画像および前記第2の特徴の画像に基づき決定するステップをさらに含む請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記第1の特徴の前記画像および前記第2の特徴の前記画像は、前記自律清掃ロボットによってキャプチャされる請求項3に記載の方法。 10

【請求項5】

前記第1の特徴の前記画像および前記第2の特徴の前記画像は、前記環境内の1つまたは複数の画像キャプチャデバイスによってキャプチャされる請求項3に記載の方法。

【請求項6】

前記第2の清掃ミッションの遂行中に前記第2の特徴が前記第1の状態にあることに基づき前記自律清掃ロボットに前記動作を開始させるステップをさらに含む請求項2に記載の方法。

【請求項7】

前記動作は第1の動作であり、前記方法は、前記第2の清掃ミッションの遂行中に前記第2の特徴が前記第2の状態にあることに基づき前記自律清掃ロボットに第2の動作を開始させるステップをさらに含む請求項2に記載の方法。 20

【請求項8】

前記第2の清掃ミッションの遂行中に前記特徴が前記第1の状態にあることに基づき前記自律清掃ロボットに前記動作を開始させるステップは、前記自律清掃ロボットが前記特徴が前記第1の状態にあることを検出したことに応答して前記自律清掃ロボットに前記動作を開始させるステップを含む請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記特徴は、前記環境内の床面の一領域であり、

前記第1の状態は、前記床面の前記一領域の汚れの第1のレベルであり、前記第2の状態は、前記一領域の汚れの第2のレベルである請求項1に記載の方法。 30

【請求項10】

前記第1の状態に関連付けられている第1の動作における前記自律清掃ロボットは、前記第2の状態に関連付けられている第2の動作における前記一領域内の清掃の第2の程度より大きい前記一領域内の清掃の第1の程度をもたらす請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記一領域は第1の領域であり、前記ラベルは第1のラベルであり、前記地図作成データの前記一部は前記地図作成データの第1の部分であり、

前記地図を構築するステップは、前記地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供するステップであって、前記第2のラベルは前記複数の定義された状態を有する前記環境内の第2の領域に関連付けられる、ステップを含む請求項9に記載の方法。 40

【請求項12】

前記ラベルは第1のラベルであり、前記一領域は第1の領域であり、

前記第1の領域は、前記環境内の第1の物体に関連付けられ、

前記方法は、前記環境内の第2の物体のタイプが前記環境内の前記第1の物体のタイプと同一であることに基づき前記環境内の第2の領域に関連付けられている第2のラベルを提供するステップであって、前記第2の領域は前記第2の物体に関連付けられる、ステップをさらに含む請求項9に記載の方法。

【請求項13】

前記特徴は、前記環境の第1の部分と前記環境の第2の部分との間の前記環境内のドアであり、

前記第1の状態は前記ドアの開いた状態であり、前記第2の状態は前記ドアの閉じた状態である請求項1に記載の方法。

【請求項14】

前記開いた状態に関連付けられている第1の動作における前記自律清掃ロボットは、前記環境の前記第1の部分から前記環境の前記第2の部分に移動し、前記閉じた状態に関連付けられている第2の動作における前記自律清掃ロボットは、前記ドアを検出し、前記ドアを動かして前記開いた状態にするための命令を提供する請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記第1の清掃ミッションの遂行中に、前記ドアは前記開いた状態にあり、前記第2の清掃ミッションの遂行中に、前記ドアは前記閉じた状態にある請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記ドアは第1のドアであり、前記ラベルは第1のラベルであり、前記地図作成データの前記一部は前記地図作成データの第1の部分であり、

前記地図を構築するステップは、前記地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供するステップであって、前記第2のラベルは前記複数の定義された状態を有する前記環境内の第2のドアに関連付けられる、ステップを含む請求項13に記載の方法。

【請求項17】

ユーザが前記閉じた状態にある前記ドアを操作して前記開いた状態にする要求を前記リモートコンピューティングデバイスに発行させるステップをさらに含む請求項13に記載の方法。

【請求項18】

前記ドアは、電子制御可能なドアであり、前記第2の清掃ミッションの遂行中に前記特徴が前記第1の状態にあることに基づき前記自律清掃ロボットに前記動作を開始させるステップは、前記電子制御可能なドアを動かして前記閉じた状態から前記開いた状態にするを行わせるためのデータを伝送することを前記自律清掃ロボットに行わせるステップを含む請求項13に記載の方法。

【請求項19】

前記特徴の状態を変更する要求を前記リモートコンピューティングデバイスに発行させるステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項20】

前記ラベルは、前記第1の清掃ミッションの遂行中の前記自律清掃ロボットの第1のナビゲーション動作に関連付けられている前記環境内の領域に関連付けられ、前記動作は、前記第1のナビゲーション動作に基づき選択された第2のナビゲーション動作である請求項1に記載の方法。

【請求項21】

前記第1のナビゲーション動作において、前記自律清掃ロボットは前記領域を横断せず、前記自律清掃ロボットは、前記領域を横断するために前記第2のナビゲーション動作を開始する請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記地図作成データは、第1の地図作成データであり、

前記ラベルは、第3の清掃ミッションの遂行中に収集された第2の地図作成データの一部に関連付けられ、前記第2の地図作成データの前記一部は、前記自律清掃ロボットが前記領域を横断する第3のナビゲーション動作に関連付けられ、

前記第2のナビゲーション動作のパラメータは、前記第3のナビゲーション動作のパラメータと一致するように選択される請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記パラメータは、前記自律清掃ロボットの速度、または前記領域に関する前記自律清

10

20

30

40

50

掃口ボットのアプローチ角である請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記第1のナビゲーション動作において、前記自律清掃ロボットは、前記領域を通る第1の経路に沿って移動し、前記第1の経路は前記領域への第1の個数の進入点を有し、

前記自律清掃ロボットは、前記領域を通る第2の経路に沿って移動する前記第2のナビゲーション動作を開始し、前記第2の経路は前記第1の個数の進入点より少ない前記領域への第2の個数の進入点を有する請求項20に記載の方法。

【請求項25】

前記地図作成データは、第1の地図作成データであり、

前記方法は、前記自律清掃ロボットによって生成された第2の地図作成データが前記領域からの1つまたは複数の障害物の除去を示したことに応答して前記ラベルを削除するステップをさらに含む請求項24に記載の方法。

10

【請求項26】

前記地図は、前記環境内の複数の電子デバイスによってアクセス可能であり、前記複数の電子デバイスは前記自律清掃ロボットを含む請求項1に記載の方法。

【請求項27】

前記自律清掃ロボットは第1の自律清掃ロボットであり、前記環境内の前記複数の電子デバイスは第2の自律清掃ロボットを含む請求項26に記載の方法。

【請求項28】

前記地図作成データの前記一部は、前記環境内の障害物に関連付けられ、

前記方法は、前記ラベルに基づき、前記障害物に接触することなく前記障害物を回避し、前記障害物を検出することを自律移動ロボットに行わせるステップをさらに含む請求項1に記載の方法。

20

【請求項29】

前記特徴が前記第2の状態にあると決定するステップと、

前記特徴が前記第2の状態にあると決定したことに応答して、前記特徴が前記第2の状態にあることを示す視覚的インジケータを提示することを前記リモートコンピューティングデバイスに行わせるためのデータを伝送するステップとをさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項30】

自律清掃ロボットであって、

環境内の床面上で前記自律清掃ロボットをサポートするための駆動システムであって、前記駆動システムは前記自律清掃ロボットが前記床面上を動き回るように構成される、駆動システムと、

30

前記自律清掃ロボットが前記床面上を動き回るときに前記床面を清掃する清掃アセンブリと、

センサシステムと、

前記駆動システム、前記清掃アセンブリ、および前記センサシステムに動作可能に接続されているコントローラであって、オペレーションを実行する命令を実行するように構成され、前記オペレーションは、

40

第1の清掃ミッションの遂行中に前記センサシステムを使用して前記環境の地図作成データを生成することと、
前記地図作成データから構築された地図を取得することであって、前記地図が、(i)前記環境内の特徴に関連付けられたラベルであって、前記特徴が、第1の状態及び第2の状態を含む複数の定義された状態に関連付けられている特徴タイプに対応する、ラベルと、(ii)前記特徴が前記第1の状態にあることの表示とを含む、地図を取得することと、前記特徴が前記第1の状態にあることの前記表示に基づき第2の清掃ミッションの遂行中に動作を開始することであって、前記特徴が、前記第1の清掃ミッションの遂行中に生成された前記地図作成データの一部に関連付けられる、動作を開始することとを含む、コントローラとを備える自律清掃ロボット。

50

【請求項 3 1】

モバイルコンピューティングデバイスであって、
ユーザ入力デバイスと、
ディスプレイと、

前記ユーザ入力デバイスおよび前記ディスプレイに動作可能に接続されているコントローラであって、オペレーションを実行する命令を実行するように構成され、前記オペレーションは、

前記ディスプレイを使用して、第1の清掃ミッションの遂行中に環境内で自律清掃ロボットによって生成される地図作成データに基づく環境の視覚的表現、前記地図作成データの一部に関連付けられているラベルの視覚的インジケータ、および前記ラベルに関連付けられている前記環境内の特徴の第1の状態の視覚的インジケータを提示することであって、前記特徴が、前記第1の状態及び第2の状態を含む複数の定義された状態に関連付けられている特徴タイプに対応する、前記視覚的インジケータを提示することと、

10

第2の清掃ミッションの遂行中に前記自律清掃ロボットによって生成される地図作成データに基づき、前記ラベルの前記視覚的インジケータおよび前記特徴の前記第2の状態の前記視覚的インジケータを含むように前記環境の前記視覚的表現を更新することであって、前記地図作成データは前記特徴が前記第2の状態になることを示す、前記視覚的表現を更新することを含む、コントローラとを備え、

前記環境の前記視覚的表現は、前記環境内の物体の視覚的配置構成を示す、モバイルコンピューティングデバイス。

20

【請求項 3 2】

前記複数の定義された状態の数は、少なくとも3つである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記地図作成データは、前記自律清掃ロボットの第1のセンサルーチンによって生成され、

前記動作は、前記第1のセンサルーチンとは異なる第2のセンサルーチンを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記動作はナビゲーション動作を含み、前記ナビゲーション動作は、前記自律清掃ロボットの速度、前記自律清掃ロボットの加速度、および前記特徴に対する前記自律清掃ロボットのアプローチ角のうちの少なくとも1つを含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 3 5】

前記動作はナビゲーション動作を含み、前記ナビゲーション動作は、前記自律清掃ロボットの速度、前記自律清掃ロボットの加速度、および前記特徴に対する前記自律清掃ロボットのアプローチ角のうちの少なくとも1つを含む、請求項 3 0 に記載の自律清掃ロボット。

【請求項 3 6】

前記特徴は第1の特徴であり、前記ラベルは第1のラベルであり、前記地図作成データの前記一部は前記地図作成データの第1の部分であり、

前記地図を構築することが、前記地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供することを含み、前記第2のラベルは前記環境内の第2の特徴に関連付けられ、前記第2の特徴は前記複数の定義された状態に関連付けられた前記特徴タイプに対応し、

40

前記オペレーションは、リモートコンピューティングデバイスに前記第2のラベルの視覚的インジケータを提示させることをさらに含む、請求項 3 0 に記載の自律清掃ロボット。

【請求項 3 7】

前記特徴は、前記環境内の前記床面の一領域であり、

前記第1の状態は、前記床面の前記一領域の汚れの第1のレベルであり、前記第2の状態は、前記一領域の汚れの第2のレベルである、請求項 3 0 に記載の自律清掃ロボット。

【請求項 3 8】

50

前記地図作成データは、前記自律清掃ロボットの第1のセンサルーチンによって生成され、

前記動作は、前記第1のセンサルーチンとは異なる第2のセンサルーチンを含む、請求項30に記載の自律清掃ロボット。

【請求項39】

前記特徴は第1の特徴であり、前記ラベルは第1のラベルであり、前記地図作成データの前記一部は前記地図作成データの第1の部分であり、

前記オペレーションは、前記ディスプレイを用いて、第2のラベルの視覚的インジケータを提示することを含み、前記第2のラベルは前記環境内の第2の特徴に関連付けられ、前記第2の特徴は前記複数の定義された状態に関連付けられた前記特徴タイプに対応する、請求項31に記載のモバイルコンピューティングデバイス。

10

【請求項40】

前記特徴は、前記環境内の床面の一領域であり、

前記第1の状態は、前記床面の前記一領域の汚れの第1のレベルであり、前記第2の状態は、前記一領域の汚れの第2のレベルである、請求項31に記載のモバイルコンピューティングデバイス。

【請求項41】

前記特徴は、前記環境の第1の部分と前記環境の第2の部分との間の前記環境内のドアであり、

前記第1の状態は前記ドアの開いた状態であり、前記第2の状態は前記ドアの閉じた状態である、請求項31に記載のモバイルコンピューティングデバイス。

20

【請求項42】

前記オペレーションは、前記特徴の状態を変更する要求を発行することをさらに含む、請求項31に記載のモバイルコンピューティングデバイス。

【請求項43】

前記複数の定義された状態の数は、少なくとも3つである、請求項31に記載のモバイルコンピューティングデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、地図作成、特に自律移動ロボットのための地図作成に関する。

30

【背景技術】

【0002】

自律移動ロボットは、環境内で、たとえば、家庭内で自律的に清掃作業を実行する自律清掃ロボットを含む。多くの種類の清掃ロボットは、ある程度、また異なる様式で、自律的である。清掃ロボットはコントローラを備えており、このコントローラは、ロボットが移動しながらゴミを取り込むことができるように環境内を動き回るロボットを自律的にナビゲートするように構成されるものとしてよい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0003】

自律移動清掃ロボットが環境内を動き回るときに、ロボットは、環境のインテリジェントロボット対向地図(intelligent robot-facing map)を構築するために使用され得るデータを収集することができる。ロボットによって収集されたデータに基づき、ドア、汚れている領域、または他の特徴などの、環境内の特徴が、ラベルを付けて地図上に示すことができ、特徴の状態も地図上にさらに示すことができる。ロボットは、これらのラベルと、これらのラベルに関連付けられている特徴の状態とに基づき動作を選択することができる。たとえば、特徴は、ラベルを付けて地図上に示されているドアであってよく、ドアの状態は、開いているか、または閉じているかであり得る。ドアが閉じた状態にある場合、ロボットは、ロボットがドアの敷居を横断しようとしないうナビゲーション動作を選択するこ

50

とができ、ドアが開いた状態にある場合、ロボットは、ロボットがドアの敷居を横断しようとするナビゲーション動作を選択することができる。インテリジェントロボット対向地図は、ラベルと特徴の状態の両方がユーザに視覚的に提示されるユーザ読取可能形態で視覚的に表現され、それにより、ユーザはロボット対向地図の表現を見ることができ、ロボット対向地図上のラベルに直接関係するコマンドを容易に提供することができる。

【0004】

前述のものの利点は、限定はしないが、以下で説明されているものおよび本明細書の別のところで説明されているものを含み得る。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書において説明されている実装形態は、エラー状態に遭遇することなく環境をトラバースする自律移動ロボットの信頼性を改善し、作業達成性能を改善することができる。自律移動ロボットは、そのセンサシステムによる特徴の検出に対する自律移動ロボットの即時応答のみに頼るのではなく、以前のミッションから収集されたデータに頼り、エラー状態を回避するように環境周辺の経路をインテリジェントに計画することができる。ロボットが特徴を発見した最初の清掃ミッションの後の後続の清掃ミッションにおいて、ロボットは、特徴に関連付けられるエラー状態をトリガーする危険性を回避するために特徴周辺の計画を立てることができる。それに加えて、ロボットは、ロボットがより多くの注意を必要とする環境内の領域に集中することができるように前のミッションから収集されたデータを利用してミッションの遂行をインテリジェントに計画することができる。

【0006】

本明細書において説明されている実装形態は、類似のまたは重なり合う領域を横断する可能性のある自律移動ロボットのためのフリート管理を改善することができる。フリート内の自律移動ロボット間で共有される地図作成データは、地図構築効率を改善し、フリート内のロボットに対する環境内のスマート動作選択を円滑にし、ロボットが環境内の注目すべき特徴、たとえば、ロボットによるさらなる注意を必要とする特徴、ロボットに対してエラー状態をトリガーする可能性のある特徴、またはロボットの動作に影響を及ぼすであろう変化する状態を有し得る特徴についてより素早く学習することを可能にすることができる。たとえば、家庭内の自律移動ロボットのフリートは、家庭内の様々な作業を遂行するための複数のタイプの自律移動ロボットを含み得る。第1のロボットは、フリート内の第2のロボットに搭載されているセンサよりも高度なセンサー式を備えていてもよい。高度なセンサー式を備える第1のロボットは、第2のロボットであれば生成することができない地図作成データを生成することができ、次いで、第1のロボットであれば、地図作成データを、たとえば地図作成データを第2のロボットによってアクセス可能なリモートコンピューティングデバイスに提供することによって、地図作成データを第2のロボットに提供することが可能であろう。第2のロボットが特定の地図作成データを生成することができるセンサを有していなくても、第2のロボットは、家庭内で作業を遂行する際の達成能力を改善するために地図作成データを使用することができる。さらに、第2のロボットは、第1のロボットによって使用可能な地図作成データを収集することができるいくつかのセンサを備えるものとしてよく、それによって、自律移動ロボットのフリートは、家庭の地図を構築するために地図作成データをより素早く生成することができる。

【0007】

本明細書において説明されている実装形態は、自律移動ロボットが環境内の他のスマートデバイスと統合することを可能にし得る。環境は、互いに、または環境内のデバイスによってアクセス可能なネットワークに接続可能であるいくつかのスマートデバイスを含むことができる。これらのスマートデバイスは、1つまたは複数の自律移動ロボットを含むことができ、スマートデバイスは、自律移動ロボットと一緒に、環境をナビゲートし、環境内で作業を実行するためにロボットによって使用可能である地図作成データを生成することができる。環境内のスマートデバイスは、各々、地図を構築するために使用可能であるデータを生成することができる。次いで、ロボットは、この地図を使用して、環

10

20

30

40

50

境内での作業の達成能力を改善し、環境内でとる経路の効率を改善することができる。

【0008】

さらに、他のスマートデバイスと統合される際に、自律移動ロボットは、ロボットがいくつかのスマートデバイスによって妨げられることなく環境を横断することができるように他のスマートデバイスを制御するように構成され得る。たとえば、環境は、スマートドアと自律移動ロボットとを含むことができる。スマートドアを検出したことに応答して、ロボットは、スマートドアが開いている状態にあることを確実にするようにスマートドアを操作することができ、それにより、ロボットは、環境内の第1の部屋からドアによって第1の部屋から隔てられている環境内の第2の部屋へと容易に移動することができる。

【0009】

本明細書において説明されている実装形態は、環境内の自律移動ロボットのナビゲーションの効率を改善することができる。自律移動ロボットは、構築された地図に基づき環境を通る経路を計画することができ、計画された経路は、地図の助けを借りずに環境を横断し作業を実行する自律移動ロボットよりも効率的に環境を横断して作業をロボットが実行することを可能にし得る。さらなる例では、自律移動ロボットは、ロボットが環境内の障害物の間を効率的に動き回ることが可能な経路を計画することができる。障害物は、たとえば、ロボットが非効率的な戦略をとる可能性を高める仕方で配置構成され得る。地図があれば、ロボットは、そのような非効率的な戦略をロボットがとる可能性を減少させる障害物の周りの経路を計画することができる。さらなる例において、地図は、ロボットが環境内の様々な特徴の状態を考慮することを可能にする。環境内の特徴の状態は、ロボットが環境を横断するためにとることができる経路に影響を及ぼす可能性がある。この点で、環境内の特徴の状態を知ることによって、ロボットは、特徴がいくつかの状態にあるときに特徴を回避することができる経路を計画することができる。たとえば、特徴が第1の部屋を第2の部屋から隔てるドアである場合、ロボットは、ドアが閉じた状態にあるときに第1の部屋を通るパスを計画することができ、ドアが開いた状態にあるときに第1の部屋および第2の部屋の両方を通るパスを計画することができる。

【0010】

本明細書において説明されている実装形態は、自律移動ロボットがエラー状態をトリガーする可能性を低減することができる。たとえば、自律移動ロボットは、部屋の領域内のナビゲーション動作を、その領域内の床面の一部に沿った特徴に基づき選択することができる。特徴は、たとえば、床面の隆起部分であり得、ロボットは隆起部分を横断する際にこの床面に沿って立ち往生する危険性を高めている可能性がある。ロボットは、ロボットが隆起部分で立ち往生する可能性を低減するであろうナビゲーション動作、たとえば、ロボットが隆起部分に接近する角度または速度を選択することができる。

【0011】

本明細書において説明されている実装形態は、環境の床面を清掃するために使用される自律清掃ロボットの清掃効率をさらに改善することができる。地図上のラベルは、たとえば、環境内の汚れている領域に対応することができる。自律清掃ロボットは、各汚れている領域の状態、たとえば、各汚れている領域の汚れの程度に依存する各汚れている領域に対する動作を選択することができる。より汚れている領域については、この動作により、ロボットがその領域を横断するのにより長い時間を費やすか、その領域を複数回横断するか、または吸引力を高めてその領域を横断することができる。領域の汚れ具合に応じて動作を選択的に開始することによって、ロボットは、環境のより汚れている領域をより効果的に清掃することができる。

【0012】

本明細書において説明されている実装形態は、いくつかの点で、より豊かなユーザ体験をもたらすことができる。第1に、ラベルは、自律移動ロボットの地図の改善された視覚化を提供することができる。これらのラベルは、ロボットおよびユーザが通信するための共通の参照フレームを形成する。ラベルを有しない地図と比較して、本明細書において説明されている地図は、ユーザに提示されたときに、ユーザによってより容易に理解可能で

10

20

30

40

50

あり得る。それに加えて、地図は、ユーザによってロボットがより容易に使用され、制御されることを可能にする。

【0013】

一態様において、方法は、第1の清掃ミッションの遂行中に環境内で自律清掃ロボットによって生成された地図作成データに基づき環境の地図を構築するステップを含む。地図を構築するステップは、地図作成データの一部に関連付けられているラベルを提供するステップを含む。方法は、地図に基づく環境の視覚的表現、およびラベルの視覚的インジケータをリモートコンピューティングデバイスに表示させるステップを含む。方法は、第2の清掃ミッションの遂行中にラベルに関連付けられている動作を自律清掃ロボットに開始させるステップを含む。

10

【0014】

別の態様において、自律清掃ロボットは、環境内の床面上で自律清掃ロボットをサポートする駆動システムを備える。駆動システムは、自律清掃ロボットが床面上を動き回るように構成される。自律清掃ロボットは、自律清掃ロボットが床面上を動き回りながら床面を清掃するための清掃アセンブリと、センサシステムと、駆動システム、清掃アセンブリ、およびセンサシステムに動作可能に接続されているコントローラとを備える。コントローラは、第1の清掃ミッションの遂行中にセンサシステムを使用して環境の地図作成データを作成することと、地図作成データから構築された地図内のラベルに基づき第2の清掃ミッションの遂行中に動作を開始することを含むオペレーションを実行するための命令を実行するように構成される。ラベルは、第1の清掃ミッションの遂行中に生成された地図作成データの一部に関連付けられている。

20

【0015】

別の態様において、モバイルコンピューティングデバイスは、ユーザ入力デバイスと、ディスプレイと、ユーザ入力デバイスおよびディスプレイに動作可能に接続されているコントローラとを備える。コントローラは、ディスプレイを使用して、第1の清掃ミッションの遂行中に環境内で自律清掃ロボットによって生成された地図作成データに基づく環境の視覚的表現、地図作成データの一部に関連付けられているラベルの視覚的インジケータ、およびラベルに関連付けられている環境内の特徴の状態の視覚的インジケータを提示することを含むオペレーションを実行するための命令を実行するように構成される。オペレーションは、第2の清掃ミッションの遂行中に自律清掃ロボットによって生成された地図作成データに基づきラベルの視覚的インジケータおよび特徴の状態の視覚的インジケータを更新することを含む。

30

【0016】

いくつかの実装形態において、ラベルは、地図作成データの一部に関連付けられている環境内の特徴に関連付けられている。環境内の特徴は、第1の状態および第2の状態を含む多数の状態を有することができる。第2の清掃ミッションの遂行中に自律清掃ロボットにラベルに関連付けられている動作を開始させるステップは、第2の清掃ミッションの遂行中に特徴が第1の状態にあることに基づき自律清掃ロボットに動作を開始させるステップを含む。いくつかの実装形態において、特徴は特徴タイプを有する第1の特徴であり、ラベルは第1のラベルであり、地図作成データの一部は地図作成データの第1の部分である。地図を構築するステップは、地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供するステップを含むものとしてよい。第2のラベルは、特徴タイプおよび状態の数を有する環境内の第2の特徴に関連付けられ得る。方法は、リモートコンピューティングデバイスに第2のラベルの視覚的インジケータを提示させるステップを含むことができる。いくつかの実装形態において、方法は、第1の特徴および第2の特徴が各々特徴タイプを有するステップを、第1の特徴の画像および第2の特徴の画像に基づき決定するステップをさらに含む。いくつかの実装形態において、第1の特徴の画像および第2の特徴の画像は、自律清掃ロボットによってキャプチャされる。いくつかの実装形態において、第1の特徴の画像および第2の特徴の画像は、環境内の1つまたは複数の画像キャプチャデバイスによってキャプチャされる。いくつかの実装形態では、方法は、第2の清掃ミッション

40

50

の遂行中に第2の特徴が第1の状態にあることに基づき自律清掃ロボットに動作を開始させるステップをさらに含む。いくつかの実装形態において、動作は第1の動作であり、方法は、第2の清掃ミッションの遂行中に第2の特徴が第2の状態にあることに基づき自律清掃ロボットに第2の動作を開始させるステップをさらに含む。

【0017】

いくつかの実装形態において、第2の清掃ミッションの遂行中に特徴が第1の状態にあることに基づき自律清掃ロボットに動作を開始させるステップは、自律清掃ロボットが特徴が第1の状態にあることを検出したことに応答して自律清掃ロボットに動作を開始させるステップを含む。

【0018】

いくつかの実装形態において、特徴は、環境内の床面の一領域である。第1の状態は、床面の領域の汚れの第1のレベルであってよく、第2の状態は、領域の汚れの第2のレベルであってよい。いくつかの実装形態において、第1の状態に関連付けられている第1の動作における自律清掃ロボットは、第2の状態に関連付けられている第2の動作における領域の清掃の第2の程度より大きい領域内の清掃の第1の程度をもたらす。いくつかの実装形態において、領域は第1の領域であり、ラベルは第1のラベルであり、地図作成データの一部分は地図作成データの第1の部分である。地図を構築することは、地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供することを含むものとしてよい。第2のラベルは、状態の数を有する環境内の第2の領域に関連付けられ得る。いくつかの実装形態において、ラベルは第1のラベルであり、領域は第1の領域である。第1の領域は、環境内の第1の物体に関連付けられ得る。方法は、環境内の第2の物体のタイプが環境内の第1の物体のタイプと同一であることに基づき環境内の第2の領域に関連付けられている第2のラベルを提供するステップをさらに含むことができる。第2の領域は、第2の物体に関連付けられ得る。

【0019】

いくつかの実装形態において、特徴は、環境の第1の部分と環境の第2の部分との間の環境内のドアであり、第1の状態はドアの開いた状態であり、第2の状態はドアの閉じた状態である。いくつかの実装形態において、開いた状態に関連付けられている第1の動作における自律清掃ロボットは、環境の第1の部分から環境の第2の部分に移動する。閉じた状態に関連付けられている第2の動作における自律清掃ロボットは、ドアを検出することができ、ドアを動かして開いた状態にするための命令を提供することができる。いくつかの実装形態では、ドアは開いた状態にあり、第2の清掃ミッションの遂行中に、ドアは閉じた状態にある。いくつかの実装形態において、ドアは第1のドアであり、ラベルは第1のラベルであり、地図作成データの一部分は地図作成データの第1の部分である。地図を構築することは、地図作成データの第2の部分に関連付けられている第2のラベルを提供することを含むものとしてよい。第2のラベルは、状態の数を有する環境内の第2のドアに関連付けられ得る。いくつかの実装形態において、方法は、ユーザが閉じた状態にあるドアを操作して開いた状態にする要求をリモートコンピューティングデバイスに発行させるステップをさらに含む。いくつかの実装形態において、ドアは、電子制御可能なドアである。第2の清掃ミッションの遂行中に特徴が第1の状態にあることに基づき自律清掃ロボットに動作を開始させるステップは、電子制御可能なドアを動かして閉じた状態から開いた状態にするを行わせるためのデータを伝送することを自律清掃ロボットに行わせるステップを含むことができる。

【0020】

いくつかの実装形態において、方法は、特徴の状態を変更する要求をリモートコンピューティングデバイスに発行させることをさらに含む。

【0021】

いくつかの実装形態において、ラベルは、第1の清掃ミッションの遂行中の自律清掃ロボットの第1のナビゲーション動作に関連付けられている環境内の領域に関連付けられる。この動作は、第1のナビゲーション動作に基づき選択された第2のナビゲーション動作で

10

20

30

40

50

あってもよい。いくつかの実装形態において、第1のナビゲーション動作では、自律清掃ロボットは領域を横断しない。自律清掃ロボットは、領域を横断するために第2のナビゲーション動作を開始することができる。いくつかの実装形態において、地図作成データは、第1地図作成データである。ラベルは、第3の清掃ミッションの遂行中に収集された第2の地図作成データの一部に関連付けられ得る。第2の地図作成データの一部は、自律清掃ロボットが領域を横断する第3のナビゲーション動作に関連付けられ得る。第2のナビゲーション動作のパラメータは、第3のナビゲーション動作のパラメータと一致するように選択することができる。いくつかの実装形態において、このパラメータは、自律清掃ロボットの速度、または領域に関する自律清掃ロボットのアプローチ角である。いくつかの実装形態において、第1のナビゲーション動作において、自律清掃ロボットは、領域を通る第1の経路に沿って移動し、第1の経路は、領域への第1の個数の進入点を有する。自律清掃ロボットは、領域を通る第2の経路に沿って移動する第2のナビゲーション動作を開始することができる。第2の経路は、第1の個数の進入点より少ない領域への第2の個数の進入点を有することができる。いくつかの実装形態において、地図作成データは第1の地図作成データであり、方法は、自律清掃ロボットによって生成された第2の地図作成データが領域からの1つまたは複数の障害物の除去を示したことに応答してラベルを削除するステップを含む。

10

【0022】

いくつかの実装形態において、地図は、環境内の複数の電子デバイスによってアクセス可能である。複数の電子デバイスは、自律清掃ロボットを含むことができる。いくつかの実装形態において、自律清掃ロボットは第1の自律清掃ロボットであり、環境内の複数の電子デバイスは第2の自律清掃ロボットを含む。

20

【0023】

いくつかの実装形態において、地図作成データの一部は、環境内の障害物に関連付けられる。方法は、ラベルに基づき、障害物に接触することなく障害物を回避し、障害物を検出することを自律移動ロボットに行わせるステップをさらに含む得る。

【0024】

いくつかの実装形態において、ラベルは、地図作成データの一部に関連付けられている環境内の特徴に関連付けられている。環境内の特徴は、第1の状態および第2の状態を含む多数の状態を有することができる。地図作成データの部分は、特徴の第1の状態に関連付けられ得る。方法は、特徴が第1の状態にあることを示す視覚的インジケータを提示することをリモートコンピューティングデバイスに行わせるステップをさらに含むことができる。いくつかの実装形態において、方法は、特徴が第2の状態にあることを決定したことに応答して、特徴が第2の状態にあることを示す視覚的インジケータを提示することをリモートコンピューティングデバイスに行わせるためのデータを伝送するステップをさらに含む。

30

【0025】

本明細書において説明されている発明対象の1つまたは複数の実装の詳細は、付属の図面および以下の説明で述べられる。他の潜在的な特徴、態様、および利点は、説明、図面および特許請求の範囲から明らかになるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図1B】地図の視覚的表現を示すユーザデバイスの正面図である。

【図2】自律清掃ロボットの断面側面斜視図である。

【図3A】自律清掃ロボットの断面底面斜視図である。

【図3B】自律清掃ロボットの断面上面斜視図である。

【図4】通信ネットワークの図である。

【図5】環境内の特徴、地図作成データ、地図上のラベルの間の関連付けの図である。

【図6】環境内の特徴のインジケータをユーザに提示するため、または環境内の特徴に基

50

づき動作を開始するためのプロセスのブロック図である。

【図7A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図7B】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図7C】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図7D】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図8A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図8B】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図9A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図9B】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図9C】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図9D】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図10A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図10B】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図11A】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図11B】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図11C】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【図11D】自律清掃ロボットを伴う環境の概略上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

様々な図面中の同様の参照番号および名称は同様の要素を示す。

【0028】

自律移動ロボットは、環境内の床面上を動き回るように制御され得る。これらのロボットが床面上を動き回るときに、ロボットは、たとえば、ロボットに付けたセンサを使用して、地図作成データを生成することができ、次いで、地図作成データは、ラベル付き地図を構築するために使用することができる。地図上のラベルは、環境内の特徴に対応するものとしてよい。ロボットは、ラベルに依存し、また環境内の特徴の状態に依存する動作を開始することができる。さらに、ユーザは、ラベル付き地図の視覚的表現を使用して、環境およびロボットを監視することができる。

【0029】

図1Aは、環境20内、たとえば家庭内の床面10上の自律清掃ロボット100の一例を示している。ユーザ30は、ユーザコンピューティングデバイス31を操作して、環境20の地図の視覚的表現40(図1Bに示されている)を見ることができる。ロボット100が床面10上を動き回るときに、ロボット100は、環境20の地図を生成するために使用することができる地図作成データを生成する。ロボット100は、たとえば、ロボット100のコントローラによって自律的に、ユーザコンピューティングデバイス31を操作するユーザ30によって手動で、またはそうでなければ、環境20内の特徴に応答する動作を開始するように制御することができる。たとえば、環境20内の特徴は、ドア50a、50b、汚れている領域52a、52b、52c、および隆起部分54(たとえば、環境20内の部屋と部屋の間の敷居)を含む。ロボット100は、これらの特徴を検出することができる1つまたは複数のセンサを備えることができる。本明細書において説明されているように、これらの特徴のうちの1つまたは複数は、ロボット100によって収集された地図作成データから構築された地図内でラベル付けされ得る。これらの特徴に対するラベルは、ラベルに関連付けられている特定の動作を開始するためにロボット100によって使用され、またユーザ30に提示される地図の視覚的表現上で視覚的に表現され得る。図1Bに示されているように、地図の視覚的表現40は、ドア50a、50bに対するインジケータ62a、62bと、汚れている領域52a、52b、52cに対するインジケータ64a、64b、64cと、隆起部分54に対するインジケータ65とを含む。それに加えて、視覚的表現40は、環境20内の特徴の状態、タイプ、および/または配置のインジケータ66a~66fをさらに含む。たとえば、インジケータ66a~66eは、それぞれ、ドア50a、50b、および汚れている領域52a、52b、52cの現在の状態を示し、インジケータ66a~66fは、それぞれ、ドア50a、50b、汚れている領域52a、52b、52c、および隆

10

20

30

40

50

起部分54の特徴タイプを示す。たとえば、ドア50a、50bのタイプは「ドア」として示され、ドア50a、50bの状態は、それぞれ、「閉じた状態」および「開いた状態」として示されている。汚れている領域52a、52b、52cのタイプは「汚れている領域」として示され、汚れている領域52a、52b、52cの状態は、それぞれ「汚れ度が高い」、「汚れ度が中程度」、および「汚れ度が低い」として示される。

【0030】

例示的な自律移動ロボット

図2および図3A～図3Bは、ロボット100の一例を示している。図2を参照すると、ロボット100は、ロボット100が床面10上を横断するとき床面10からゴミ105を収集する。ロボット100は、環境20(図1Aに示す)内で1つまたは複数の清掃ミッションを遂行して床面10を清掃するために使用可能である。ユーザは、清掃ミッションを開始するコマンドをロボット100に送ることができる。たとえば、ユーザは、開始コマンドを受信すると、清掃ミッションを開始することをロボット100に行わせる開始コマンドを送ることができる。別の例では、ユーザは、スケジュールに示されているスケジュール時間で清掃ミッションを開始することをロボット100に行わせるスケジュールを提供することができる。スケジュールは、ロボット100が清掃ミッションを開始する複数のスケジュール時間を含むことができる。いくつかの実装形態において、単一の清掃ミッションの開始から終了までの間に、ロボット100は、ロボット100を充電する、たとえば、ロボット100のエネルギー貯蔵ユニットを充電するために、清掃ミッションを停止し得る。次いで、ロボット100は、ロボット100が十分に充電された後に清掃ミッションを再開することができる。ロボット100は、ドッキングステーション60(図1Aに示されている)において自動充電することができる。いくつかの実装形態において、ドッキングステーション60は、ロボット100を充電することに加えて、ロボット100がドッキングステーション60にドッキングされたときに、ロボット100からゴミを排出することができる。

【0031】

図3Aを参照すると、ロボット100は、ハウジングインフラストラクチャ108を含む。ハウジングインフラストラクチャ108は、ロボット100の構造周縁を画成することができる。いくつかの例では、ハウジングインフラストラクチャ108は、シャーシ、カバー、底板、およびバンパーアセンブリを含む。ロボット100は、ロボット100が家庭内の家具の下に収まるように小さな外形を有する家庭用ロボットである。たとえば、床面に対するロボット100の高さH1(図2に示されている)は、13センチメートル以下とすることができる。ロボット100はコンパクトでもある。ロボット100の全長L1(図2に示されている)および全幅W1(図3Aに示されている)は、各々30から60センチメートルの間、たとえば、30から40センチメートルの間、40から50センチメートルの間、または50から60センチメートルの間である。全幅W1は、ロボット100のハウジングインフラストラクチャ108の幅に対応するものとしてよい。

【0032】

ロボット100は、1つまたは複数の駆動輪を含む駆動システム110を備える。駆動システム110は、電気回路106の一部を形成する電氣的に駆動される部分を含む1つまたは複数の電気モーターをさらに備える。ハウジングインフラストラクチャ108は、ロボット100内の、少なくとも1つのコントローラ109を含む電気回路106を支持する。

【0033】

駆動システム110は、ロボット100を床面10を横切って推進するように動作可能である。ロボット100は、前方駆動方向Fまたは後方駆動方向Rで推進され得る。ロボット100は、ロボット100が所定の場所でターンするか、または前方駆動方向Fまたは後方駆動方向Rに移動しながらターンするようにも推進され得る。図3Aに示されている例において、ロボット100は、ハウジングインフラストラクチャ108の底部113を貫通する駆動輪112を備える。駆動輪112は、床面10に沿ってロボット100を動かすためにモーター114によって回転される。ロボット100は、ハウジングインフラストラクチャ108の底部113を貫通する受動的キャスターホイール115をさらに備える。キャスターホイール115は動力を与え

10

20

30

40

50

られない。それとともに、駆動輪112およびキャスターホイール115は、床面10の上にハウジングインフラストラクチャ108を支持するように協働する。たとえば、キャスターホイール115は、ハウジングインフラストラクチャ108の後方部分121に沿って配設され、駆動輪112は、キャスターホイール115の前方に配設される。

【0034】

図3Bを参照すると、ロボット100は、実質的に長方形である前方部分122と、実質的に半円形である後方部分121とを備える。前方部分122は、側部表面150、152、前方表面154、およびコーナー表面156、158を含む。前方部分122のコーナー表面156、158は、側部表面150、152を前方表面154に接続する。

【0035】

図2、図3A、および図3Bに示されている例において、ロボット100は、床面10を清掃するように動作可能な清掃アセンブリ116(図3Aに示されている)を備える自律移動床清掃ロボットである。たとえば、ロボット100は、清掃アセンブリ116が床面10からゴミ105(図2に示されている)を取り込むことによって床面10を清掃するように動作可能であるバキュームクリーニングロボットである。清掃アセンブリ116は、ゴミがロボット100によって収集される際に通る清掃入口117を備える。清掃入口117は、ロボット100の中心、たとえば中心162の前方に、また前方部分122の側部表面150、152の間のロボット100の前方部分122に沿って位置決めされる。

【0036】

清掃アセンブリ116は、1つまたは複数の回転可能部材、たとえば、モーター120によって駆動される回転可能部材118を備える。回転可能部材118は、ロボット100の前方部分122を横切って水平方向に延在する。回転可能部材118は、ハウジングインフラストラクチャ108の前方部分122に沿って位置決めされ、ハウジングインフラストラクチャ108の前方部分122の幅の75%から95%、たとえば、ロボット100の全幅W1に対応する幅に沿って延在する。また、図2も参照すると、清掃入口117は、回転可能部材118の間に位置決めされている。

【0037】

図2に示されているように、回転可能部材118は、互いに関して逆方向に回転するローラである。たとえば、回転可能部材118は平行水平軸146、148(図3Aに示されている)の周りで回転可能であり、これにより、床面10上のゴミ105を攪拌し、ゴミ105をロボット100内の清掃入口117に向け、清掃入口117に送り、吸引経路145(図2に示されている)内に送り込む。図3Aを再び参照すると、回転可能部材118は、ロボット100の前方部分122内に完全に収まるように位置決めされ得る。回転可能部材118は、回転可能部材118がハウジングインフラストラクチャ108に関して回転するとき、床面10上のゴミ105と接触し、ゴミ105を回転可能部材118の間の清掃入口117に通し、ロボット100の内部、たとえば、ゴミ箱124(図2に示されている)内に導くエラストマーシールを備える。回転可能部材118は、さらに、床面10と接触し、床面10上のゴミ105を攪拌する。

【0038】

ロボット100は、回転可能部材118の間の清掃入口117を通りゴミ箱124内に入る空気流を発生させるように動作可能なバキュームシステム119を備える。バキュームシステム119は、羽根車と、羽根車を回転させて空気流を発生するためのモーターとを備える。バキュームシステム119は、清掃アセンブリ116と協働して、床面10からゴミ105をゴミ箱124内に引き込む。いくつかの場合において、バキュームシステム119によって発生する空気流は、回転可能部材118の間の隙間を通して床面10上のゴミ105を上に向かってゴミ箱124内に引き込むのに十分な力を発生する。いくつかの実装形態において、回転可能部材118は床面10と接触し、床面10上のゴミ105を攪拌し、それによってゴミ105がバキュームシステム119によって発生した空気流によってより容易に取り込まれることを可能にする。

【0039】

ロボット100は、非水平軸、たとえば、床面10に対して75度から90度の間の角度を成

10

20

30

40

50

す軸の周りで回転するブラシ126をさらに備える。非水平軸は、たとえば、回転可能部材118の長手方向軸に対して75度から90度の間の角度を成す。ロボット100は、ブラシ126を回転させるためにブラシ126に動作可能に接続されているモーター128を備える。

【0040】

ブラシ126は、ブラシ126がロボット100のハウジングインフラストラクチャ108の外周を越えて延在するようにロボット100の前後軸FAから横方向にオフセットされたサイドブラシである。たとえば、ブラシ126は、ロボット100の側部表面150、152のうち的一方を越えて延在することができ、それによって、回転可能部材118が典型的には到達できない床面10の部分、たとえば、ロボット100の直下の床面10の一部の外側の床面10の部分にあるゴミと係合することができるものとしてよい。ブラシ126は、また、ブラシ126もハウジングインフラストラクチャ108の前方表面154を越えて延在するようにロボット100の横軸LAから前方にオフセットされている。図3Aに示されているように、ブラシ126は、ハウジングインフラストラクチャ108の側部表面150、コーナー表面156、および前方表面154を越えて延在する。いくつかの実装形態において、ブラシ126が側部表面150を越えて延在する水平距離D1は、少なくとも、たとえば、0.2センチメートル、たとえば、少なくとも0.25センチメートル、少なくとも0.3センチメートル、少なくとも0.4センチメートル、少なくとも0.5センチメートル、少なくとも1センチメートル、またはそれ以上である。ブラシ126は、ブラシ126が床面10上のゴミ105と容易に係合できるように回転中に床面10と接触するように位置決めされる。

【0041】

ブラシ126は、ロボット100が移動するときに床面10上のゴミをブラシで清掃アセンブリ116の清掃経路内に送り込む方式で非水平軸の周りで回転可能である。たとえば、ロボット100が前方駆動方向Fに移動している例では、ブラシ126は、ブラシ126が接触するゴミが清掃アセンブリの方へ、また前方駆動方向Fで清掃アセンブリ116の前にある床面10の一部の方へ移動するように(ロボット100の上の視点から見たときに)時計回り方向に回転可能であり。その結果、ロボット100が前方駆動方向Fに移動するときにロボット100の清掃入口117はブラシ126によって掃かれたゴミを回収することができる。ロボット100が後方駆動方向Rに移動する例では、ブラシ126は、ブラシ126が接触するゴミが後方駆動方向Rで清掃アセンブリ116の背後の床面10の一部の方へ移動するように(ロボット100の上の視点から見たときに)反時計回り方向に回転可能である。その結果、ロボット100が後方駆動方向Rに移動するときにロボット100の清掃入口117はブラシ126によって掃かれたゴミを回収することができる。

【0042】

電気回路106は、コントローラ109に加えて、たとえばメモリ記憶素子144と、1つまたは複数の電気センサを有するセンサシステムとを含む。センサシステムは、本明細書において説明されているように、ロボット100の現在の配置を示す信号を生成することができ、ロボット100が床面10に沿って移動する際にロボット100の配置を示す信号を生成することができる。コントローラ109は、本明細書において記載されているように1つまたは複数のオペレーションを実行するための命令を実行するように構成されている。メモリ記憶要素144は、コントローラ109によってアクセス可能であり、ハウジングインフラストラクチャ108内に配設されている。1つまたは複数の電気センサは、ロボット100の環境20内の特徴を検出するように構成される。たとえば、図3Aを参照すると、センサシステムは、ハウジングインフラストラクチャ108の底部部分113に沿って配設されているクリフセンサ134を備える。クリフセンサ134の各々は、光学センサであり、これは床面10などの光学センサの下にある物体の有無を検出することができる。したがって、クリフセンサ134は、クリフセンサ134が配設されているロボット100の一部分の下のドロップオフおよびクリフなどの障害物を検出し、しかるべくロボットを方向転換することができる。

【0043】

図3Bを参照すると、センサシステムは、ロボット100の近くにある床面10に沿った物体を検出することができる1つまたは複数の近接センサを備える。たとえば、センサシス

10

20

30

40

50

テムは、ハウジングインフラストラクチャ108の前方表面154に近接して配設されている近接センサ136a、136b、136cを備えることができる。近接センサ136a、136b、136cの各々は、ハウジングインフラストラクチャ108の前方表面154から外側に向いている光学センサを備え、光学センサの前にある物体の有無を検出することができる。たとえば、検出可能な物体は、ロボット100の環境20内の家具、壁、人、および他の物体などの障害物を含む。

【0044】

センサシステムは、バンパー138と、バンパー138と環境20内の障害物との間の接触を検出する1つまたは複数のバンブセンサを含むバンパーシステムを備える。バンパー138は、ハウジングインフラストラクチャ108の一部を成す。たとえば、バンパー138は、側部表面150、152さらには前方表面154を形成することができる。センサシステムは、たとえば、バンブセンサ139a、139bを備えることができる。バンブセンサ139a、139bは、ロボット100、たとえばバンパー138と環境20内の物体との間の接触を検出することができるブレークビームセンサ、静電容量センサ、または他のセンサを含み得る。いくつかの実装形態において、バンブセンサ139aは、ロボット100の前後軸FA(図3Aに示されている)に沿ったバンパー138の動きを検出するために使用することができ、バンブセンサ139bは、ロボット100の横軸LA(図3Aに示されている)に沿ったバンパー138の動きを検出するために使用することができる。近接センサ136a、136b、136cは、ロボット100が物体に接触する前に物体を検出ことができ、バンブセンサ139a、139bは、たとえば、ロボット100が物体に接触したことに応答して、バンパー138に接触する物体を検出することができる。

【0045】

センサシステムは、1つまたは複数の障害物追従センサを備える。たとえば、ロボット100は、側部表面150に沿って障害物追従センサ141を備えることができる。障害物追従センサ141は、ハウジングインフラストラクチャ108の側部表面150から外側に向いている光学センサを含み、これはハウジングインフラストラクチャ108の側部表面150に隣接する物体の有無を検出することができる。障害物追従センサ141は、ロボット100の前方駆動方向Fに垂直であり、ロボット100の側部表面150に垂直である方向に光ビームを水平に放射することができる。たとえば、検出可能な物体は、ロボット100の環境20内の家具、壁、人、および他の物体などの障害物を含む。いくつかの実装形態において、センサシステムは、側部表面152に沿って障害物追従センサを備えることができ、障害物追従センサは、側部表面152に隣接する物体の有無を検出することができる。側部表面150に沿った障害物追従センサ141は右障害物追従センサであり、側部表面152に沿った障害物追従センサは左障害物追従センサである。障害物追従センサ141を含む、1つまたは複数の障害物追従センサは、たとえば、本明細書において説明されている近接センサに類似する、障害物検出センサとしても働き得る。これに関して、左障害物追従センサは、ロボット100の左側にある物体、たとえば障害物面とロボット100との間の距離を決定するために使用することができ、右障害物追従センサは、ロボット100の右側にある物体、たとえば障害物面とロボット100との間の距離を決定するために使用することができる。

【0046】

いくつかの実装形態において、近接センサ136a、136b、136c、および障害物追従センサ141の少なくとも一部は、各々、光学エミッタおよび光学検出器を含む。光学エミッタは、ロボット100から外側に、たとえば、水平方向で外側に、光ビームを放射し、光学検出器は、ロボット100の近くにある物体から反射された光ビームの反射を検出する。ロボット100は、たとえば、コントローラ109を使用して、光ビームの飛行時間を決定し、それによって、光学検出器と物体との間の距離、したがって、ロボット100と物体との間の距離を決定することができる。

【0047】

いくつかの実装形態において、近接センサ136aは、光学検出器180と、複数の光学エミッタ182、184とを備える。光学エミッタ182、184の一方は、光ビームを外側におよび

10

20

30

40

50

下側に向けるように位置決めされ、光学エミッタ182、184の他方は、光ビームを外側におよび上側に向けるように位置決めされ得る。光学検出器180は、光ビームの反射または光ビームからの散乱を検出することができる。いくつかの実装形態において、光学検出器180は、イメージセンサ、カメラ、または光信号を感知するためのいくつかの他のタイプの検出デバイスである。いくつかの実装形態において、光ビームは、ロボット100の前方の垂直平面に沿って水平線を照射する。いくつかの実装形態において、光学エミッタ182、184は、各々、1つまたは複数の障害物表面上にドットの1次元グリッドが現れるように障害物表面に向かって外側へ扇形のビームを放射する。ドットの一次元格子は、水平方向に延在する線上に位置決めすることができる。いくつかの実装形態において、ドットの格子は、複数の障害物表面、たとえば、互いに隣接する複数の障害物表面を横切って延在し得る。光学検出器180は、光学エミッタ182によって形成されたドットの格子と、光学エミッタ184によって形成されたドットの格子とを表す画像をキャプチャすることができる。画像内のドットのサイズに基づき、ロボット100は、光学検出器180に関する、たとえばロボット100に関する、ドットが出現する物体の距離を決定することができる。ロボット100は、ドットの各々についてこの決定を行うことができ、したがってこれにより、ロボット100はドットが出現する物体の形状を決定することができる。それに加えて、複数の物体がロボット100の前にある場合、ロボット100は、物体の各々の形状を決定することができる。いくつかの実装形態において、物体は、ロボット100のすぐ前にある床面10の一部から横方向にオフセットされる1つまたは複数の物体を含むことができる。

10

【0048】

20

センサシステムは、ハウジングインフラストラクチャ108の頂部142の方へ向けられた画像キャプチャデバイス140、たとえば、カメラをさらに備える。画像キャプチャデバイス140は、ロボット100が床面10上を動き回るとともにロボット100の環境20のデジタル画像を生成する。画像キャプチャデバイス140は、上向き方向に、たとえば、ロボット100がナビゲートする床面10から、30度から80度までの間の角度を付けられる。カメラは、上向きに角度を付けられたときに、壁面上の物体に対応する特徴が定位のために使用され得るように環境20の壁面の画像をキャプチャすることができる。

【0049】

コントローラ109が、ミッションをロボット100に実行させるときに、コントローラ109は、モーター114を操作して駆動輪112を駆動し、ロボット100を床面10に沿って推進させる。それに加えて、コントローラ109はモーター120を操作して回転可能部材118を回転させ、モーター128を操作してブラシ126を回転させ、バキュームシステム119のモーターを操作して空気流を発生させる。ロボット100に様々なナビゲーションおよび清掃動作を実行させるために、コントローラ109は、ロボット100の様々なモーターを操作することによってロボット100に実行させる、メモリ記憶素子144上に記憶されているソフトウェアを実行する。コントローラ109は、ロボット100の様々なモーターを操作してロボット100に動作を実行させる。

30

【0050】

センサシステムは、ロボット100が移動した距離を追跡するためのセンサをさらに備えることができる。たとえば、センサシステムは、駆動輪112に対するモーター114に関連付けられているエンコーダを備えることができ、これらのエンコーダは、ロボット100が移動した距離を追跡することができる。いくつかの実装形態において、センサシステムは、床面の方へ下側に向いている光学センサを備える。光学センサは、光学式マウスセンサであってよい。たとえば、光学センサは、光をロボット100の底面に通し床面10に向けるように位置決めすることができる。光学センサは、光の反射を検出ことができ、ロボット100が床面10に沿って移動するときの床の特徴の変化に基づきロボット100が移動した距離を検出することができる。

40

【0051】

コントローラ109は、センサシステムのセンサによって収集されたデータを使用して、ミッションの遂行中のロボット100のナビゲーション動作を制御する。たとえば、コント

50

ローラ109は、ロボット100の障害物検出センサ、たとえば、クリフセンサ134、近接センサ136a、136b、136c、およびバンプセンサ139a、139bによって収集されたセンサデータを使用して、ロボット100がミッションの遂行中にロボット100の環境20内の障害物を回避することを可能にする。

【0052】

センサデータは、コントローラ109がセンサデータによって表される環境20の特徴を抽出し、環境20の床面10の地図を構築する同時自己位置推定環境地図作成(SLAM)技術のためにコントローラ109によって使用され得る。画像キャプチャデバイス140によって収集されたセンサデータは、コントローラ109が環境20内の物体に対応する視覚的特徴を抽出し、これらの視覚的特徴を使用して地図を構築するビジョンベースSLAM(VSLAM)などの技術に使用することができる。コントローラ109がミッションの遂行中にロボット100を床面10上で動き回るように指示するときに、コントローラ109はSLAM技術を使用して、収集されたセンサデータで表現される特徴を検出し、それらの特徴を以前に記憶した特徴と比較することによって、地図内のロボット100の配置を決定する。センサデータから形成された地図は、環境20内の横断可能な空間および横断可能でない空間の配置を示すことができる。たとえば、障害物の配置は横断可能でない空間として地図上に示され、床の空き空間の配置は横断可能な空間として地図上に示される。

【0053】

センサのどれかによって収集されたセンサデータは、メモリ記憶素子144内に記憶され得る。それに加えて、地図を形成する地図作成データを含む、SLAM技術に対して生成された他のデータは、メモリ記憶素子144内に記憶され得る。ミッションの遂行中に生成されるこれらのデータは、ミッションの遂行中に生成され、さらなるミッションの遂行中に使用可能である、永続的データを含むことができる。たとえば、ミッションは第1のミッションであってよく、さらなるミッションは第1のミッションの後に行われる第2のミッションであってよい。ロボット100にその動作を実行させるためのソフトウェアを記憶することに加えて、メモリ記憶要素144は、一方のミッションから別のミッションへの間にコントローラ109によってアクセスされるセンサデータ、またはセンサデータの処理の結果として得られるデータを記憶する。たとえば、地図は、床面10を動き回るロボット100をナビゲートするために一方ミッションから別のミッションへの間にロボット100のコントローラ109によって使用可能であり更新可能である永続的地図である。

【0054】

永続的地図を含む、永続的データは、ロボット100が床面10を効率的に清掃することを可能にする。たとえば、永続的地図により、コントローラ109はロボット100を空いている床空間の方へ誘導し、横断可能でない空間を回避することができる。さらに、その後のミッションのために、コントローラ109は、永続的地図を使用してミッションの遂行中にとった経路を最適化することで環境20を通るロボット100のナビゲーションを計画することができる。

【0055】

センサシステムは、環境20の床面10上のゴミを検出することができるゴミ検出センサ147をさらに備えることができる。ゴミ検出センサ147は、環境20の床面10の他の部分よりも汚れている環境20の床面10の部分を検出するために使用することができる。いくつかの実装形態において、ゴミ検出センサ147(図2に示されている)は、吸引経路145を通過するゴミの量、またはゴミの速度を検出することができる。ゴミ検出センサ147は、ゴミが吸引経路145を通過するときにゴミを検出するように構成されている光学センサであってよい。代替的に、ゴミ検出センサ147は、ゴミが吸引経路145の壁に衝突したときにゴミを検出する圧電センサであってよい。いくつかの実装形態において、ゴミ検出センサ147は、ゴミがロボット100によって吸引経路145に取り込まれる前にゴミを検出する。ゴミ検出センサ147は、たとえば、ロボット100の前方の床面10の一部の画像をキャプチャする画像キャプチャデバイスであってよい。次いで、コントローラ109は、これらの画像を使用して、床面10のこの部分にゴミが存在することを検出することができる。

【0056】

ロボット100は、ワイヤレスランシーバ149(図3Aに示されている)をさらに備えることができる。ワイヤレスランシーバ149は、ロボット100が通信ネットワーク(たとえば、図4に関して本明細書において説明されている通信ネットワーク185)とワイヤレス方式でデータを伝達することを可能にする。ロボット100は、ワイヤレスランシーバ149を使用してデータを送受信することができ、たとえば、地図を表すデータを受信し、ロボット100によって収集された地図作成データを表すデータを伝送することができる。

【0057】

例示的な通信ネットワーク

図4を参照すると、例示的な通信ネットワーク185が図示されている。通信ネットワーク185のノードは、ロボット100、モバイルデバイス188、自律移動ロボット190、クラウドコンピューティングシステム192、およびスマートデバイス194a、194b、194cを含む。ロボット100、モバイルデバイス188、ロボット190、およびスマートデバイス194a、194b、194cは、ネットワーク接続デバイス、すなわち、通信ネットワーク185に接続されているデバイスである。通信ネットワーク185を使用して、ロボット100、モバイルデバイス188、ロボット190、クラウドコンピューティングシステム192、およびスマートデバイス194a、194b、194cは、互いに通信して、互いにデータを送信し、互いにデータを受信することができる。

【0058】

いくつかの実装形態において、ロボット100、ロボット190、またはロボット100とロボット190の両方が、クラウドコンピューティングシステム192を通じてモバイルデバイス188と通信する。代替的またはそれに加えて、ロボット100、ロボット190、またはロボット100とロボット190の両方は、モバイルデバイス188と直接通信する。ワイヤレスネットワーク(たとえば、Bluetooth、高周波、光ベースなど)およびネットワークアーキテクチャ(たとえば、メッシュネットワーク)の様々なタイプおよび組合せが、通信ネットワーク185に採用されてよい。

【0059】

いくつかの実装形態において、ユーザコンピューティングデバイス31(図1Aに示されている)は、モバイルデバイス188の一種である。図4に示されているようなモバイルデバイス188は、クラウドコンピューティングシステム192にリンクすることができ、ユーザ30がモバイルデバイス188に入力を行うことを可能にすることができるリモートデバイスであってよい。モバイルデバイス188は、たとえば、タッチスクリーンディスプレイ、ボタン、マイクロフォン、マウス、キーボード、またはユーザ30によって提供される入力に回答する他のデバイスのうちの1つまたは複数などのユーザ入力要素を含むことができる。モバイルデバイス188は、代替的またはそれに加えて、ユーザ30がユーザ入力を行うためにインタラクティブに操作する没入型メディア(たとえば、仮想現実)を含む。これらの場合において、モバイルデバイス188は、たとえば、仮想現実ヘッドセットまたはヘッドマウントディスプレイである。ユーザは、モバイルデバイス188に対してコマンドに対応する入力を行うことができる。このような場合に、モバイルデバイス188は、ロボット100にコマンド信号を伝送することをクラウドコンピューティングシステム192に行わせる信号をクラウドコンピューティングシステム192に伝送する。いくつかの実装形態において、モバイルデバイス188は、拡張現実画像を提示することができる。いくつかの実装形態において、モバイルデバイス188は、スマートフォン、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピューティングデバイス、または他のモバイルデバイスである。

【0060】

いくつかの実装形態において、通信ネットワーク185は、追加のノードを備えることができる。たとえば、通信ネットワーク185のノードは、追加のロボットを含むことができる。代替的にまたはそれに加えて、通信ネットワーク185のノードは、ネットワーク接続デバイスを含むことができる。いくつかの実装形態において、ネットワーク接続デバイスは、環境20に関する情報を生成することができる。ネットワーク接続デバイスは、環境2

10

20

30

40

50

0の特徴を検出するための1つまたは複数のセンサ、たとえば、音響センサ、画像キャプチャシステム、または特徴が抽出され得る信号を生成する他のセンサを含むことができる。ネットワーク接続デバイスは、ホームカメラ、スマートセンサ、および同様のものを含むことができる。

【0061】

図4に示されている通信ネットワーク185および通信ネットワーク185の他の実装形態において、無線リンクは、Bluetoothクラス、Wi-Fi、BLEとも呼ばれるBluetooth-low-energy、802.15.4、Worldwide Interoperability for Microwave Access(WiMAX)、赤外線チャネル、または衛星バンドなどの、様々な通信方式、プロトコルなどを利用し得る。いくつかの場合において、無線リンクは、限定はしないが、1G、2G、3G、または4Gとして認められる規格を含む、モバイルデバイス間で通信するために使用される任意のセルラーネットワーク規格を含む。ネットワーク規格は、利用される場合、たとえば、国際電気通信連合によって維持されている仕様などの仕様または規格を満たすことによって1つまたは複数の世代の移動体通信規格として認められる。3G規格は、利用される場合、たとえば、International Mobile Telecommunications-2000(IMT-2000)仕様に対応し、4G規格は、International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)仕様に対応するものとしてよい。セルラーネットワーク規格の例は、AMPS、GSM、GPRS、UMTS、LTE、LTE Advanced、Mobile WiMAX、およびWiMAX-Advancedを含む。セルラーネットワーク規格では、様々なチャネルアクセス方法、たとえば、FDMA、TDMA、CDMA、またはSDMAを使用し得る。

【0062】

スマートデバイス194a、194b、194cは、通信ネットワーク185内のノードである環境内の電子デバイスである。いくつかの実装形態において、スマートデバイス194a、194b、194cは、環境を監視するのに適したセンサ、環境の占有者を監視するのに適したセンサ、ロボット100のオペレーションを監視するのに適したセンサを備える。これらのセンサは、たとえば、イメージセンサ、占有センサ、環境センサ、および同様のものを含むことができる。スマートデバイス194a、194b、194cのイメージセンサは、可視光、赤外線カメラ、電磁スペクトルの他の部分を使用するセンサなどを含むことができる。スマートデバイス194a、194b、194cは、通信ネットワーク185を通じてこれらのイメージセンサによって生成された画像を伝送する。スマートデバイス194a、194b、194cの占有センサは、たとえば、受動的もしくは能動的な透過型または反射型の赤外線センサ、光、ソナー、または高周波を使用する飛行時間型もしくは三角測量距離センサ、占有に特徴的な音もしくは音圧を認識するためのマイクロフォン、空気流センサ、カメラ、十分に強い受信信号強度について周波数および/またはWiFi周波数を監視するための無線受信機もしくはトランシーバ、自然照明および人工照明を含む周囲光を検出することができる光センサ、および/またはユーザ30もしくは環境内の別の占有者の存在を検出するための他の適切なセンサのうちの1つまたは複数を含む。占有センサは、代替的にまたはそれに加えて、ユーザ30の動きまたはロボット100の動きを検出する。占有センサがロボット100の動きに十分に敏感である場合、スマートデバイス194a、194b、194cの占有センサは、ロボット100の動きを示す信号を生成する。スマートデバイス194a、194b、194cの環境センサは、電子温度計、気圧計、湿度または水分センサ、ガス検出器、浮遊微粒子カウンタなどを含むことができる。スマートデバイス194a、194b、194cは、スマートデバイス194a、194b、194c内に存在するイメージセンサ、占有センサ、環境センサ、および他のセンサの組合せからのセンサ信号をクラウドコンピューティングシステム192に伝送する。これらの信号は、ロボット100のオペレーションを制御または監視するために本明細書において説明されているプロセスを実行するクラウドコンピューティングシステム192に対する入力データとして働く。

【0063】

いくつかの実装形態において、スマートデバイス194a、194b、194cは、電子的に制御可能である。スマートデバイス194a、194b、194cは、複数の状態を含むことができ

、通信ネットワーク185内の別のノード、たとえば、ユーザ30、ロボット100、ロボット190、または別のスマートデバイスからのコマンドにตอบสนองして特定の状態に置かれるものとしてよい。スマートデバイス194a、194b、194cは、たとえば、開いた状態と閉じた状態とを有する電子制御可能なドア、オン状態、オフ状態、および/もしくは明るさが変化する複数の状態を有するランプ、環境の各レベルに対応する状態を有するエレベータ、または異なる状態に置くことができる他のデバイスを含むことができる。

【0064】

例示的な地図

本明細書において説明されているように、環境20の地図195は、通信ネットワーク185の様々なノードによって収集されたデータに基づき構築され得る。図5も参照すると、地図195は、環境20内の特徴1...Nに関連付けられている複数のラベル1...Nを含み得る。地図作成データ197が生成され、地図作成データ197の一部、すなわちデータ1...Nは、それぞれ、環境20内の特徴1...Nに関連付けられる。次いで、ネットワーク接続デバイス1...Mは、地図195にアクセスし、地図195上のラベル1...Nを使用して、デバイス1...Mのオペレーションを制御することができる。

【0065】

環境20は、複数の特徴、すなわち特徴1...Nを含むことができる。いくつかの実装形態において、特徴1...Nの各々は、対応する現在の状態およびタイプを有する。たとえば、特徴は、多数の状態から選択された現在の状態にあるものとしてよい。特徴は、また、同じタイプを有する他の特徴と共有され得るタイプを有する。いくつかの実装形態において、特徴は、特徴の現在の状態が、たとえば、1ヶ月、1年、複数年などの期間にわたって一般的に変化しない恒久的な状態であり得るタイプを有することができる。たとえば、第1の特徴のタイプは「床タイプ」であってよく、第1の特徴の状態は「カーペット」であってよい。また、環境内の第2の特徴は「床タイプ」に対応するタイプを有してもよく、この第2の特徴の状態は「硬材」であってよい。そのような実装形態において、第1の特徴および第2の特徴は、同じタイプを有するが、異なる状態を有する。いくつかの実装形態において、特徴は、特徴の現在の状態が、一般に、より短い期間、たとえば1時間もしくは1日の間に变化する一時的な状態であり得るタイプを有することができる。たとえば、第1の特徴のタイプは「ドア」であってよく、第1の特徴の現在の状態は「閉じている」であってよい。第1の特徴は「開いている」状態に置かれるように操作され、そのようなオペレーションは、一般的に、より短い期間にわたって行われ得る。第2の特徴は、「ドア」に対応するタイプを有することもできる。同じタイプの特徴は、同じ可能な状態を有することができる。たとえば、第2の特徴の可能な状態、たとえば「開いている」および「閉じている」は、第1の特徴の状態と同一であり得る。いくつかの実装形態において、「ドア」タイプを有する特徴について、3つまたはそれ以上の状態、たとえば、「閉じている」、「閉じてロックされている」、「少し開いている」、「開いている」、などがあり得る。

【0066】

地図作成データ197は、環境20内の特徴1...Nを示すデータを表す。地図作成データ197のデータの集合1...N個は、環境20内の特徴1...Nの現在の状態およびタイプを示すものとしてよい。地図作成データ197は、環境の幾何学的形状を示すことができる。たとえば、地図作成データ197は、部屋のサイズ(たとえば、部屋の面積もしくは容積)、部屋の寸法(たとえば、部屋の幅、長さ、もしくは高さ)、環境のサイズ(たとえば、環境の面積もしくは容積)、環境の寸法(たとえば、部屋の幅、長さ、もしくは高さ)、部屋の形状、環境の形状、部屋の縁の形状(たとえば、部屋の横断可能な領域と部屋の横断可能でない領域との間の境界を画成する縁)、環境の縁の形状(たとえば、環境の横断可能な領域と横断可能でない領域との間の境界を画成する縁)、および/または部屋もしくは環境の他の幾何学的特徴を示すものとしてよい。地図作成データ197は、環境内の物体を示すことができる。たとえば、地図作成データ197は、物体の配置、物体のタイプ、物体のサイズ、床面上の物体のフットプリント、物体が環境内の1つもしくは複数のデバイスに対する障害物であるかどうか、および/または環境内の物体の他の特徴を示すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

地図作成データ197は、環境20内の異なるデバイスによって生成され得る。いくつかの実装形態において、単一の自律移動ロボットが、ロボット上のセンサを使用して地図作成データ197のすべてを生成する。いくつかの実装形態において、2つまたはそれ以上の自律移動ロボットが地図作成データ197のすべてを生成する。いくつかの実装形態において、2つ以上のスマートデバイスが地図作成データ197のすべてを生成する。これらのスマートデバイスのうちの1つまたは複数は、自律移動ロボットを含むことができる。いくつかの実装形態において、ユーザ、たとえばユーザ30は、地図作成データ197を生成するための入力を提供する。たとえば、ユーザは、地図作成データ197を生成するために、モバイルデバイス、たとえば、モバイルデバイス188を操作することができる。いくつかの実装形態において、ユーザは、環境20のレイアウトを示す画像をアップロードするようにモバイルデバイスを操作することができ、その画像は、地図作成データ197を生成するために使用され得る。いくつかの実装形態において、ユーザは、環境20のレイアウトを示す入力を提供することができる。たとえば、ユーザは、たとえば、モバイルデバイスのタッチスクリーンを使用して、環境20のレイアウトを描くことができる。いくつかの実装形態において、地図作成データ197の少なくとも一部を生成するために使用されるスマートデバイスは、センサを含む環境20内のデバイスを含むことができる。たとえば、デバイスは、モバイルデバイス、たとえば、モバイルデバイス188を含むことができる。イメージキャプチャデバイス、ジャイロスコープ、全地球測位システム(GPS)センサ、モーションセンサ、および/またはモバイルデバイス上の他のセンサは、地図作成データ197を生成するために使用することができる。地図作成データ197は、モバイルデバイス188を携帯するユーザが環境20内を動き回るとき生成され得る。いくつかの実装形態において、ユーザは、環境20の画像をキャプチャするためにモバイルデバイス188を操作し、その画像は、地図作成データ197を生成するために使用することができる。

10

20

【 0 0 6 8 】

地図195は、地図作成データ197に基づき構築され、特徴1...Nを示すデータを含む。特に、データの集合1...Nは、それぞれ、ラベル1...Nに対応する。いくつかの実装形態において、データの集合1...Nは、環境20内のデバイス上のセンサを使用して生成されたセンサデータに対応する。たとえば、自律移動ロボット(たとえば、ロボット100またはロボット190)は、データの集合1...Nのうちのいくつかを生成するセンサシステムを備えることができる。代替的にまたはそれに加えて、自律移動ロボット以外のスマートデバイスは、データの集合1...Nのうちのいくつかを生成するセンサシステムを備えることができる。たとえば、スマートデバイスは、環境20の画像をキャプチャすることができる画像キャプチャデバイスを備えることができる。画像は、地図作成データとして働くことができ、したがって、データの集合1...Nのうちのいくつかを構成することができる。いくつかの実装形態において、データの集合1...Nのうちの1つまたは複数は、環境20内の複数のデバイスによって収集されたデータに対応することができる。たとえば、データの1つの集合は、第1のデバイス、たとえば、スマートデバイスまたは自律移動ロボットによって収集されたデータと、第2のデバイス、たとえば、別のスマートデバイスまたは別の自律移動ロボットによって収集されたデータとの組合せに対応することができる。データのこの1つの集合は、マップ195上の単一のラベルに関連付けられ得る。

30

40

【 0 0 6 9 】

地図195は、環境20内の様々なデバイスによって使用可能なデータに対応し、これでこれらのデバイスのオペレーションを制御する。地図195は、環境20内のデバイス、たとえば、自律移動ロボットの動作を制御するために使用することができる。地図195は、デバイスを通じて、たとえば、モバイルデバイスを通じて、ユーザにインジケータを提供するためにも使用することができる。本明細書において説明されているように、地図195は、ラベル1...Nを付けることができ、これらのラベル1...Nは、動作およびオペレーションを制御するために環境20内のデバイスの一部または全部によって各々使用可能であり得る。地図195は、ラベル1...Nに関連付けられている特徴1...Nの状態を表すデータをさらに含

50

む。

【0070】

本明細書において説明されているように、地図195は、地図作成データ197に基づきラベルを付けることができる。この点で、複数のデバイスが地図作成データ197を生成する実装形態では、ラベル1...Nは、異なるデバイスからのデータに基づき提供され得る。たとえば、一方のラベルは、一方のデバイスによって収集された地図作成データによって地図195上に提示され得るが、他方のラベルは、他方のデバイスによって収集された地図作成データによって地図195上に提示され得る。

【0071】

いくつかの実装形態において、ラベル1...Nを有する地図195は、環境20内のデバイスから離れている1つまたは複数のサーバ上に記憶され得る。図4に示されている例では、クラウドコンピューティングシステム192は、地図195をホストすることができ、通信ネットワーク185内のデバイスの各々は、地図195にアクセスすることができる。通信ネットワーク185に接続されているデバイスは、クラウドコンピューティングシステム192から地図195にアクセスし、地図195を使用してオペレーションを制御することができる。いくつかの実装形態において、通信ネットワーク185に接続されている1つまたは複数のデバイスは、地図195に基づき局所的地図を生成することができる。たとえば、ロボット100、ロボット190、モバイルデバイス188、およびスマートデバイス194a、194b、194cは、地図195に基づき生成された地図196a~196fを含むことができる。地図196a~196fは、いくつかの実装形態では、地図195のコピーであってよい。いくつかの実装形態において、地図196a~196fは、ロボット100、ロボット190、モバイルデバイス188、およびスマートデバイス194a、194b、194cのオペレーションに関する地図195の一部を含むことができる。たとえば、地図196a~196fの各々は、地図195上のラベル1...Nの部分集合を含むものとしてよく、各部分集合は地図196a~196fを使用している特定のデバイスに関するラベルの集合に対応する。

【0072】

地図195は、環境20内のデバイスの各々によって使用可能である単一のラベル付き地図の利点を提供することができる。環境20内のデバイスが矛盾する情報を含む可能性のある別個の地図を生成するのではなく、むしろ、デバイスはデバイスの各々によってアクセス可能である地図195を参照し得る。デバイスの各々は、局所的地図、たとえば地図196a~196fを使用してもよいが、局所的地図は、地図195が更新されるときに更新され得る。地図196a~196f上のラベルは、地図195上のラベル1...Nと一致している。これに関して、ロボット100、ロボット190、モバイルデバイス188、およびスマートデバイス194a、194b、194cによって収集されたデータは、地図195を更新するために使用することができる。地図195への任意の更新は、更新されるラベルを含む地図196a~196fの各々上のラベル1...Nを更新するために容易に使用することができる。たとえば、ロボット190は、地図195上のラベル1...Nを更新するために使用される地図作成データを生成することができ、地図195上のラベル1...Nへのこれらの更新は、ロボット100の地図196a上のラベルに伝搬され得る。同様に、別の例では、スマートデバイス194a、194b、194cが地図作成データを生成するためのセンサを備える実装形態において、スマートデバイス194a、194b、194cは、地図195上のラベルを更新するために使用される地図作成データを生成することができる。地図195、196a~196f上のラベルは互いに一致しているので、地図195上のこれらのラベルへの更新は、たとえば、ロボット100の地図196aおよびロボット190の地図196bに容易に伝搬することができる。

【0073】

デバイス1...Mは、ラベル1...Nのうちの少なくともいくつかを含む地図195の少なくとも一部を受信することができる。いくつかの実装形態において、デバイス1...Mのうちの1つまたは複数は、自律移動ロボット、たとえば、ロボット100である。ロボットは、ラベル1...Nのうちの1つに関連付けられている動作を開始することができる。ロボットは、ラベル1...Nの部分集合を受信し、部分集合内の各ラベルに関連付けられている対応する動作

10

20

30

40

50

を開始することができる。ラベル1...Nは、環境20内の特徴1...Nに関連付けられているので、ロボットによって開始される動作は、特徴に反応することができ、たとえば、特徴を回避し、特徴に関する特定の経路を辿り、ロボットが特徴に近いときに特定のナビゲーション動作を使用し、ロボットが特徴に近いか、または特徴上にあるときに特定の清掃動作を使用することができる。それに加えて、ロボットによって受信された地図の一部は、特徴の状態またはタイプを示すことができる。ロボットは、したがって、特徴、特徴の現在の状態、特徴のタイプ、またはそれらの組合せに応答する特定の動作を開始することができる。

【0074】

いくつかの実装形態において、デバイスのうちの1つまたは複数は、モバイルデバイス、たとえば、モバイルデバイス188である。モバイルデバイスは、ラベル1...Nの部分集合を受信し、ラベル1...Nの部分集合に基づきユーザにフィードバックを提供することができる。モバイルデバイスは、ラベル1...Nを示す聴覚的、触覚的、または視覚的インジケータを提示することができる。モバイルデバイスによって提示されるインジケータは、特徴の配置、特徴の現在の状態、および/または特徴のタイプを指示することができる。

10

【0075】

図5に示されている例において、デバイス1は、地図195の少なくとも一部と、ラベル1およびラベル2を表すデータとを受信する。デバイス1は、ラベル3...Nを表すデータを受信しない。デバイス2も、地図195の少なくとも一部を受信する。デバイス1と同様に、デバイス2も、ラベル2を表すデータを受信する。デバイス1とは異なり、デバイス2は、ラベル3を表すデータを受信する。最後に、デバイスMは、地図195の少なくとも一部とラベルNを表すデータとを受信する。

20

【0076】

例示的なプロセス

ロボット100、ロボット190、モバイルデバイス188、およびスマートデバイス194a、194b、194cは、本明細書において説明されているプロセスによるいくつかの方式で制御され得る。これらのプロセスのいくつかのオペレーションは、ロボット100によって、ユーザによって、コンピューティングデバイスによって、または他の動作主体によって実行されると説明され得るが、これらのオペレーションは、いくつかの実装形態では、説明されているとは異なる動作主体によって実行されてもよい。たとえば、ロボット100によって実行されるオペレーションは、いくつかの実装形態において、クラウドコンピューティングシステム192によって、または別のコンピューティングデバイス(または複数のコンピューティングデバイス)によって実行され得る。他の例では、ユーザ30によって実行されるオペレーションは、コンピューティングデバイスによって実行され得る。いくつかの実装形態において、クラウドコンピューティングシステム192は、いかなるオペレーションも実行しない。むしろ、他のコンピューティングデバイスは、クラウドコンピューティングシステム192によって実行されると説明されているオペレーションを実行し、これらのコンピューティングデバイスは、互いに、およびロボット100と、直接的に(または間接的に)通信することができる。そして、いくつかの実装形態において、ロボット100は、ロボット100によって実行されると説明されているオペレーションに加えて、クラウドコンピューティングシステム192またはモバイルデバイス188によって実行されると説明されているオペレーションを実行することができる。他の変更形態も可能である。さらに、本明細書において説明されている方法、プロセス、およびオペレーションは、いくつかのオペレーションまたはサブオペレーションを含むものとして説明されているが、他の実装形態では、これらのオペレーションもしくはサブオペレーションのうちの1つもしくは複数省略され得るか、または追加のオペレーションもしくはサブオペレーションが追加され得る。

30

40

【0077】

図6は、たとえば、自律移動ロボットを制御するために、および/またはモバイルデバイスを制御するために、環境、たとえば、環境20(図1Aに示されている)の地図を使用するプ

50

ロセス200のフローチャートを示している。プロセス200は、オペレーション202、204、206、208、210、212を含む。オペレーション202、204、206、208、210、212は、ロボット100、クラウドコンピューティングシステム192、またはモバイルデバイス188によって実行されるものとして示され、説明されているが、本明細書に記載されているように、他の実装形態では、これらのオペレーションを実行する動作主体は異なってもよい。

【0078】

オペレーション202では、環境の地図作成データが生成される。オペレーション202で生成される地図作成データは、環境内の特徴、たとえば、環境内の壁、スマートデバイスの配置、汚れている領域、環境内の障害物、環境内の物体、環境内のがらくた、床のタイプ、ドッキングステーション60、または環境内の自律移動ロボットのエラー状態を引き起こす可能性のある領域に関連付けられているデータを含む。図5に関して本明細書において説明されているように、地図作成データは、環境内のデバイス上のセンサを使用して生成され得る。図6に示されている例では、ロボット100は、ロボット100のセンサシステム、たとえば、図2、図3A、および図3Bに関して説明されているセンサシステムを使用して地図作成データを生成することができる。

10

【0079】

オペレーション204において、地図作成データは、ロボット100からクラウドコンピューティングシステム192に伝送される。オペレーション206において、地図作成データは、クラウドコンピューティングシステム192によってロボット100から受信される。いくつかの実装形態において、ロボット100は、清掃ミッションの遂行中に地図作成データを伝送する。たとえば、ロボット100は、オペレーション202においてロボット100が地図作成データを生成するとともに地図作成データをクラウドコンピューティングシステム192に伝送することができる。いくつかの実装形態において、ロボット100は、清掃ミッションの完了後に地図作成データを伝送する。たとえば、ロボット100は、ロボット100がドッキングステーション60にドッキングされたときに地図作成データを伝送することができる。

20

【0080】

オペレーション208で、地図が構築され、環境内の特徴に関連付けられているラベルを含む地図が生成される。ラベルは、各々、オペレーション202でロボット100によって生成された地図作成データの一部に関連付けられる。クラウドコンピューティングシステム192は、これらのラベルを生成することができる。本明細書において説明されているように、各特徴は、オペレーション208で生成された対応するラベルを有することができる。

30

【0081】

オペレーション208の後、オペレーション210および/またはオペレーション212が実行され得る。オペレーション210で、ロボット100は、ラベルのうちの1つに関連付けられている特徴に基づき動作を開始する。ロボット100は、第1の清掃ミッションの遂行中にオペレーション202で地図作成データを生成し、第2の清掃ミッションの遂行中にオペレーション210で動作を開始することができる。この点で、オペレーション208で構築された地図は、ロボット100が複数の離散的な清掃ミッションにわたって使用することができる永続的地図を表すことができる。ロボット100は、各清掃ミッションにおいて地図作成データを収集することができ、オペレーション208で構築された地図さらにはオペレーション208で提供された地図上のラベルを更新することができる。ロボット100は、後続の清掃ミッションにおいて、新たに収集された地図作成データを用いて地図を更新することができる。

40

【0082】

オペレーション212で、モバイルデバイス188は、ユーザに、ラベルのうちの1つに関連付けられている特徴のインジケータを提供する。たとえば、モバイルデバイス188は、オペレーション208で構築された地図の視覚的表現を提供することができる。視覚的表現は、環境20内の物体の視覚的配置構成、たとえば、環境20内の壁および障害物の配置構

50

成を示すことができる。特徴のインジケータは、特徴の位置を示すことができ、本明細書において説明されているように、特徴の現在の状態および/またはタイプを示すことができる。環境20の地図および特徴のインジケータの視覚的表現は、追加の地図作成データが収集されるときに更新され得る。

【0083】

地図および地図上に提示されるラベルに基づきそのオペレーションを制御する自律移動ロボットの図解例は、図1A～図1B、図7A～図7D、図8A～図8B、図9A～図9D、図10A～図10B、および図11A～図11Dに関して説明することができる。図1Aを再び参照すると、ロボット100は、地図、たとえば図5に関連して説明されている地図195を構築するために使用される、地図作成データ、たとえば図5に関連して説明されている地図作成データ197を生成することができる。いくつかの実装形態において、環境20は、地図を構築するための地図作成データを生成するのに使用可能である他のスマートデバイスを含む。たとえば、環境20は、環境20の画像をキャプチャするように動作可能である画像キャプチャデバイス70aおよび画像キャプチャデバイス70bを含む。環境20の画像は、地図を構築するための地図作成データとしても使用することができる。他の実装形態では、本明細書において説明されているような、環境20内のさらなるスマートデバイスは、地図を構築するための地図作成データを生成するために使用され得る。

10

【0084】

ロボット100は、ロボット100が操縦されて環境20を動き回り、環境20内の床面10を清掃するように操作されるときに地図作成データを生成する。ロボット100は、環境20内の壁および障害物の配置構成を示す地図作成データを生成することができる。これに関して、これらの地図作成データは、床面10の横断可能な部分と横断可能でない部分とを示すことができる。ロボット100によって生成された地図作成データは、同様に環境20の他の特徴を示すことができる。図1Aに示されている例では、環境20は、床面10上の領域に対応する汚れている領域52a、52b、52cを含む。汚れている領域52a、52b、52cは、たとえば、ロボット100のゴミ検出センサを使用して、ロボット100によって検出され得る。ロボット100は、第1の清掃ミッションの遂行中に、汚れている領域52a、52b、52cを検出することができる。これらの汚れている領域52a、52b、52cを検出する際に、ロボット100は、地図作成データの一部を生成する。

20

【0085】

地図作成データのこの部分は、汚れている領域52a、52b、52cの現在の状態を示すこともできる。汚れている領域52a、52b、52cの可能な状態の数は同じである。インジケータ66c、66d、66eによって視覚的に表されるように、汚れている領域52a、52b、52cの現在の状態は、互いに異なり得る。汚れている領域52a、52b、52cの状態は、汚れの第1のレベル、第2のレベル、および第3のレベルに対応している。汚れている領域52aの状態は「汚れ度が高い」状態であり、汚れている領域52bの状態は「汚れ度が中程度」の状態であり、汚れている領域52cの状態は「汚れ度が低い」状態である。言い換えると、汚れている領域52aは、汚れている領域52bよりも汚れており、汚れている領域52bは、汚れている領域52cよりも汚れている。

30

【0086】

第1の清掃ミッションにおいて、ロボット100は、第1の清掃ミッションの遂行中に汚れている領域52a、52b、52c内のゴミの検出にตอบสนองして、汚れている領域52a、52b、52cの各々において集中清掃動作を開始することができる。たとえば、汚れている領域52a、52b、52c内でゴミを検出したことにตอบสนองして、ロボット100は、汚れている領域52a、52b、52cの集中清掃を実行する集中清掃動作を開始することができる。いくつかの実装形態において、汚れている領域52a、52b、52c内で検出されたゴミの量、または汚れている領域52a、52b、52c内でロボット100によって収集されたゴミの割合に基づき、ロボット100は、汚れている領域52a、52b、52cに対して異なる程度の清掃を行うことができる。汚れている領域52aに対する清掃の程度は、汚れている領域52bに対する清掃の程度、および汚れている領域52cに対する清掃の程度よりも大きいものとしてよい。

40

50

【 0 0 8 7 】

第1の清掃ミッションの遂行中に収集された地図作成データ、特に汚れている領域52a、52b、52cを示す地図作成データは、第2の清掃ミッションにおけるロボット100の動作を制御するために使用することができる。第2の清掃ミッションの遂行中、ロボット100は、第1の清掃ミッションの遂行中に汚れている領域52a、52b、52c内のゴミの検出に基づき汚れている領域52a、52b、52cに集中清掃を行う焦点清掃動作を開始することができる。本明細書において説明されているように、第1の清掃ミッションの遂行中の汚れている領域52a、52b、52c内のゴミの検出は、第2の清掃ミッションにおいてロボット100を制御するために使用可能な地図上のラベルを提供するために使用することができる。特に、ロボット100は、第1の清掃ミッションの遂行中に収集された地図作成データを使用して生成されたラベルを受信することができる。第2の清掃ミッションの遂行中、ロボット100は、地図上のラベルに基づき集中清掃動作を開始することができる。ロボット100は、ロボット100が汚れている領域52a、52b、または52c内にあることを検出したことに応答して集中清掃動作を開始する。

10

【 0 0 8 8 】

いくつかの実装形態において、第2の清掃ミッションの遂行中、ロボット100は、第2の清掃ミッションの遂行中に汚れている領域52a、52b、52c内のゴミを最初に検出することなく、汚れている領域52a、52b、52cに対する集中清掃動作を開始する。ロボット100が、第2の清掃ミッションの遂行中に、第1の清掃ミッションの遂行中の汚れている領域52a、52b、52c内のゴミの量と異なる、汚れている領域52a、52b、52c内のゴミの量を検出した場合、ロボット100は、汚れている領域52a、52b、52cに対するラベルを更新するために使用することができる地図作成データを生成することができる。いくつかの実装形態において、地図は、汚れている領域52a、52b、52cの現在の状態が、汚れている領域52a、52b、52cの汚れの現在のレベルを反映するように更新されるように更新され得る。いくつかの実装形態において、第2の清掃ミッションまたはさらなる清掃ミッションからの地図作成データに基づき、地図は、たとえば、汚れている領域が、汚れている領域に対する少なくとも「汚れが少ない」状態に相当する汚れのレベルをもはや有していないことにより、汚れている領域に対するラベルを削除するように更新され得る。

20

【 0 0 8 9 】

図7A～図7Dは、汚れている領域に対する清掃動作を制御するためにラベル付き地図を使用する自律清掃ロボットの別の例を示している。図7Aを参照すると、自律清掃ロボット700(ロボット100に類似する)は、環境704内の床面702を清掃するための第1の清掃ミッションを開始する。いくつかの実装形態において、第1の清掃ミッションを実行する際に、ロボット700は、床面702をカバーするように、複数の実質的に平行な列、たとえば、互いに高々5度から10度の最小角度を成す軸に沿って延在する列を含む経路705に沿って移動する。ロボット700が辿る経路は、ロボット700が床面702の横断可能な部分を少なくとも1回通過するように選択され得る。第1の清掃ミッションの遂行中、ロボット700は、配置706a～706fにおける集中清掃動作をトリガーするのに十分なゴミを検出する。

30

【 0 0 9 0 】

図7Bを参照すると、ロボット700によって収集される地図作成データは、環境704の地図を構築するために使用することができ、ロボット700によって生成される地図作成データの少なくとも一部は、汚れている領域708を示す地図上のラベルを提供するために使用することができる。たとえば、いくつかの実装形態において、汚れている領域708に対応する領域は、たとえば、モバイルデバイスを操作するユーザによって指定され、次いで、その領域は、領域が汚れている領域708に対応することを示すようにラベル付けされ得る。代替的に、汚れている領域708に対応する領域は、自動的にラベル付けされ得る。汚れている領域708は、少なくとも配置706a～706fを含むことができる。いくつかの実装形態において、汚れている領域708の幅は、配置706a～706fの間の最大の幅方向の距離より大きい、たとえば、5～50%、5%～40%、5%～30%、または5%～20%大きく、汚れている領域708の長さは、配置706a～706fの間の最大の長さ方向の距離より大きい。いく

40

50

つかの実装形態において、汚れている領域708は、環境704の横断可能な部分の総面積の10%から30%以下、たとえば、環境704の横断可能な部分の総面積の10%から20%、15%から25%、または20%から30%以下である。

【0091】

次いで、汚れている領域708に対するラベルは、第2の清掃ミッションにおいてロボット700によって使用され、汚れている領域708の集中清掃を実行する集中清掃動作を開始することができる。図7Cを参照すると、いくつかの実装形態では、第2の清掃ミッションにおいて、ロボット700は、図7Aの経路705に類似する複数の実質的に平行な列を含む経路709を辿る。ロボット700は、床面702をカバーするように経路709に沿って移動し、清掃する。次に、経路709を完了した後、汚れている領域708の集中清掃を実行するために、ロボット700は、ロボット700が汚れている領域708を再び清掃するようにロボット700が汚れている領域708上に延在する経路711に沿って移動する集中清掃動作を開始する。ロボット700は、地図上の汚れている領域708に対するラベルに基づきこの集中清掃動作を開始する。代替的に、図7Dを参照すると、第2の清掃ミッションにおいて、汚れている領域708に対するラベルに基づき、ロボット700は、ロボット700が環境704内の床面702の横断可能な部分の他の部分を清掃するのに時間を費やす必要がないようにロボット700が環境704内の床面702の横断可能な部分の大部分をカバーすることなく汚れている領域708の集中清掃を実行する動作を開始する。床面702の横断可能な部分の大部分(たとえば、経路709)をカバーするように経路に沿って移動しなくても、ロボット700は、第2の清掃ミッションを開始した後に、経路713に沿って移動し、汚れている領域708に移動し、次いで、汚れている領域708をカバーし、汚れている領域708を清掃する。

【0092】

汚れている領域502a、502b、502c内のゴミを示すデータは、地図およびそのラベルを構築するために使用される地図作成データの一部に対応し得るが、他の実装形態では、ロボット100のナビゲーション動作を示すデータは、地図作成データの一部に対応し得る。図8A～図8Bは、自律清掃ロボット800(ロボット100に類似する)が、環境804内の床面802に沿って移動し、ドア806を検出する例を示している。図8Aを参照すると、ロボット800は、第1の清掃ミッションの遂行中、第1の部屋808から、廊下809を通り、ドア810を通り、第2の部屋812の中に移動することができる。ドア806は、第1の清掃ミッションの遂行中、開いた状態にある。図8Bを参照すると、第2の清掃ミッションの遂行中、ロボット800は、第1の部屋808から、廊下809を通して移動し、次いで、ドア806に遭遇する。ロボット800は、たとえば、そのセンサシステム、その障害物検出センサ、または画像キャプチャデバイスを使用して、ドア806を検出し、ロボット800が廊下809から第2の部屋812に移動できないのでドア806が閉じた状態にあることを検出する。

【0093】

ロボット800によって提供される地図作成データは、ドア806に対するラベルを生成するために使用され、ドア806が閉じた状態にあることを示すデータを提供することができる。いくつかの実装形態において、ドア806が閉じた状態にあることが示されたときに、ロボット800は、ロボット800がドア806と接触することを回避する方式でドア806に関して操縦することができる。たとえば、ドア806に接触してロボット800のバンプセンサをトリガーするのではなく、ロボット800は、ドア806が閉じた状態にある場合にドア806に接触せずにドア806に沿って移動することができる。ドア806による計画された経路は、ロボット800がロボット800のバンプセンサを使用してミッションの遂行中にドア806の状態を検出する必要がないようにドア806の閉じた状態を考慮することができる。ロボット800はドアの状態を検出することで、たとえば、ロボット800のセンサシステムの近接センサまたは他のセンサを使用して、ドア806が実際に閉じた状態にあることを確認することができる。いくつかの実装形態において、ドア806の状態が地図上に示される前にドア806と最初に遭遇したときに、ロボット800は、ドア806と接触し、ドア806と複数回接触しつつドア806に沿って追従することによってドア806を越えて移動しようとし得る。そのような動作は、ドア806が閉じた状態にあることを地図上に示すために使用可

10

20

30

40

50

能である地図作成データを生成することができる。ロボット800がその後の清掃ミッションの遂行中、たとえば、その後の清掃ミッションにおいて、または同じ清掃ミッションにおいて、ドア806の近くにいるときに、ロボット800は、ドア806を越えて移動しようとする試みを減らすことができる。特に、ロボット800は、ドア806が閉じた状態にあることを検出して、地図に示されているその状態が正しいことを確認し、次いで、ドア806が非横断可能でない障害物であるかのようにドア806に対して相対的に移動するように進行し得る。

【0094】

いくつかの実装形態において、ロボット800が第2の部屋812を清掃することができるように、ドア806を動かして開いた状態にする要求がユーザに発行され得る。いくつかの実装形態において、ドア806がスマートドアである場合、ロボット800は、ドア806を動かして開いた状態にする命令を通信ネットワーク(本明細書において説明されている通信ネットワーク185に類似する)を通じて提供することができる。ドア806は、電子的制御可能なドアであり、ロボット800は、ドア806を動かして閉じた状態から開いた状態にするためのデータを伝送することができる。

10

【0095】

図9A~図9Dは、環境904内の領域906に対するラベルに基づき床面902に沿ってナビゲーション動作を実行する自律清掃ロボット900(ロボット100に類似する)の例を示している。領域906は、たとえば、ロボット900が特定のナビゲーションパラメータ、たとえば、特定のアプローチ角、特定の速度、または特定の加速度で横断しようとした場合にロボット900によって容易に横断され得ない床面902の隆起部分(本明細書において説明されている隆起部分504に類似する)であってよい。ロボット900は、いくつかの場合において、ロボット900が隆起部分を乗り越えようとするときエラー状態に入り得る。たとえば、ロボット900のクリフセンサの1つは、ロボット900が隆起部分を乗り越えるときにトリガーされ、それによって、エラー状態をトリガーし、ロボット900に清掃ミッションを停止させることができる。さらなる例では、領域906は、ロボット900の回転可能な部材またはロボット900の車輪に巻き込まれる可能性のある長さのコードまたは別の可撓性部材を含む領域に対応し得る。これは、ロボット900のエラー状態をトリガーし得る。

20

【0096】

図9Aを参照すると、第1の清掃ミッションの遂行中、ロボット900は、正常に領域906を横切って移動する。第1の清掃ミッションにおいてロボット900によって生成される地図作成データは、ロボット900が領域906を正常に横切るときのロボット900のナビゲーションパラメータを示す。地図作成データから構築される地図は、領域906に関連付けられているラベル、さらにはナビゲーションパラメータの第1の集合を示す情報を含む。これらのナビゲーションパラメータは、領域906に対するアプローチ角、速度、または加速度を含むことができる。ナビゲーションパラメータの第1の集合は、領域906を横切ろうとする試みの成功に関連付けられる。

30

【0097】

図9Bを参照すると、第2の清掃ミッションにおいて、ロボット900は、領域906を横切ろうと試みて失敗する。第2の清掃ミッションにおいてロボット900によって生成される地図作成データは、ロボット900が領域906を横切ろうとして失敗したときのロボット900のナビゲーションパラメータを示す。地図は、ラベルをナビゲーションパラメータの第2の集合を示す情報に関連付けるように更新される。ナビゲーションパラメータの第2の集合は、エラー状態に関連付けられる。この点で、ラベルおよびナビゲーションパラメータの第2の集合に基づき、ロボット900は、その後の清掃ミッションにおいてナビゲーションパラメータの第2の集合を回避することによってエラー状態を回避することができる。

40

【0098】

図9Cを参照すると、第3の清掃ミッションにおいて、ロボット900は、領域906を横切ろうと試みて失敗する。第3の清掃ミッションにおいてロボット900によって生成される地図作成データは、ロボット900が領域906を横切ろうとして失敗したときのロボット900

50

0のナビゲーションパラメータを示す。地図は、ラベルをナビゲーションパラメータの第3の集合を示す情報に関連付けるように更新される。ナビゲーションパラメータの第3の集合は、エラー状態に関連付けられる。この点で、ラベルおよびナビゲーションパラメータの第3の集合に基づき、ロボット900は、その後の清掃ミッションにおいてナビゲーションパラメータの第3の集合を回避することによってエラー状態を回避することができる。

【0099】

図9Dを参照すると、第4の清掃ミッションにおいて、ロボット900は、正常に領域906を横切る。ロボット900は、たとえば、ラベルと、ナビゲーションパラメータの第1、第2、または第3の集合うちの1つまたは複数とに基づき、ナビゲーションパラメータの第4の集合を選択することができる。ロボット900は、ナビゲーションパラメータの第2の集合
10
に関連付けられている第2の経路908、およびナビゲーションパラメータの第3の集合に関連付けられている第3の経路909を回避し、代わりにナビゲーションパラメータの第1の集合に関連付けられている第1の経路907を選択することができる。ナビゲーションパラメータのこの第4の集合は、ナビゲーションパラメータの第1、第2、または第3の集合のうちの2つ以上に基づき算出され得る。たとえば、ナビゲーションパラメータの第1、第2、および第3の集合に基づき、結果としてロボット900が領域906を正常に横切るようになる可能性が高いナビゲーションパラメータに対する値の範囲が計算され得る。代替的に、ナビゲーションパラメータの第4の集合は、第1の清掃ミッションの遂行中に領域906を横切ることに成功したナビゲーションパラメータの第1の集合と同じであってよい。

【0100】

図10A～図10Bは、環境1004内の領域1006に対するラベルに基づき床面1002に沿ってナビゲーション動作を実行する自律清掃ロボット1000(ロボット100に類似する)の例を示している。図10Aを参照すると、第1の清掃ミッションの遂行中、第1のナビゲーション動作を行うロボット1000は、床面1002に沿って経路1008上を移動する。ロボット1000は、床面1002をカバーするために、ロボット1000が床面1002に沿って実質的に平行な複数の列上を移動しようとするカバー動作を開始する。ロボット1000は、領域1006の近くの障害物1010a～1010fに遭遇し、たとえばロボット1000のセンサシステムを使用して、障害物を検出したことに応答して、障害物1010a～1010fを回避する。ロボット1000は、センサを使用して障害物の縁を辿ることによって、障害物の周囲を清掃することができる。この点で、ロボット1000の経路1008は、ロボット1000が障害物1010a～
30
1010fを回避する障害物回避動作を開始し、障害物1010a～1010fの周りを清掃する障害物追従動作を開始する複数のインスタンスを含む。それに加えて、ロボット1000は、複数の出入経路1012a～1012fを通して領域1006に出入りする。図10Aに示されている例では、領域1006は、6つの出入経路1012a～1012fを含み、ロボット1000は、これらの点の少なくとも一部を通して領域1006に複数回出入りする。

【0101】

領域1006に関連付けられているラベルは、ロボット1000によって生成される地図作成データから構築される地図上に提示され得る。ラベルは、領域1006が結果としていくつかの狭い出入経路を形成する複数の密集した障害物を含むがらくた領域であることを示すことができる。たとえば、複数の出入経路1012a～1012fは、ロボット1000の1幅分と2幅分との間の幅を有することができる。がらくた領域は、障害物間の距離によって部分的に画成され得る。たとえば、がらくた領域の長さは、第1の寸法に沿って互いに最も遠く隔てて並ぶ2つの障害物間の距離より大きく、がらくた領域の幅は、第2の寸法に沿って互いに最も遠く隔てて並ぶ2つの障害物間の距離より大きいものとしてよい。第1の寸法は、第1の寸法に対して垂直であり得る。いくつかの実装形態において、がらくた領域は、1～5メートル、たとえば、1～2メートル、2～3メートル、3～4メートル、4～5メートル、約2メートル、約3メートル、約4メートルなどの長さ、1～5メートル、たとえば、1～2メートル、2～3メートル、3～4メートル、4～5メートル、約2メートル、約3メートル、約4メートルなどの幅とを有する領域をカバーすることができる。

【0102】

10

20

30

40

50

図10Bを参照すると、第2の清掃ミッションの遂行中、ロボット1000は、領域1006をより迅速に清掃することができる経路1014を計画することができる。ロボット1000のセンサシステムを使用して障害物1010a~1010f(図10Aに示されている)を検出し、次いで障害物1010a~1010fを検出したことに基づき障害物1010a~1010fを回避することに加えて、ロボット1000は、がらくたのある場所の以前の識別に基づき清掃動作を開始することができる。ロボット1000は、障害物1010a~1010fを検出したことに応答して動作を開始するために障害物検出センサのみを使用するのではなく第1の清掃ミッションの遂行中に生成された地図を頼りに経路1014を計画することができる。経路1014の一部は、経路1008より効率的である。少なくとも部分的に第1のナビゲーション動作に基づき選択される第2のナビゲーション動作では、ロボット1000は、第2の清掃ミッションの遂行中に、経路1014に沿って移動する。この第2のナビゲーション動作において、ロボット1000は、第1のナビゲーション動作でロボットが領域に入る回数より少ない回数で領域1006に入る。特に、経路1014に対する領域1006への進入点の数は、経路1008に対する領域1006への進入点の数より少ない。それに加えて、経路1014は、領域1006の長さにも実質的に平行である複数の実質的に平行な列を含むことができる。対照的に、経路1008は、領域1006に垂直である複数の実質的に平行な列を含む。障害物回避動作および障害物追従動作を複数回開始するのではなく、ロボット1000は、清掃ミッションの複数の異なる部分ではなく、清掃ミッションの1つの部分において、領域1006さらには障害物の周囲の領域を清掃することができるように、ロボット1000はこれらの動作をより少ない回数で開始することができる。

【0103】

いくつかの実装形態において、障害物1010a~1010fのうちの1つまたは複数が、環境1004から取り除かれ得る。障害物が取り除かれた場合、領域1006はサイズを調整することができる。それによって領域1006に関連付けられているラベルの調整が行われる。いくつかの実装形態において、障害物1010a~1010fのすべてが取り除かれると、領域1006はもはや存在せず、ラベルは削除され得る。さらなる清掃ミッションでロボット1000によって収集された地図作成データは、障害物の取り除きまたはすべての障害物の取り除きを示すことができる。

【0104】

図11A~図11Dは、環境1104内の床面1102周りをナビゲートする自律移動ロボット1101(図11Cに示されている)によって使用可能な地図作成データを生成する自律移動ロボット1100(図11Aに示されている)の例を示す。いくつかの実装形態において、ロボット1100、1101の一方または両方は、ロボット100に類似している。いくつかの実装形態において、ロボット1100、1101のうちの一方は、ロボット100に類似する清掃ロボットであり、ロボット1100、1101のうちの他方は、ロボット100の駆動システムおよびセンサシステムに類似する駆動システムおよびセンサシステムを有する自律移動ロボットである。

【0105】

図11Aを参照すると、第1のミッションにおいて、ロボット1100は、床面1102を動き回り、物体1106を検出する。ロボット1100は、たとえば、ロボット1100上の画像キャプチャデバイスを使用して物体1106を検出する。図11Bを参照すると、ロボット1100が床面1102動き回り続けると、ロボット1100は、物体1106と接触し、障害物検出センサを使用して、物体1106がロボット1100にとって障害物であることを検出する。次いで、ロボット1100は、障害物を回避し、そのミッションを完了することができる。いくつかの実装形態において、障害物検出センサは、ロボット1100が物体1106に接触しなくてもトリガーされる。障害物検出センサは、障害物を検出するための近接センサまたは他の非接触センサであってもよい。いくつかの実装形態において、ロボット1100の障害物検出センサは、物体1106の近くの環境内の特徴によってトリガーされる。たとえば、物体1106は、ロボット1100の障害物検出センサをトリガーする環境中の特徴に近くてもよく、ロボット1100は、画像キャプチャデバイスを使用してキャプチャされた視覚画像を障害物検出センサのトリガーに関連付けることができる。

10

20

30

40

50

【0106】

ロボット1100によって生成された地図作成データは、画像キャプチャデバイスを用いてキャプチャされた視覚画像と、障害物検出センサによってキャプチャされた障害物検出結果とを含むことができる。物体1106が障害物であることを示すラベルが地図上に提示されるものとしてよく、ラベルを物体1106の視覚画像に関連付けることをさらに行うことができる。

【0107】

図11Cを参照すると、第2のミッションにおいて、ロボット1101は、床面1102を動き回り、物体1106を検出する。たとえば、ロボット1101は、ロボット1101上の画像キャプチャデバイスを使用して物体1106を検出することができる。画像キャプチャデバイスによってキャプチャされた視覚画像は、物体1106に対するラベルに関連付けられる視覚画像と一致し得る。この一致に基づき、ロボット1101は、物体1106が障害物であると決定することができるか、または画像キャプチャデバイスによる物体1106の検出を障害物回避動作に関連付けることができる。図11Dを参照すると、ロボット1101は、障害物検出センサをトリガーすることなく物体1106を回避することができる。たとえば、障害物検出センサがバンプセンサである場合、ロボット1101は、障害物に接触してバンプセンサをトリガーしなくても物体1106を回避することができる。いくつかの実装形態において、ロボット1101は、バンプセンサをトリガーすることを回避することができ、近接センサを使用して障害物に沿って追従することができる。ロボット1100によって収集された地図作成データから生成された地図に頼ることによって、ロボット1101は、物体1106

10

20

【0108】

いくつかの実装形態において、第2のミッションのタイミングは、第1のミッションのタイミングと重なり得る。ロボット1101は、ロボット1101が環境内で動作しているのと同時に環境内で動作しているものとしてよい。

【0109】

追加の代替の実装形態

代替的な実装形態を含む多くの実装形態が説明された。それにもかかわらず、さらなる代替的な実装形態が可能であり、様々な修正がなされ得ることが理解されるであろう。

30

【0110】

図1Bを参照すると、インジケータ66a~66fは、環境20内の特徴の状態、タイプ、および/または配置の指標を提示するものとして説明されている。これらのインジケータ66a~66fは、環境20の地図の視覚的表現40上に重ね合わせることができる。ユーザデバイス31は、さらなる実装形態において、他のインジケータを提示することができる。たとえば、ユーザデバイス31は、ロボット100の現在の配置、ドッキングステーション60の現在の配置、ロボット100の現在の状態(たとえば、清掃中、ドッキング中、エラー状態など)、またはドッキングステーション60の現在の状態(たとえば、充電中、排出中、オフ、オンなど)を提示することができる。ユーザデバイス31は、ロボット100の経路、ロボット100の予想経路、またはロボット100に対する提案された経路のインジケータも提示することができる。いくつかの実装形態において、ユーザデバイス31は、地図上に提供されるラベルのリストを提示することができる。リストは、ラベルに関連付けられている特徴の現在の状態およびタイプを含むことができる。

40

【0111】

他のラベルも、ユーザデバイスによって視覚的に表現することができる。たとえば、図7A~図7D、図8A~図8B、図9A~図9D、図10A~図10B、および図11A~図11Dに関して説明されている環境の地図は、図1Bに関して説明されている視覚的表現40に類似する方式で視覚的に表現され得る。さらに、図7A~図7D、図8A~図8B、図9A~図9D、図10A~図10B、および図11A~図11Dに関して説明されているラベルも、視覚的に表現することができる。たとえば、配置706a~706fは、ラベルと関連付けられ、環境の地図の視

50

覚的表現上に重ね合わされたインジケータにより視覚的に表現され得る。汚れている領域708、ドア806、領域906、障害物1010a~1010f、領域1006、および物体1106も、インジケータで視覚的に表現することができる。

【0112】

汚れている領域の状態は、「汚れ度が高い」、「汚れ度が中程度」、「汚れ度が低い」状態であるとして説明されている。他の実装形態も可能である。たとえば、いくつかの実装形態において、汚れている領域の可能な状態は、汚れの異なる頻度を示す状態を含むことができる。たとえば、汚れている領域は、汚れている領域が日常的に汚れることを示す「毎日汚れている」状態を有することができる。この状態を有する汚れている領域については、汚れている領域のラベルおよび「毎日汚れている」状態に基づき、自律清掃ロボットは、少なくとも1日1回、汚れている領域の集中清掃を実行する集中清掃動作を開始することも可能である。汚れている領域は、汚れている領域が毎週汚れることを示す「毎週汚れている」状態を有することがあり得る。この状態を有する汚れている領域については、自律清掃ロボットは、少なくとも週に1回、汚れている領域の集中清掃を実行する集中清掃動作を開始し得る。

10

【0113】

代替的に、またはそれに加えて、汚れている領域の可能な状態は、汚れの周期性を示す状態を含むことができる。たとえば、汚れている領域は、汚れている領域が特定の月の間だけ汚れた状態になるという月固有の汚れた状態を有し得る。このような状態を有する汚れている領域については、汚れている領域のラベルおよび月固有の汚れ状態に基づき、自律清掃ロボットは、指定された月にのみ汚れている領域の集中清掃を実行する集中清掃動作を開始することができる。汚れている領域は、汚れている領域が特定の季節、たとえば、春、夏、秋、冬の間だけにのみ汚れた状態となる季節的汚れ状態を有し得る。このような状態を有する汚れている領域については、汚れている領域のラベルおよび季節的汚れ状態に基づき、自律清掃ロボットは、指定された季節にのみ汚れている領域の集中清掃を実行する集中清掃動作を開始することができる。

20

【0114】

集中清掃動作は、実装形態が異なり得る。いくつかの実装形態において、集中清掃動作は、ロボットのバキュームパワーを増加させることを伴い得る。たとえば、ロボットのバキュームパワーは、2つ以上の異なるレベルに設定することができる。いくつかの実装形態において、集中清掃動作は、ロボットが特定の領域でより多くの時間を費やすようにロボットの速度を下げることを伴い得る。いくつかの実装形態において、集中清掃動作は、特定の領域を複数回通過して、その領域をよりきれいな状態にすることを伴い得る。いくつかの実装形態において、集中清掃動作は、特定の清掃パターン、たとえば、清掃されるべき特定の領域をカバーする実質的に平行な一連の列、または清掃されるべき特定の領域をカバーするスパイラルパターンを伴い得る。

30

【0115】

本明細書において説明されているラベルは、実装形態が異なり得る。いくつかの実装形態において、ラベルは、環境内の異なる床のタイプに関連付けることができる。たとえば、第1のラベルは、カーペットの床タイプを含む床面の一部に関連付けられ、第2のラベルは、タイルの床タイプを含む床面の一部に関連付けられ得る。第1の自律清掃ロボットは、第1のロボットがカーペットおよびタイルの両方の上で移動して清掃する第1のラベルおよび第2のラベルに基づくナビゲーション動作を開始することができる。第1のロボットは、両方のタイプの床を清掃するのに適したバキュームロボットであり得る。第2の自律清掃ロボットは、第2のロボットがタイルのみに移動して清掃する第1のラベルおよび第2のラベルに基づくナビゲーション動作を開始することができる。第2のロボットは、カーペットを清掃するのに適していない湿式清掃ロボットであってもよい。

40

【0116】

いくつかの実装形態において、環境内のいくつかの物体は、物体を示す地図作成データに回答してラベルが提供され得るようにいくつかのラベルと関連させることができる。た

50

たとえば、本明細書において説明されているように、汚れている領域に対するラベルは、ゴミの検出を示す地図作成データに回答して地図上に提供され得る。いくつかの実装形態において、物体は、汚れている領域に関連付けられているタイプを有することができる。たとえば、自律移動ロボット、ロボット上の画像キャプチャデバイス、または環境内の画像キャプチャデバイスによる物体の検出に回答して、汚れている領域に対するラベルが地図上に提示され得る。同じタイプの新しい物体が環境内に移動されたときに、汚れている領域に対する新しいラベルが地図上に提示され得る。同様に、ロボットが新しい環境に移動され、新しい環境で操作される場合、新しい環境に対して作成された地図は、同じタイプの物体の検出に基づき汚れている領域に対するラベルを自動的に入力され得る。たとえば、物体はテーブルであってよく、環境内の他のテーブルの検出に回答して、汚れている領域に関連付けられているラベルが地図上に提供され得る。別の例では、物体は窓であってよく、環境内の他の窓の検出に回答して、汚れている領域に関連付けられているラベルが地図上に提供され得る。

10

【0117】

物体のタイプは、環境内のデバイスによる検出を通じて自動的に汚れている領域に関連付けられ得る。たとえば、クラウドコンピューティングシステムは、ゴミ検出センサを使用して検出された汚れている領域が、環境内の画像キャプチャデバイスによる環境内のテーブルの検出と相関していると決定することができる。クラウドコンピューティングは、この決定に基づき、環境に追加された新しいテーブルを示すデータを受信したことに回答して、汚れている領域に関連付けられているラベルを提供することができる。代替的に、またはそれに加えて、物体のタイプは、汚れている領域に手動で関連付けることができる。たとえば、ユーザは、特定の物体、たとえばテーブルを汚れている領域と相関させるコマンドを提供し、それにより、テーブルが検出されると汚れている領域に対するラベルが地図上に提供される。代替的に、またはそれに加えて、ユーザは、環境の床面上の領域内で集中清掃を実行する命令を提供することができる。クラウドコンピューティングシステムは、いくつかの実装形態では、領域が環境内の特定のタイプの物体にカバーされるか、またはその近くにある領域に対応していると決定することができる。クラウドコンピューティングシステムは、それに応じて、集中清掃に対するユーザ選択領域を物体のタイプと相関させることができ、それにより、このタイプの物体が検出されると集中清掃動作に関連付けられているラベルが作成される。

20

30

【0118】

いくつかの実装形態において、ラベルが提供される前に、ユーザ確認が要求される。たとえば、ロボットまたはモバイルデバイスは、ユーザ確認の要求を提示し、ユーザは、ロボットまたはモバイルデバイス上のユーザ入力、たとえば、タッチスクリーン、キーボード、ボタン、または他の適切なユーザ入力を通じて要求を提供する。いくつかの実装形態において、ラベルが自動的に提供され、ユーザはラベルを取り除くようにロボットまたはモバイルデバイスを操作することができる。

【0119】

図8A～図8Bに関して説明されている例において、ロボット800は、ドアの状態を変更する要求をユーザに対して発行させるためのデータを伝送することができる。他の実装形態において、自律清掃ロボットは、環境内の別の物体の状態を変更する要求をユーザに対して発行させるデータを伝送することができる。たとえば、要求は、障害物を移動させる要求、障害物の向きを変える要求、領域の敷物を再配置する要求、領域の敷物の一部を広げる要求、または別の物体の状態を調整する要求に対応することができる。

40

【0120】

本明細書では自律清掃ロボットが説明されているが、いくつかの実装形態では、他の移動ロボットが使用され得る。たとえば、ロボット100は、真空掃除ロボットである。いくつかの実装形態において、自律湿式清掃ロボットが使用され得る。ロボットは、ロボットの底部に取り付け可能なパッドを備えることができ、ロボットが床面をごしごし磨く清掃ミッションを実行するために使用することができる。ロボットは、ロボット100に関して

50

説明されているものに類似するシステムを備えることができる。いくつかの実装形態において、画像キャプチャデバイスを備える巡回ロボットが使用され得る。巡回ロボットは、画像キャプチャデバイスを巡回ロボットの本体部に対して相対的に移動させるためのメカニズムを備えることができる。ロボット100は、円形ロボットとして説明されているが、他の実装形態では、ロボット100は、実質的に長方形である前部分と実質的に半円形である後部分とを含むロボットであり得る。いくつかの実装形態において、ロボット100は、実質的に長方形である外周部を有する。

【0121】

本明細書において説明されているロボット100およびいくつかの他のロボットは、清掃ミッションを実行するように説明されている。いくつかの実装形態において、ロボット100または環境20内の他の自律移動ロボットは、別のタイプのミッションを実行する。たとえば、ロボットは、環境の床面上のゴミを吸引するためにロボットのバキュームシステムを動作させるバキュームミッションを実行することができる。ロボットは、ロボットが床面を横切って移動し、リモートモバイルデバイスを通じてユーザに提示され得る環境の画像をキャプチャする巡回ミッションを実行することができる。

【0122】

いくつかの実装形態は、複数の清掃ミッションに関して本明細書において説明されており、第1の清掃ミッションでは、自律清掃ロボットが特徴を示す地図作成データを生成し、次いでラベルが地図作成データに基づき提供される。たとえば、図7A～図7Dは、第1の清掃ミッションおよび第2の清掃ミッションに関して説明されている。いくつかの実装形態において、ロボット700は、図7Aおよび図7Bに関して説明されているようにロボット700が汚れている領域708を検出するのと同じ清掃ミッションにおいて図7Cおよび図7Dに関して説明されている集中清掃動作を実行することができる。たとえば、ロボット700は、配置706a～706fで十分なゴミを検出することが可能であり、単一の清掃ミッションの遂行中に汚れている領域708に対するラベルが提示され得る。ロボット700は、この単一の清掃ミッションの遂行中に、最初に配置706a～706fでゴミを検出した後、および汚れている領域708に対するラベルが提示された後、再び汚れている領域708上を動き回り得る。次いで、ロボット700は、図7Cに関して説明されている集中清掃動作を開始することが可能である。いくつかの実装形態において、ロボット700は、床面702の横断可能な部分の大部分をカバーした後、ロボット700が最初に配置706a～706fでゴミを検出したのと同じ清掃ミッションにおいて、特に、汚れている領域708上を再び動き回ることができる。この点で、図7Dに関して説明されている集中清掃動作は、配置706a～706fが検出され、汚れている領域708に対するラベルを提示するために使用されるのと同じ清掃ミッションの遂行中に実行され得る。同様に、再び図1Aを参照すると、汚れている領域52a、52b、52cに対するラベルは、汚れている領域52a、52b、52cが最初に検出されたのと同じ清掃ミッションの遂行中に提示され得る。ロボット100は、同じ清掃ミッションの遂行中にこれらの領域に戻り、これらの汚れている領域52a、52b、52cに対するラベルに基づき集中清掃動作を開始することができる。

【0123】

図8A～図8Bを参照すると、ロボット800は、第2の清掃ミッションにおいてドア806に遭遇している。いくつかの実装形態において、ロボット800は、第1の清掃ミッションにおいてドア806に遭遇し得る。たとえば、ロボット800は、ドア806に遭遇することなく、ロボット800が第1の部屋808から第2の部屋812に移動したのと同じ清掃ミッションでドア806に遭遇することができる。ロボット800は、環境804を通過する第2のパスでドア806に遭遇することができる。ドア806は、第1の清掃ミッションの遂行中、開いた状態から閉じた状態に移ることができる。その結果、地図上でラベル付けされたドア806の状態は、第1の清掃ミッションの遂行中に変化し、ロボット800は、第1の清掃ミッションにおいてその動作をしかるべく調整し得る。

【0124】

図9A～図9Dは、第1から第4の清掃ミッションに関して説明する。いくつかの実装形態

10

20

30

40

50

において、図9A～図9Dに関して説明されている動作は、3つまたはそれより少ない清掃ミッションの遂行中に起こり得る。たとえば、ロボット900は、単一の清掃ミッションの遂行中に領域906を複数回横切ろうとするか、または横切ることができる。ロボット900は、ロボット900が最初に(図9Aに関して説明されているように)領域906を正常に横切り、(図9Bおよび図9Cに関して説明されているように)領域906を横切ろうとして失敗したのと同じ清掃ミッションにおいて図9Dに関して説明されている動作を実行することができる。

【0125】

図10A～図10Bを参照すると、ロボット1000は、ロボット1000が図10Aに関して説明されている第1のナビゲーション動作を実行するのと同じ清掃ミッションにおいて図10Bに関して説明されている動作を実行することができる。ロボット1000は、たとえば、第1の清掃ミッションにおいて2回目に環境1004内を動き回り、図10Bに関して説明されている方式で領域1006を通過して移動して領域1006をより迅速に清掃することができる。

10

【0126】

いくつかの実装形態において、第1のロボット、たとえば、ロボット100、ロボット700、ロボット800、ロボット900、ロボット1000、またはロボット1100によって生成された地図作成データは、地図を構築し、地図にラベルを付けるように生成され、次いで、第2の自律移動ロボットが地図にアクセスして本明細書において説明されているような動作を開始することができる。第1のロボットは、第1のミッションにおいて地図作成データを生成することができ、第2のロボットは、第2のミッションの遂行中に使用する地図作成データから生成された地図にアクセスして、第2のロボットの行動を制御することができる。第1のミッションおよび第2のミッションは、時間的に重なり合ってもよい。たとえば、第1のミッションの終了時刻は、第2のミッションの開始時刻の後であってよい。

20

【0127】

いくつかの実装形態において、ユーザデバイスは、環境の画像上に重ね合わせてインジケータを提示する。たとえば、拡張現実モードでは、環境の画像がユーザデバイス上に提示され、本明細書において説明されているものに類似するインジケータが環境の画像上に重ね合わせて提示され得る。

【0128】

本明細書において説明されているロボットおよび技術、またはその一部は、1つまたは複数の非一時的機械可読記憶媒体に記憶され、本明細書において説明されている動作を制御する(たとえば、調整する)ために1つまたは複数の処理デバイス上で実行可能である命令を備えるコンピュータプログラム製品によって制御され得る。本明細書において説明されているロボット、またはその一部は、1つまたは複数の処理デバイスおよび様々なオペレーションを実装する実行可能な命令を記憶するためのメモリを備えることができる装置または電子システムの全部または一部として実施され得る。

30

【0129】

本明細書で説明されているロボットオペレーションおよび制御の全部または一部を実施することに関連付けられているオペレーションは、1つまたは複数のコンピュータプログラムを実行して本明細書で説明されている機能を実行する1つまたは複数のプログラム可能なプロセッサによって実行され得る。たとえば、モバイルデバイス、モバイルデバイスおよび自律清掃ロボットと通信するように構成されているクラウドコンピューティングシステム、ならびにロボットのコントローラは、すべて、信号を伝送すること、推定値を計算すること、または信号を解釈することなどの機能を実行するためのコンピュータプログラムによりプログラムされるプロセッサを備え得る。コンピュータプログラムは、コンパイル型言語またはインタプリタ型言語を含む、任意の形態のプログラミング言語で書かれ、スタンドアロンプログラム、もしくはモジュール、コンポーネント、サブルーチン、またはコンピューティング環境において使用するのに適している他のユニットを含む、任意の形態で配備され得る。

40

【0130】

本明細書において説明されているコントローラおよびモバイルデバイスは、1つまたは

50

複数のプロセッサを備えることができる。コンピュータプログラムの実行に適しているプロセッサは、たとえば、汎用マイクロプロセッサ、専用マイクロプロセッサ、および任意の種類デジタルコンピュータの任意の1つまたは複数のプロセッサを含む。一般的に、プロセッサは、リードオンリー記憶領域またはランダムアクセス記憶領域またはその両方から命令およびデータを受け取る。コンピュータの要素は、命令を実行するための1つまたは複数のプロセッサならびに命令およびデータを記憶するための1つまたは複数の記憶領域デバイスを含む。一般的に、コンピュータは、データを記憶するための大容量PCBなどの1つまたは複数の機械可読記憶媒体、たとえば、磁気ディスク、磁気光ディスク、または光ディスクも備え、これらからデータを受け取るか、またはこれらにデータを転送するか、またはその両方を行うように動作可能に結合される。コンピュータプログラムの命令およびデータを具現化するのに好適な機械可読記憶媒体は、たとえば、半導体記憶領域デバイス、たとえば、EPROM、EEPROM、およびフラッシュ記憶領域デバイス、磁気ディスク、たとえば、内蔵ハードディスクまたはリムーバブルディスク、光磁気ディスク、ならびにCD-ROMおよびDVD-ROMディスクを含む、あらゆる形態の不揮発性記憶領域を含む。

10

【0131】

本明細書において説明されているロボット制御および操作技術は、清掃ロボット以外の他の移動ロボットを制御することにも適用可能であり得る。たとえば、芝生刈りロボットまたは空間監視ロボットは、本明細書において説明されているような芝生または空間の特定の部分におけるオペレーションを実行するように訓練され得る。

20

【0132】

本明細書で説明されている異なる実装形態の要素は、特に上で述べていない他の実装形態を形成するように組み合わせることもできる。要素は、その動作に悪影響を及ぼすことなく本明細書で説明されている構造から外してもよい。さらに、様々な別々の要素が、本明細書で説明されている機能を実行するために1つまたは複数の個別の要素に組み合わせられ得る。

【0133】

これで多数の実装形態が説明された。それでも、様々な修正が加えられ得ることは理解されるであろう。したがって、他の実装形態は、請求項の範囲内に収まる。

【符号の説明】

30

【0134】

- 10 床面
- 20 環境
- 30 ユーザ
- 31 ユーザコンピューティングデバイス
- 40 視覚的表現
- 50a、50b ドア
- 52a、52b、52c 汚れている領域
- 54 隆起部分
- 60 ドッキングステーション
- 62a、62b インジケータ
- 64a、64b、64c インジケータ
- 65 インジケータ
- 66a～66f インジケータ
- 70a、70b 画像キャプチャデバイス
- 100 自律清掃ロボット
- 105 ゴミ
- 106 電気回路
- 108 ハウジングインフラストラクチャ
- 109 コントローラ

40

50

110	駆動システム	
112	駆動輪	
113	底部	
114	モーター	
115	受動的キャスターホイール	
116	清掃アセンブリ	
117	清掃入口	
118	回転可能部材	
119	バキュームシステム	
120	モーター	10
121	後方部分	
122	前方部分	
124	ゴミ箱	
126	ブラシ	
128	モーター	
134	クリフセンサ	
136a、136b、136c	近接センサ	
138	バンパー	
139a、139b	バンプセンサ	
140	画像キャプチャデバイス	20
142	頂部	
141	障害物追従センサ	
144	メモリ記憶素子	
145	吸引経路	
146、148	平行水平軸	
147	ゴミ検出センサ	
149	ワイヤレストランシーバ	
150、152	側部表面	
154	前方表面	
156、158	コーナー表面	30
162	中心	
180	光学検出器	
182、184	光学エミッタ	
185	通信ネットワーク	
188	モバイルデバイス	
190	自律移動ロボット	
192	クラウドコンピューティングシステム	
194a、194b、194c	スマートデバイス	
195	地図	
196a ~ 196f	地図	40
197	地図作成データ	
200	プロセス	
202、204、206、208、210、212	オペレーション	
700	自律清掃ロボット	
702	床面	
704	環境	
705	経路	
706a ~ 706f	配置	
708	汚れている領域	
709	経路	50

713	経路	
800	自律清掃ロボット	
802	床面	
804	環境	
806	ドア	
808	第1の部屋	
809	廊下	
810	ドア	
812	第2の部屋	
900	自律型清掃ロボット	10
902	床面	
904	環境	
906	領域	
907	第1の経路	
908	第2の経路	
909	第3の経路	
1000	自律型清掃ロボット	
1002	床面	
1004	環境	
1006	領域	20
1008	経路	
1010a ~ 1010f	障害物	
1012a ~ 1012f	出入経路	
1014	経路	
1100	自律移動ロボット	
1101	自律移動ロボット	
1102	床面	
1104	環境	
1106	物体	30

40

50

50

【図面】

【図 1 A】

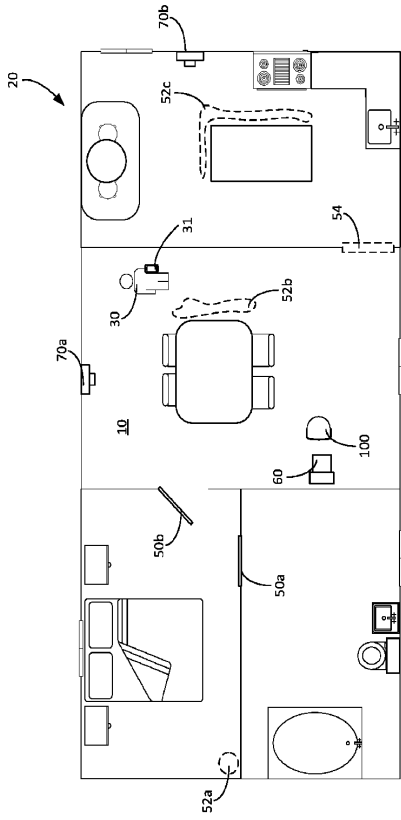


FIG. 1A

【図 1 B】

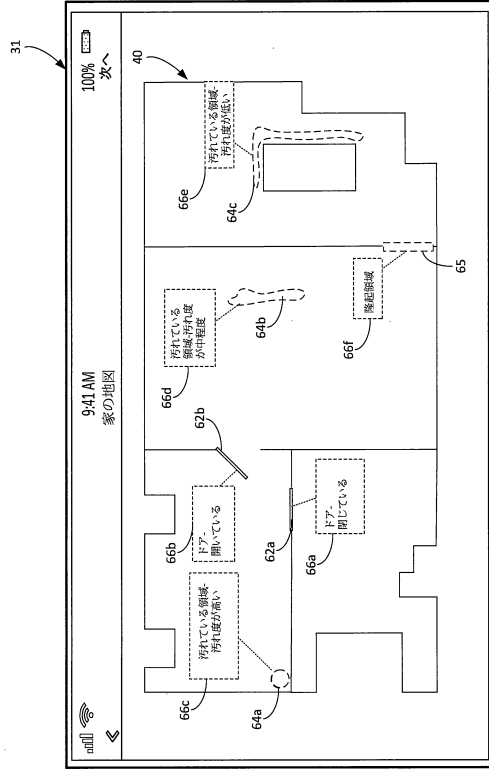


FIG. 1B

【図 2】

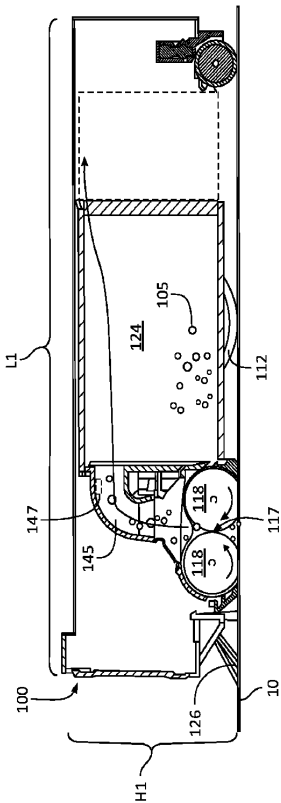


FIG. 2

【図 3 A】

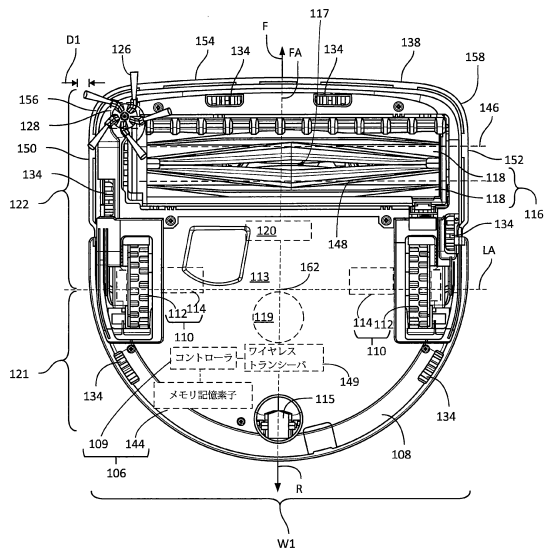


FIG. 3A

10

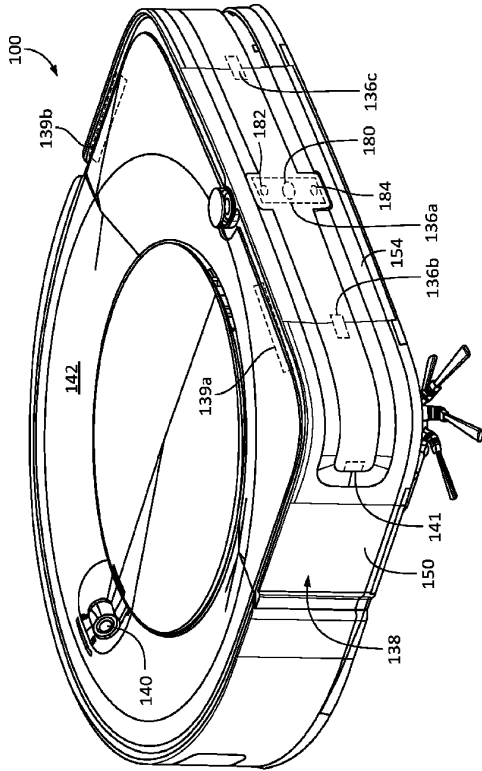
20

30

40

50

【図3B】



【図4】

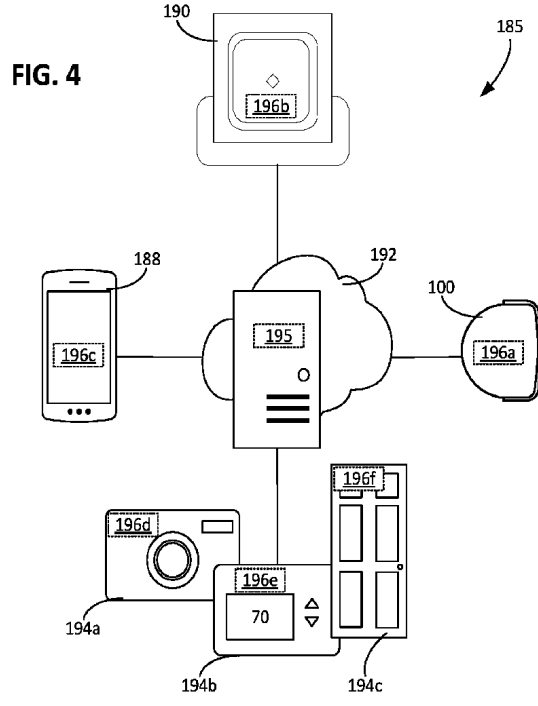


FIG. 3B

FIG. 4

10

20

【図5】

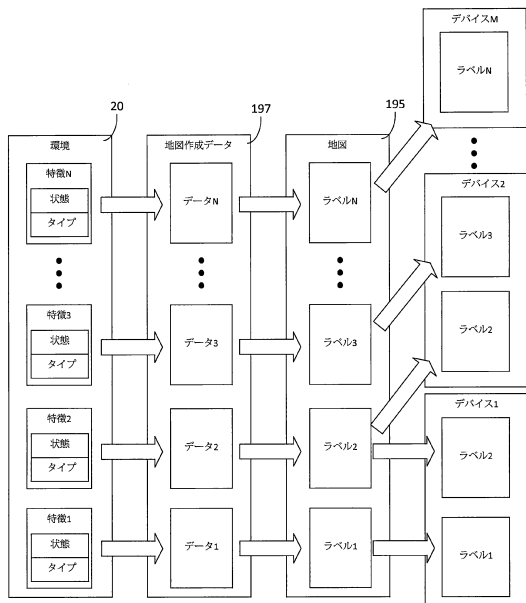


FIG. 5

【図6】

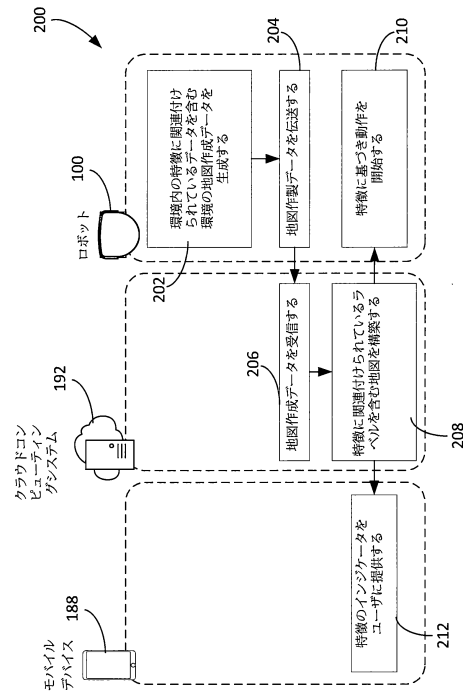


FIG. 6

30

40

50

【 図 7 A 】

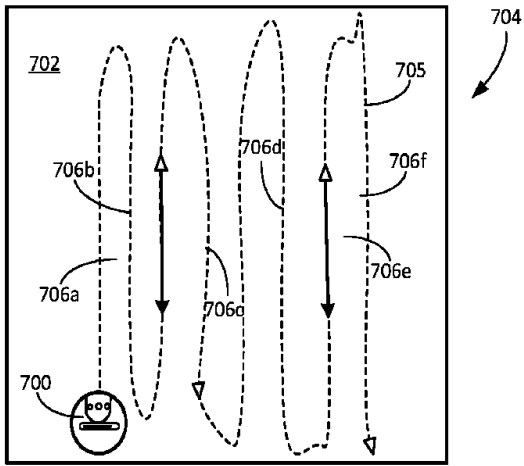


FIG. 7A

【 図 7 B 】

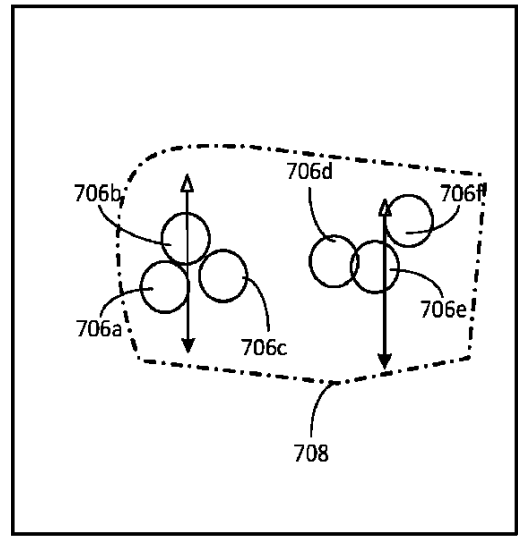


FIG. 7B

【 図 7 C 】

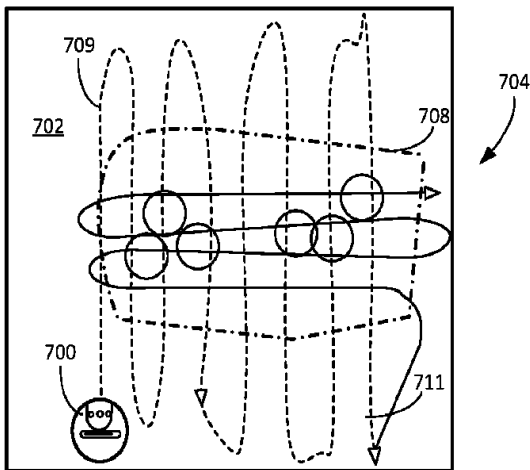


FIG. 7C

【 図 7 D 】

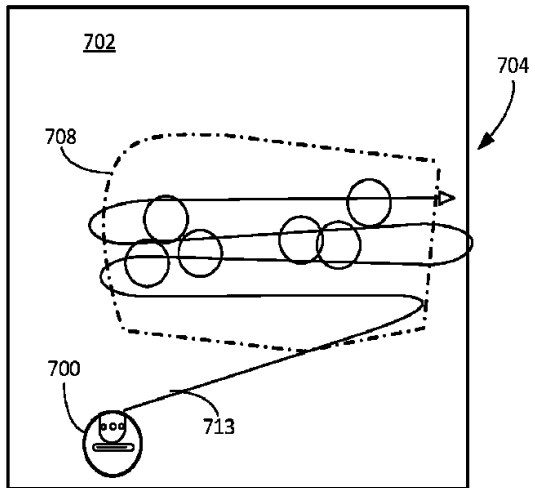


FIG. 7D

10

20

30

40

50

【 8 A 】

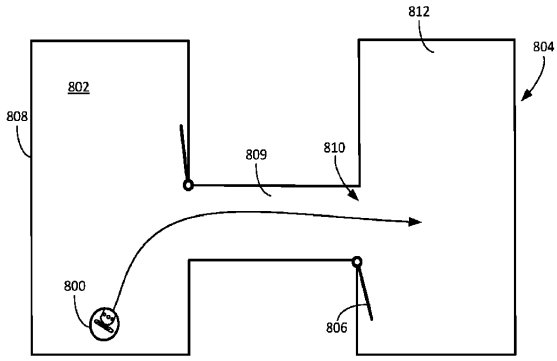


FIG. 8A

【 8 B 】

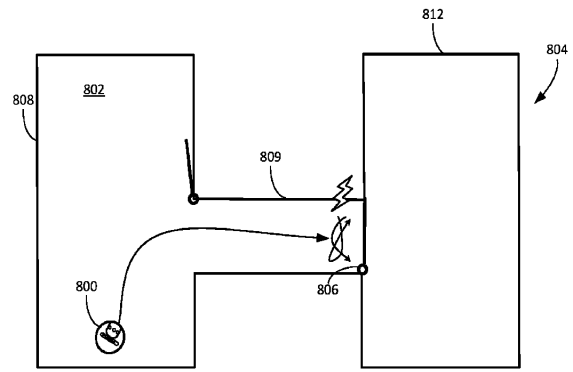


FIG. 8B

10

【 9 A 】

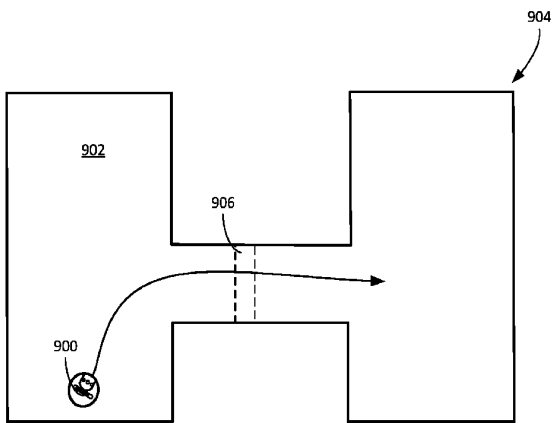


FIG. 9A

【 9 B 】

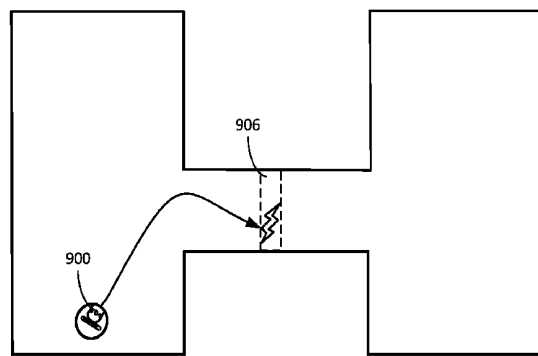


FIG. 9B

20

30

40

50

【 9 C 】

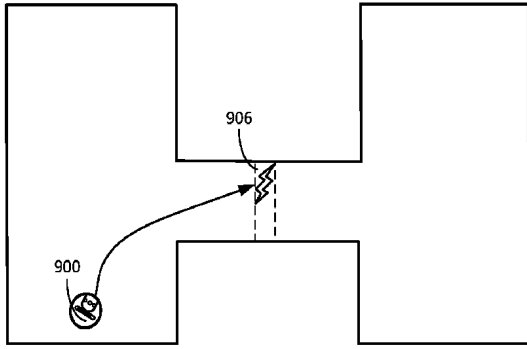


FIG. 9C

【 9 D 】

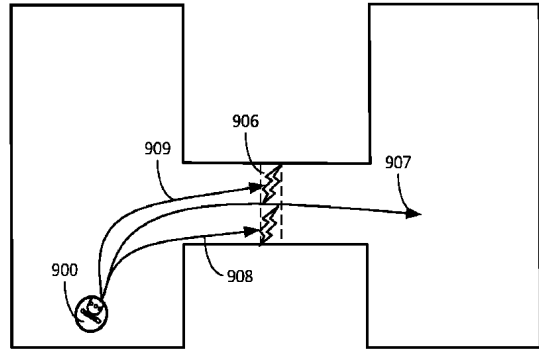


FIG. 9D

10

【 1 0 A 】

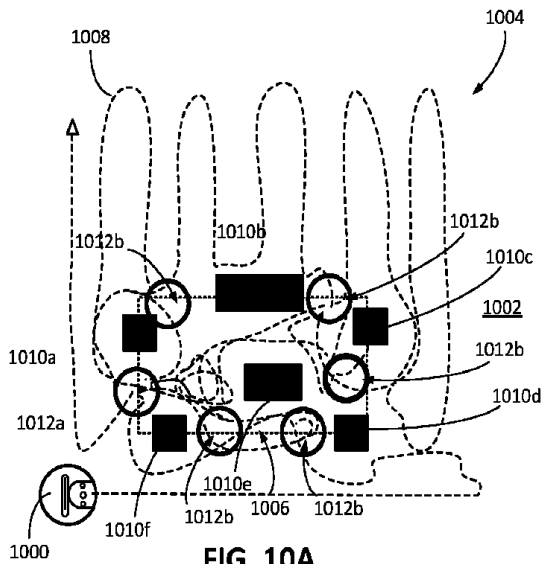


FIG. 10A

【 1 0 B 】

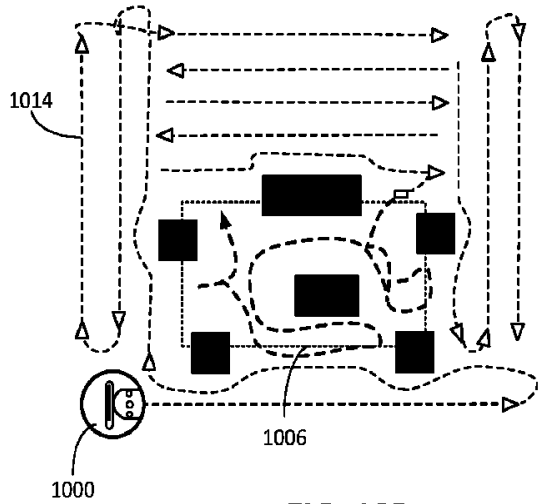


FIG. 10B

20

30

40

50

【図 11 A】

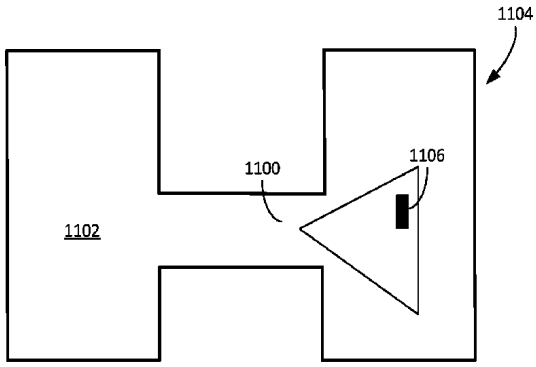


FIG. 11A

【図 11 B】

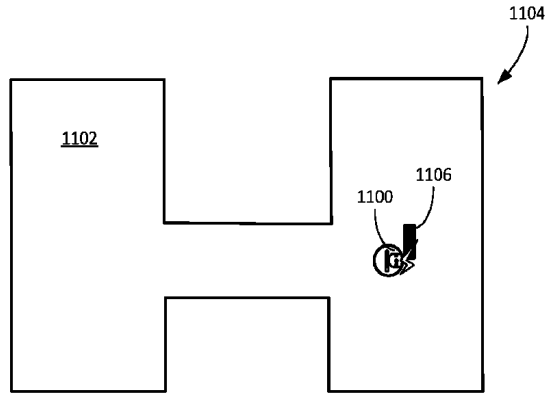


FIG. 11B

【図 11 C】

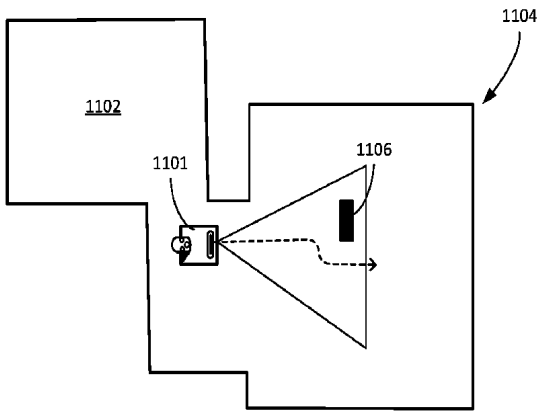


FIG. 11C

【図 11 D】

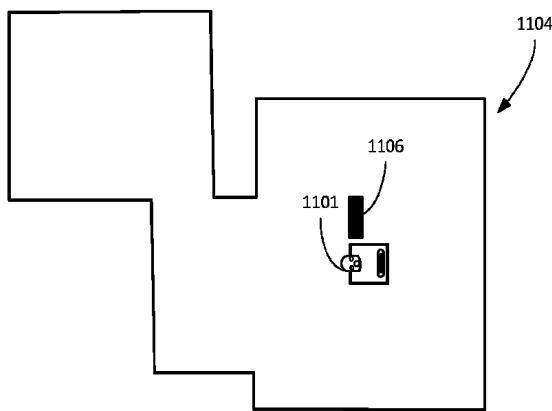


FIG. 11D

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 106・パサデナ・ノース・ミシガン・アベニュー・51
(72)発明者 マンジュ・ナラヤナ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91106・パサデナ・イースト・デル・マー・ブルバード
・1155・アパートメント・212
- (72)発明者 フィリップ・フォンゲ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・91030・サウス・パサデナ・ハンスコム・ドライブ・17
22
- 審査官 今井 貞雄
- (56)参考文献 特開2018-139720(JP,A)
国際公開第2019/097012(WO,A1)
特開2019-121365(JP,A)
国際公開第2018/208879(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A47L 9/28
G05D 1/02