

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6980775号
(P6980775)

(45) 発行日 令和3年12月15日 (2021. 12. 15)

(24) 登録日 令和3年11月19日 (2021. 11. 19)

(51) Int. Cl.	F I	
G 0 8 B 21/12 (2006. 01)	G 0 8 B 21/12	
A 4 7 L 7/00 (2006. 01)	A 4 7 L 7/00	A
G 0 6 T 7/12 (2017. 01)	G 0 6 T 7/12	
G 0 6 T 7/90 (2017. 01)	G 0 6 T 7/90	
A 4 7 L 9/28 (2006. 01)	A 4 7 L 9/28	E

請求項の数 7 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2019-516920 (P2019-516920)	(73) 特許権者	518437202
(86) (22) 出願日	平成29年6月9日 (2017. 6. 9)		ブレイン コーポレーション
(65) 公表番号	特表2019-525815 (P2019-525815A)		B R A I N C O R P O R A T I O N
(43) 公表日	令和1年9月12日 (2019. 9. 12)		アメリカ国 9 2 1 2 1 カリフォルニア
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/036754		サンディエゴ スイート 1 0 0 テレシ
(87) 国際公開番号	W02017/214503		スコート 1 0 1 8 2
(87) 国際公開日	平成29年12月14日 (2017. 12. 14)	(74) 代理人	100107984
審査請求日	令和2年6月8日 (2020. 6. 8)		弁理士 廣田 雅紀
(31) 優先権主張番号	15/179, 851	(74) 代理人	100102255
(32) 優先日	平成28年6月10日 (2016. 6. 10)		弁理士 小澤 誠次
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100096482
			弁理士 東海 裕作
		(74) 代理人	100188352
			弁理士 松田 一弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流出物の自動検出システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの流出物を検出するためのロボットであって、
コンピュータ可読命令が記憶されたメモリと、
前記コンピュータ可読命令を実行して、
複数の場所の間で前記ロボットによって捕捉された複数の画像において前記少なくとも1つの流出物を識別し、

前記少なくとも1つの流出物の識別において、所定の時間間隔にわたって捕捉された多量の画像に対して、前記識別された少なくとも1つの流出物の少なくとも一部を含む多量の画像に少なくとも基づいて決定される信頼度を判定し、

所定の閾値を満たす又は超える前記信頼度に基づいて、前記少なくとも1つの流出物を認識し、かつ

前記少なくとも1つの流出物を認識することに応じて、前記少なくとも1つの流出物に関して前記ロボットの動作に対応する、ユーザが選択可能な複数のオプションを含む警報通知を生成するように構成される、少なくとも1つのプロセッサと
を備える、前記ロボット。

【請求項 2】

赤外線カメラを含む、少なくとも1つの光学撮像デバイスをさらに備え、
前記複数の画像が、熱画像を含み、かつ、前記少なくとも1つの流出物が床の上の流出物に対応する、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの流出物を含む光景の温度値を変化させるように構成される温度調節器をさらに備え、

前記温度調節器が、排気管及びファンのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 4】

光景の反射特性、前記光景の放射特性、前記光景の電気特性、前記光景の摩擦特性のうちの少なくとも 1 つを検出するように構成されるセンサをさらに備える、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのプロセッサが、前記コンピュータ可読命令を実行して、前記警報通知に応じて動作コマンドを受信し、かつ、前記動作コマンドの前記受信に基づいて床清掃システムをオフにする信号を送信するようにさらに構成される、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのプロセッサが、前記コンピュータ可読命令を実行して、前記少なくとも 1 つの流出物に対応する画像のライブラリにおける学習ベースの視覚的分類を利用し、かつ、前記学習ベースの視覚的分類に基づいて前記少なくとも 1 つの流出物を識別するようにさらに構成される、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのプロセッサが、前記コンピュータ可読命令を実行して、第 1 の画像のセグメント内の前記少なくとも 1 つの温度値に基づいてカラー画像を生成し、かつ、前記カラー画像内の色が、前記少なくとも 1 つの流出物に対応するかどうかを判定するようにさらに構成される、請求項 1 に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権

本出願は、同じ名称の 2016 年 6 月 10 日に出願された米国特許出願第 15/179,851 号に対する優先権の利益を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

著作権

本特許文書の開示の一部には、著作権保護の対象となる資料が含まれている。著作権所有者は、特許商標庁の特許ファイルまたは記録に記載されているような特許文書または特許開示のいずれかによるファクシミリ複製には異論を唱えないが、それ以外の全ての著作権を留保する。

【0003】

本出願は、概して、ロボット工学に関し、より具体的には、流出物 (spill) の自動検出システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0004】

現在、水および他の薬剤の流出 (spillage) により、近くの人々が負傷する危険があり得る。例えば、人々が流出物で滑り、腕、脚、または他の身体部分を負傷することがある。人の出入りが多い店舗および倉庫環境において、流出物は特に危険であり得る。事実、毎年、転倒による負傷は、年間数十億ドルの直接費用を伴って、何百万人もの人々を病院に送っている。さらに、これらの転倒による負傷は、死亡、および年間数百万の就労喪失をもたらす。また、水および他の薬剤の流出は、それらが広がったとき、周囲の表面および物品を損傷させ、衣類および他の物品に損害を与える可能性がある。例えば、流出物によって、店舗の物品が損傷され、および／またはカーペットが破損される可能性

がある。

【0005】

場合によっては、それらの液体を含有する容器が顧客または従業員などによってひっくり返されたときに、そのような流出が生じることがある。流出物は、液体を伴う清掃中にも起こり得る。例えば、床洗浄機は、水および／または他の薬剤を使用して床を清掃する。場合によっては、水および／もしくは他の薬剤が漏出し得るか、または床に残り、危険を創出し、表面および物品を潜在的に損傷させる。

【0006】

現在、流出物を検出するための方法は、人間の検査に依存することが多く、その流出物に遭遇した人物は、その流出物を清掃する（例えば、モップがけする）か、または流出物に対して、適切な人物の注意を喚起させる。これらの方法は非効率的であるだけでなく、多くの流出物がかなりの時間にわたって検出されないことがある。したがって、流出物を検出するための改善されたシステムおよび方法が必要とされている。

10

【発明の概要】

【0007】

前述の必要性は、とりわけ、流出物検出のための装置および方法を提供する本開示によって満たされる。本明細書に記載されている例示的な実装は、革新的な特色を有しており、そのうちの単一のものが、それらの望ましい属性に対して不可欠ではなく、または単独でその責を担うものでもない。特許請求の範囲を限定することなく、有利な特色のうちのいくつかをここで要約する。

20

【0008】

いくつかの実装において、流出物検出器が開示される。場合によっては、流出物検出器をロボットに結合することができる。流出物検出器がロボットに取り付けられている場合、流出物検出器は、ロボットが移動するにつれて、流出物を検出することができる。流出物検出器がロボットに取り付けられているかどうかにかかわらず、流出物が検出されると、流出物検出器は、ロボット（および／もしくはロボットシステム）の停止、ユーザへの警報、ならびに／または流出物の無視のような動作を行うことができる。

【0009】

第1の態様において、ロボットが開示される。1つの例示的な実装において、ロボットは、ロボットを場所の間で移動させるように構成されたアクチュエータと、ロボットが場所の間を移動する間に、流出物を含む光景の少なくとも1つの画像を捕捉するように構成された少なくとも1つの光学撮像デバイスを備える流出物検出器と、少なくとも1つの画像における流出物を識別し、流出物の認識の一部を示す警報を生成するように構成されたプロセッサと、を備える。

30

【0010】

一変形例において、光学撮像デバイスは、赤外線カメラであり、少なくとも1つの画像は、熱画像である。

【0011】

別の変形例において、ロボットは、流出物を含む光景の温度を変更するように構成された温度調節器をさらに含む。別の変形例において、温度調節器は、排気管およびファンのうちの少なくとも1つである。

40

【0012】

別の変形例において、ロボットのプロセッサは、流出物の識別における信頼度を判定するようにさらに構成されている。別の変形例において、信頼度は、ベイジアン（Bayesian）統計モデルに少なくとも部分的に基づいて判定される。

【0013】

別の変形例において、ロボットは、光景の反射特性、放射特性、電気特性、ノイズ、および摩擦のうちの少なくとも1つを検出するように構成されたセンサをさらに備える。別の変形例において、信頼度は、センサおよび少なくとも1つの画像からの情報に少なくとも部分的に基づいている。

50

【0014】

別の変形例において、プロセッサは、少なくとも1つの画像のセグメントの熱値に少なくとも部分的に基づいて、色を有するカラー画像を生成するように、かつ、色が、流出物の少なくとも一部分を示すかどうかを判定するように、さらに構成されている。

【0015】

別の変形例において、ロボットは、床清掃システムをさらに備える。

【0016】

第2の態様において、流出物を検出するための方法が開示される。1つの例示的な実装において、本方法は、流出物を含む第1の場所における第1の光景の第1の画像を生成することと、流出物を含まない第2の場所における第2の光景の第2の画像を生成することと、第1の画像のセグメント内の少なくとも熱値から流出物を検出するために第1の画像をセグメント化することと、流出物を識別することと、流出物の識別の少なくとも一部分を示す警報を生成することと、を含む。

10

【0017】

一変形例において、本方法は、第1の画像を生成している間に、第1の光景の温度を調節することをさらに含む。

【0018】

別の変形例において、本方法は、識別された流出物における信頼度を判定することをさらに含み、生成された警報は、信頼度をさらに示す。

【0019】

別の変形例において、本方法は、第1の光景の反射特性、放射特性、電気特性、ノイズ、および摩擦のうちの少なくとも1つを感知することをさらに含む。

20

【0020】

別の変形例において、本方法は、第1の画像のセグメント化、ならびに第1の光景の反射特性、放射特性、電気特性、ノイズ、および摩擦のうちの感知された少なくとも1つに、少なくとも部分的に基づいて、識別された流出物における信頼度を判定することをさらに含み、生成された警報が、信頼度をさらに示す。

【0021】

別の変形例において、本方法は、生成された警報に応じて動作コマンドを受信し、動作コマンドに応じ動作を行うことをさらに含む。

30

【0022】

第3の態様において、非一時的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体が開示される。1つの例示的な実装において、非一時的なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、それに格納された複数の命令を有し、命令が、流出物検出器を作動させるように、処理装置によって実行可能であり、命令が、処理装置によって実行されるとき、処理装置に、流出物を含む第1の場所における第1の光景の第1の画像を生成させ、流出物を含まない第2の場所における第2の光景の第2の画像を生成させ、第1の画像のセグメント内の少なくとも熱値から流出物を検出するために第1の画像をセグメント化させ、流出物を識別させ、流出物の識別の少なくとも一部分を示す警報を生成させるように構成されている。

【0023】

一変形例において、命令はさらに、処理装置に、第1の画像を生成している間に、第1の光景の温度を調節させる。

40

【0024】

別の変形例において、命令はさらに、処理装置に、識別された流出物における信頼度を判定させ、生成された警報は、信頼度をさらに示す。

【0025】

別の変形例において、命令はさらに、処理装置に、第1の光景の反射特性、放射特性、電気特性、ノイズおよび摩擦のうちの少なくとも1つを感知させる。

【0026】

別の変形例では、命令はさらに、処理装置に、第1の画像のセグメント化、ならびに第

50

1の光景の反射特性、放射特性、電気特性、ノイズ、および摩擦のうちの感知された少なくとも1つに、少なくとも部分的に基づいて、識別された流出物における信頼度を判定させるようにさらに構成されており、生成された警報は、信頼度をさらに示す。

【0027】

別の変形例において、命令はさらに、処理装置に、生成された警報に応じて動作コマンドを受信させ、動作コマンドに応じ動作させる。

【0028】

第4の態様において、流出物検出器が開示される。1つの例示的な実装において、流出物検出器は、流出物が存在するときに流出物を示すデータを生成するように構成された1つ以上のセンサと、生成されたデータから流出物が検出されたという信頼度を判定するように構成されたプロセッサと、を備える。

10

【0029】

一変形例において、1つ以上のセンサは、カメラを含む。別の変形例において、1つ以上のセンサは、マイクロフォン、光度計、動力計、蛍光検出器、蛍光撮像器、静電容量計、電圧計、マルチメータ、オシロスコープ、オーム計、および電流計のうちの少なくとも1つをさらに備える。

【0030】

別の変形例において、プロセッサは、判定された信頼度に少なくとも部分的に基づいてコマンドを生成するようにさらに構成されている。一変形例において、コマンドは、停止コマンドである。一変形例において、コマンドは、流出物検出器に、さらなる命令のための要求をユーザインターフェースに送信するように命令する。

20

【0031】

第5の態様において、流出物に応じて動作を行うロボットが開示される。1つの例示的な実装において、ロボットは、ロボットを場所の間で移動させるように構成されたアクチュエータと、ロボットが場所の間を移動する間に、流出物を含む光景の少なくとも1つの画像を捕捉するように構成された少なくとも1つの光学撮像デバイスを備える、流出物検出器と、少なくとも1つの画像に少なくとも部分的に基づいて動作コマンドを生成するように構成されたプロセッサと、を備える。

【0032】

一変形例において、ロボットは、流出物を含む光景の温度を変更するように構成された温度調節器をさらに含む。

30

【0033】

別の変形例において、動作コマンドは、ロボットが場所の間を移動するのを停止させる停止コマンドである。

【0034】

第6の態様において、流出物検出のためのシステムが開示される。1つの例示的な実装において、システムは、サーバに通信可能に結合された流出物検出器を含む。サーバは、ロボットおよび1つ以上のアクセスポイントに通信可能に結合される。

【0035】

第7の態様において、制御センタが開示される。1つの例示的な実装において、制御センタは、サーバを通じて流出物検出器に通信可能に結合されている。制御センタは、流出物検出器によって検出された流出物に少なくとも部分的に基づいて、ロボットにコマンドを遠隔的に送信する。

40

【0036】

本開示のこれら、および他の目的、特色、および特性ならびに構造の関連要素の操作および機能の方法ならびに部品の組み合わせおよび製造の経済は、それらの全てが本明細書の一部を形成し、同様の参照番号は様々な図における対応する部分を示す、添付の図面を参照し、次の説明および添付の特許請求の範囲を考慮することにより、より明らかになるであろう。しかしながら、図面は、例示および説明の目的のみのためであり、本開示の限界の画定を意図するものではないことは、明白に理解されるべきである。本明細書およ

50

び特許請求の範囲で使用されているように、「a」、「an」および「the」の単数形は、文脈上他に明確に指示されない限り、複数の指示対象を含む。

【図面の簡単な説明】

【0037】

開示された態様は、添付の図面と併せて以下で説明され、開示される態様を例示するために提供され、限定するために提供されるものではなく、同様の名称は同様の要素を示す。

【0038】

【図1】本開示のいくつかの実装による、流出物検出器を有する例示的なロボットの側面図である。

10

【図2A】本開示のいくつかの原理による、床洗浄機のための例示的な本体形態の様々な側面図を示す。

【図2B】本発明の原理による、ロボットの例示的な本体形態の様々な側面図を示す。

【図3】本開示のいくつかの実装による、例示的なロボットの機能ブロック図である。

【図4】本開示のいくつかの実装による、サーバに通信可能に結合された例示的な流出物検出器の機能ブロック図である。

【図5】本開示の原理による、検出された流出物をユーザに警報するための例示的なユーザインターフェースである。

【図6】本開示のいくつかの原理による、表面上の流出物を撮像する例示的な流出物検出器の側面図である。

20

【図7A-7E】本開示のいくつかの実装による、赤外線カメラを含む流出物検出器によって撮影された例示的な熱画像である。

【図8】本開示のいくつかの実装による、流出物に空気を吹き付けるように構成された例示的なファンの側面図である。

【図9】本開示のいくつかの実装による、流出物を加熱することができる例示的な加熱装置の側面図である。

【図10A-10C】本開示のいくつかの実装による、例示的な加熱ユニットが流出物を加熱するときに撮影された例示的な熱画像である。

【図11】本開示のいくつかの実装による、流出物を検出するための例示的な方法のプロセスフロー図である。

30

【図12】本開示のいくつかの実装による、ロボットが流出物を識別する際にユーザの支援を求めることができる、流出物を検出する例示的な方法のプロセスフロー図である。

【図13】本開示のいくつかの実装による、フィードバックに基づいてロボットが挙動を調節することができる、流出物を検出する例示的な方法のプロセスフロー図である。

【図14】本開示の原理による、流出物を検出するための例示的な方法のプロセスフロー図である。

【0039】

本明細書に開示された全ての図は、Brain Corporationの(Cマーク)著作権2017~2017である。全著作権を所有する。

【発明を実施するための形態】

40

【0040】

I. 概要

【0041】

本明細書に開示された新規なシステム、装置、および方法の様々な態様は、添付の図面を参照して以下でより完全に記載される。しかしながら、本開示は、多くの異なる形態で具現化することができ、本開示を通して提示される具体的な構造または機能に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの態様は、本開示が徹底的かつ完全であり、本開示の範囲を当業者に完全に伝えるように提供される。本明細書の教示に基づいて、当業者は、本開示の任意の他の態様とは独立して実装されるか、組み合わせられて実装されるかにかかわらず、本開示の範囲が、本明細書に開示された新規のシステム、装置、およ

50

び方法の任意の態様を包含することを意図していることを理解するはずである。例えば、本明細書に記載の任意の数の態様を使用して、装置を実装することができ、または方法を実施することができる。その上、本開示の範囲は、本明細書に記載された開示の様々な態様に加えて、またはそれ以外の他の構造、機能、または構造および機能を使用して実施されるそのような装置または方法を包含するように意図されている。本明細書に開示される任意の態様は、特許請求項の1つ以上の要素によって実装され得ることを理解されたい。

【0042】

特定の態様が本明細書に記載されているが、これらの態様の多くの変形および置換が本開示の範囲内に含まれる。好ましい態様のいくつかの利点および利益が述べられているが、本開示の範囲は、特定の利点、用途および／または目的に限定されることを意図しない。詳細な説明および図面は、限定ではなく本開示の単なる例示であり、開示の範囲は、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される。

10

【0043】

本開示は、流出物を検出するための改善されたシステムおよび方法を提供する。本明細書で使用されるように、ロボットは、複雑な一連の動作を自動的に成し遂げるように構成された機械的または仮想的エンティティを含むことができる。場合によっては、ロボットは、コンピュータプログラムまたは電子回路によってガイドされる機械であってもよい。場合によっては、ロボットは、ロボットがある場所から別の場所に移動できるナビゲーション用に構成された電子機械コンポーネントを含むことができる。そのようなナビゲートロボットは、自律型自動車、床清掃機、ローバー (r o v e r)、ドローン、カートなどを含むことができる。

20

【0044】

本明細書で言及されるように、床清掃機は、手動制御（例えば、駆動制御または遠隔制御）および／または自律（例えば、ユーザ制御をほとんどまたは全く用いない）床清掃機を含むことができる。例えば、床清掃機は、管理者、管理人、または他の人が操作する床洗浄機、および／または環境を自律的にナビゲートおよび／または清掃するロボット床洗浄機を含むことができる。

【0045】

本開示のシステムおよび方法の様々な実装および変形例の詳細な説明がここで提供される。本明細書で考察される多くの例は、ロボット床清掃機の文脈にあるが、本明細書に記載されているシステムおよび方法は、他のロボットでも使用できることが理解されよう。本明細書に記載された技術の無数の他の例示的な実装または使用は、本開示の内容が与えられれば、当業者によって容易に想定されるであろう。

30

【0046】

有利なことに、本開示のシステムおよび方法は、少なくとも、(i) 流出物の自動検出を提供し、(i i) 流出物のロボットによる検出を可能にし、(i i i) 早期流出物検出を通じて負傷および資産の損傷を軽減または排除し、(i v) 流出物を検出して清掃することによる自動ロボット清掃を可能にし、(v) 流出物の偽陽性および／または偽陰性の検出を低減または排除し、かつ(v i) カメラなどの既製のコンポーネントによって、検出される流出物についての可能性を高める。他の利点は、本開示の内容を与えられた当業者が容易に認識することができる。

40

【0047】

本明細書で使用されるように、流出物（および／または流出）は、水および／または他の薬剤のような液体および／または部分液体を含むことができる。このような他の薬剤には、特定の環境において床に流出物する可能性のあるあらゆるタイプの薬剤が含まれる。例えば、食料品店においては、薬剤は、水溶液、蜂蜜、ミルク、マスタード、ケチャップ、飲料、体液、油、バター、氷、キャンディー、洗剤（例えば、洗浄液、床ワックス、消毒剤など）、および／または他の薬剤を含むことができる。倉庫においては、薬剤は、水溶液、グリース、油、洗剤（例えば、洗浄液、床ワックス、消毒剤など）、産業廃棄物、冷却剤などを含むことができる。

50

【0048】

流出物は、床などの表面上にある可能性がある。表面には、店舗や倉庫の床材として使用されるものを含む、任意の既知の表面を含めることができる。例えば、表面は、（例えば、人工、合成、硬材などの）木材、竹、ビニール、コンクリート、セラミックタイル、リノリウム、磁器タイル、ラミネート、コルク、石、アルミニウム、金属、鋼、エポキシなどを含むことができる。多くの場合、表面には固体の材料が含まれる。

【0049】

したがって、それらの異なる化学的構成および異なる物理的状态のために、流出物と表面は、互いに比較して異なる特性／特徴を有することができる。いくつかの例をここで簡単に述べるが、後に本開示の節 I I および I I I でより詳細に考察される。

10

【0050】

特性／特徴の差のいくつかを例示することによって、流出物は、表面からのコンダクタンス、インピーダンス、および静電容量などの異なる電気的特性を有することができる。流出物は、表面とは異なる摩擦係数を有することもできる。

【0051】

流出物は、異なる熱特性を有する可能性もある。例えば、多く流出物は、（例えば、揮発性液体の）蒸発冷却、断熱膨張、ジュールトムソン（Joule Thomson）効果、および／または液体、気体、もしくは液体－気体混合物の他の熱力学的作用のような物理現象の影響を受け得る。結果として、前述の物理現象のために、それらが存在する表面よりも多くの流出物（例えば、水、水溶液、油、溶剤、燃料など）が冷却される可能性がある。流出物の温度はまた、流出物した物質が、もともと、異なる温度で、意図的に（例えば、流出物を検出するのを助け、および／または腐敗を防止するために）または意図せずに存在する可能性があるため、床の温度とは異なる可能性がある。例えば、当業者であれば、温かいまたは高温の洗浄液の流出物の熱画像は、元々室温または室温未満の洗浄液の流出物とはかなり異なるように見えるはずである。

20

【0052】

流出物はまた、異なる反射率および／または発光を有することもできる。例えば、いくつかの流出物は、対応する表面よりも反射性があるかもしれない。結果として、入射光（例えば、備品、太陽光、または他の光源からの光）は、表面よりも流出物からより多く反射し得る。異なる温度の流出物は、異なる熱量を放射することもある。流出物はまた、紫外（「UV」）線および／または他の放射線に晒されたときに、いくつかの流出物が独特の蛍光特性を有することができる、異なる紫外線誘発蛍光を有し得る。流出物は、異なる反射率および／または放射特性を有し得る。例えば、ブリュースター角（Brewster's angle）でまたは実質的に近くでは、反射光は少なくとも部分的に偏光され得る。

30

【0053】

これらの異なる特性を有するにもかかわらず、流出物の検出には依然として課題がある。例えば、環境をナビゲートすることができるロボットのような移動ロボットが、流出物の位置を特定し、および／または処理することが望ましい場合がある。しかしながら、ある種の流出物は、その熱的特性により、それらが堆積した表面から温度が変化する前に時間がかかる。したがって、ロボットが少なくとも部分的に熱の差に頼っている場合、ロボットはあまりにも早く通過すると流出物を見逃す可能性がある。

40

【0054】

別の例として、床洗浄機などの床清掃機は、床などの表面を清掃するために水および／または他の洗剤を使用する。場合によっては、水やその他の洗剤を流出物として床に残したままにすることがある。

【0055】

例示として、図1は、流出物検出器112を有する床洗浄機とすることができるロボット100を示している。ロボット100は、水および／または洗浄薬剤（例えば、浄剤）を保持することができるタンク104を有する。ロボット100が移動すると、ある量の

50

水および洗浄薬剤が、管 106 を通じて床（例えば、表面）に散布される。次いで、ブラシ 108 が、水および洗浄薬剤を使用して床を擦る。ゴム雑巾 118 は、汚れた水および洗浄薬剤を床から除去するために管 114 を使用し、汚れた水および洗浄薬剤をスクラブ（scrub）真空ファンとして拭き取る。ステアリングホイール 102 を使用してロボット 100 を制御することができるが、いくつかの実装では、ロボット 100 は、遠隔制御または自律的にナビゲートするように構成されてもよい。ロボット 100 は、車輪 110 などの車輪を有することができる。これらの車輪は、車輪を移動させてロボット 100 を前方に推進させるように構成されたアクチュエータ（actuator）120 に結合することができる。このようにして、アクチュエータ 120 は、ロボット 100 をある場所から別の場所に移動させることができる。

10

【0056】

ロボット 100 は、流出物検出器 112 および温度調節器 116 を含むことができる。温度調節器 116 は、流出物検出器 112 によって画像化された光景の温度を変化させるために使用することができる。いくつかの実装においては、流出物検出器 112 を使用して、拭き取られない、および／または真空にされない、汚れた水および洗浄薬剤などの流出物を検出することができる。このような汚れた水および洗浄薬剤は、タンク 104、管 106、アクチュエータ 120、管 114、ゴム雑巾 118、またはロボット 100 の任意の他のコンポーネントまたはサブコンポーネントを含む、ロボット 100 の清掃システムに不具合、機械的故障および／または他の問題があるときには、場合によっては床に残ることがあり得る。

20

【0057】

例として、タンク 104 は漏出することがあり、過剰の液体（例えば、水）が床に流れ、その結果、全ての水を拭き取り、および／もしくは真空引きできない可能性があり、ならびに／また拭き取りおよび／もしくは真空引きできないことになる。これにより、床に流出物を残す可能性がある。別の例として、管 106 および／またはタンク 104 の調整器が機能しなくなり、過剰な水が床に置かれ、スピンの生じる可能性がある。別の例として、アクチュエータ 120 が、（意図的に、または誤動作を通じて）ロボット 100 を停止させることがあり得る。タンク 104 および管 106 からの水が引き続き床に散布された場合、流出物が生じ、かつ広がる可能性がある。

【0058】

別の例として、管 114 が、（例えば、それらが接続されている場合に）ロボット 100 またはゴム雑巾 118 から取り外れることがあり得る。これにより、床の上の水が真空引きされず、ロボット 100 の後方に流出物を残すことがあり得る。

30

【0059】

別の例として、ゴム雑巾 118 は、ロボット 100 から水を効果的に拭き取ることができないように、除去され、またはそうでなければ変位されることがあり得る。これらの場合、ゴム雑巾 118 は、床を拭き取ることができず、事実上、ロボット 100 の後ろに流出物を残すことになる。

【0060】

上述の例のいずれかを、単独で、または組み合わせて、ロボット 100 に流出物をそのまま残させておくことができる。当業者であれば、ロボット 100 が流出物をそのまま残しておくことができる他の多くの理由があり得ることを理解するはずであり、この開示は特定のものに限定されない。さらに、食料品店の棚から落ちる物品、飲料や洗浄液をこぼす人々など、流出物の他の理由が他にもあり得る。前述したように、これらの流出物は人々や物に危険をもたらす可能性がある。一掃されていないか、または別の方法で対処されていない場合、負傷および／または資産の損傷の可能性が高くなる。

40

【0061】

ロボット 100 は、前側 122、後側 124、右側 126、および左側（図示せず）を含む複数の側面を有することができる。当業者であれば、ロボット 100 は、外形（例えば、長方形、ピラミッド形、人型、または任意の設計形態）によって変わる可能性のある

50

、ロボット１００の表面に対応する他の側面もまた有することができることを理解するは
ずである。例示として、前側１２２は、ロボット１００の前方に向いている側に位置付け
することができ、前方に向いている側は、ロボット１００の前方への移動の方向において
前方にある。後側１２４は、ロボット１００の後方に面している側に位置付けすることが
でき、後方に面している側は、前方に面している側と実質的に反対方向に面している側で
ある。右側１２６は、前側１２２に対して右側とすることができ、左側（図示せず）は、
前側１２２に対して左側とすることができる。

【００６２】

当業者であれば、ロボット１００が床洗浄機であっても、ロボット１００が多数の異なる
外観／形態を有することができることを理解するはずである。図２Ａは、床洗浄機のため
の６つの例示的な本体形態を示す。これらは、様々な本体形態をさらに例示することを
意味するが、ロボット１００を特定の本体形態、またはそれどころか床洗浄機に制限する
ことを意味するものではない、非限定的な例である。例示的な本体形態２０２は、ユーザ
が床を洗浄するために本体形態２０２を押すことができる小さいフレームを有する直立の
外形を有する。場合によっては、本体形態２０２は、ユーザが清掃するのを助けることが
できる電動式の推進を有することができるが、本体形態２０２の自律的な移動を可能にす
ることもできる。本体形態２０４は、本体形態２０２よりも大きな構造的外形を有する。
本体形態２０４は、ステアリングの他に、本体形態２０４へのユーザの力の行使をほとんど、
または全く伴わずに動くことができるように電動化することができる。ユーザは、本体
形態２０４が動くときにそれを操縦することができる。本体形態２０６は、シート、ペ
ダル、およびステアリングホイールを含むことができ、ユーザは、本体形態２０６が洗浄
するときに、車両のように本体形態２０６を駆動することができる。本体形態２０８は、
本体形態２０６よりも大きな外形を有し、複数のブラシを有することができる。本体形態
２１０は、ユーザが本体形態２１０を運転する際にユーザが座る部分的または完全に囲ま
れた領域を有することができる。本体形態２１２は、ユーザが本体形態２１２を駆動して
いる間に立つプラットフォームを有することができる。

【００６３】

さらに、本開示で説明したように、ロボット１００は、そもそも床洗浄機でなくてもよい。
追加の例示のために、かつ限定するものではないが、図２Ｂは、ロボット１００の本体
形態のいくつかの追加の例を示す。例えば、本体形態２１４は、ロボット１００がスタン
ド式店舗の真空洗浄機である例を示す。本体形態２１６は、ロボット１００が人体に実
質的に類似した外観を有する人型ロボットである例を示す。本体形態２１８は、ロボット
１００がプロペラを有するドローンである例を示す。本体形態２２０は、ロボット１００
が車輪および客室を有する車両外形を有する例を示す。本体形態２２２は、ロボット１０
０がローバーである例を示す。本体形態２２４は、ロボット１００がショッピングカート
である例を示す。本体形態２２４は、自律的に操作するように電動化することができる。

【００６４】

図３は、いくつかの実装における例示的なロボット１００の機能ブロック図を示す。ロ
ボット１００はロボット床清掃機とすることができる。ロボット１００は、コントローラ
３０４、メモリ３０２、ユーザインターフェース３１８、アクチュエータ３２０、温度調
節器１１６、流出物検出器１１２、および図示されていない他のコンポーネントおよびサ
ブコンポーネントを含むことができる。

【００６５】

コントローラ３０４は、ロボット１００によって行われる様々な操作を制御することが
できる。コントローラ３０４は、１つ以上のプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）
および他の周辺機器を含むことができる。本明細書で使用されるように、プロセッサ、マ
イクロプロセッサ、および／またはデジタルプロセッサは、限定はしないが、デジタル信
号プロセッサ（「DSP」）、縮小命令セットコンピュータ（「RISC」）、汎用（「CISC」）
プロセッサ、マイクロプロセッサ、ゲートアレイ（例えば、フィールドプログラマブル
ゲートアレイ（「FPGA」））、プログラマブルロジックデバイス（「PL

D」)、再構成可能コンピュータファブリック(「RCF」)、アレイプロセッサ、セキュアマイクロプロセッサ、専用プロセッサ(例えば、ニューロモルフィック(neuromorphic)プロセッサ)、および特定用途向け集積回路(「ASIC」)を含むことができる。このようなデジタルプロセッサは、単一の集積回路ダイに含まれてもよく、または複数のコンポーネント(例えば、回路ダイ)にわたって分散されてもよい。

【0066】

コントローラ304は、メモリ302に動作可能および／または通信可能に結合されてもよい。メモリ302は、限定はしないが、読み出し専用メモリ(「ROM」)、ランダムアクセスメモリ(「RAM」)、不揮発性ランダムアクセスメモリ(「NVRAM」)、プログラム可能な読み出し専用メモリ(「PROM」)、電氣的に消去可能なプログラム可能な読み出し専用メモリ(「EEPROM」)、ダイナミックランダムアクセスメモリ(「DRAM」)、モバイルDRAM、シンクロナスDRAM(「SDRAM」)、ダブルデータレートSDRAM(「DDR/2SDRAM」)、拡張データ出力RAM(EDO)、高速ページモードRAM([FPM])、縮小レイテンシDRAM(「RLDRAM」)、スタティックRAM(「SRAM」)、「フラッシュ」メモリ(例えば、NAND/NOR)、メモリスタ(memristor)メモリ、疑似スタティックRAM(「PSRAM」)などを含む、デジタルデータを格納するように構成された、任意のタイプの集積回路または他の記憶デバイスを含むことができる。メモリ302は、命令およびデータをコントローラ304に提供することができる。例えば、メモリ302は、ロボット100を操作させるために処理装置(例えば、コントローラ304)によって実行可能な、複数の命令が格納された非一時的なコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。場合によっては、命令は、処理装置によって実行されたときに、処理装置に本開示に記載の様々な方法、特色、および／または機能を行わせるように構成することができる。したがって、コントローラ304は、メモリ302内に格納されたプログラム命令に基づいて論理演算および算術演算を行うことができる。

【0067】

いくつかの実装において、メモリ302は、例えば流出物の画像のライブラリ324を格納することができる。いくつかの実装において、このライブラリ324は、異なる照明条件、角度、サイズ、距離、明瞭度(例えば、ぼやけた、遮られた／閉塞された、部分的に外れたフレームなど)、色、周囲などで、異なる組成物(例えば、水および／または他の化学物質)を有する流出物の画像を含むことができる。ライブラリ324内の画像は、流出物検出器(例えば、流出物検出器112または任意の他の流出物検出器)によって撮影することができ、または、異なる照明条件、角度、サイズ、距離、明瞭度(例えば、ぼやけた、遮られた／閉塞された、部分的に外れたフレームなど)、色、周囲などから、流出物のライブラリ画像を(例えば仮想世界において)生成／シミュレートする(例えば、これらのライブラリ画像を完全にデジタル的に生成／シミュレートすることができ、または流出物または実質的に同様のオブジェクトの実際の画像から開始することができる)ように構成されている、コンピュータプログラムなどを用いて自動的に生成することができる。いくつかの実装において、ライブラリ324は熱画像を含むことができる。ライブラリ324は、少なくとも図11を参照して、ならびに本開示全体を通してさらに考察される、多くの状態での流出物を識別するようにコントローラ304を学習させるために使用することができる。ライブラリ324内の画像の数は、流出物の利用可能な画像の数、ロボット100が作動する周囲環境の変動性、流出物の複雑さ、流出物の出現の変動性、流出物内にあり得る化学物質の種類、(例えば、ライブラリ324、メモリ302、および／またはサーバ上の)利用可能な記憶空間のうちの1つ以上に少なくとも部分的に依存することができる。例えば、ライブラリ324は、1、5、10、100、1000、10,000、100,000、1,000,000、10,000,000、または任意の数の流出物画像を含むことができる。いくつかの実装形態では、ライブラリ324はネットワーク(例えば、クラウド、サーバなど)に格納されてもよく、メモリ302内に保存されなくてもよい。さらに別の例として、個々のロボットによって捕捉された画像が、他

のロボットと集合的に共有されるように、（例えば、製造業者に関連する）様々なロボットをネットワーク化することができる。このような方法で、これらのロボットは、画像データを「学習」および／または共有して、流出物を容易に検出する能力を促進することができる。

【0068】

いくつかの実装において、ユーザインターフェース318は、ユーザがロボット100と対話できるように構成することができる。例えば、ユーザインターフェース318は、タッチパネル、ボタン、キーパッド／キーボード、ポート（例えば、汎用シリアルバス（「USB」）、デジタルビジュアルインターフェース（「DVI」）、ディスプレイポート、イーサター（E-Sata）、ファイヤーワイヤー（Firewire）、ピーエス2（PS/2）、シリアル（Serial）、ブイジーエイ（VGA）、スカジー（SCSI）、オーディオポート、高品位マルチメディアインターフェース（HDMI）、パーソナルコンピュータメモ리카ード国際協会（「PCMCIA」）ポート、メモ리카ードポート（例えば、セキュアデジタル（「SD」）およびミニSD）、および／またはコンピュータ読取可能媒体用のポート）、マウス、ローラーボール、コンソール、バイブレータ、オーディオトランスデューサ、および／または、ワイヤレスデバイスで、またはワイヤを通じて結合されていようとなかろうと、ユーザがデータおよび／またはコマンドを入力および／または受信するための任意のインターフェースを含むことができる。ユーザインターフェース318は、限定ではないが、液晶ディスプレイ（「LCD」）、発光ダイオード（「LED」）ディスプレイ、LED・LCDディスプレイ、面内スイッチング（「IPS」）ディスプレイ、陰極線管、プラズマディスプレイ、高精細（「HD」）パネル、4Kディスプレイ、網膜ディスプレイ、有機LEDディスプレイ、タッチスクリーン、表面、キャンバス、および／または任意のディスプレイ、テレビ、モニタ、パネルおよび／または視覚的表現のための当該技術分野で既知のデバイスを含むことができる。いくつかの実装において、ユーザインターフェース318は、ロボット100上に位置付けされたスクリーンおよび／またはコンソールを含むなど、ロボット100の本体上に位置することができる。いくつかの実装において、ユーザインターフェース318は、ロボット100の本体から離れて位置付けすることができるが、（例えば、送信機、受信機、および／またはトランシーバを含む通信ユニットを介して）ロボット100に直接、または（ネットワーク、サーバ、および／またはクラウドを通じて）間接的に通信可能に結合することができる。場合によっては、ユーザインターフェース318は、図4を参照し、ならびに本開示を通してどこかで記載されるように、サーバ400などのサーバを介してロボット100と通信することができる。いくつかの実装において、ユーザインターフェース318は、図4を参照し、ならびに本開示を通してどこかで記載されるように、アクセスポイント402A～Nのうちの1つ以上に配置することができる。

【0069】

ワイヤレス接続および／またはワイヤレス結合は、ブルートゥース（BLUETOOTH（登録商標））、ジグビー（ZIGBEE（登録商標））、ワイファイ（Wi-Fi）などの伝送プロトコルを送信／受信するように構成されたワイヤレス伝送、誘導ワイヤレスデータ伝送、無線周波数、無線伝送、無線周波数識別（「RFID」）、近距離通信（「NFC」）、赤外線、ネットワークインターフェース、3G（3GPP/3GPP2）、高速ダウンリンクパケットアクセス（「HSDPA」）、高速アップリンクパケットアクセス（「HSUPA」）、時分割多重アクセス（「TDMA」）、符号分割多元接続（「CDMA」）（例えば、IS-95A、広帯域符号分割多元接続（「WCDMA」）など）、周波数ホッピングスペクトラム拡散（「FHSS」）、直接シーケンス拡散スペクトル「DSSS」）、パーソナルエリアネットワーク（「PAN」）（例えば、PAN/802.15）、マイクロ波アクセスの世界的な相互運用性（「WiMAX」）、802.20、狭帯域／周波数分割多元接続（「FDMA」）、直交周波数分割多重（「OFDM」）、（例えば、3Gロングタームエボリューション（Long Term Evolution、「LTE」）（例えば、LTE/LTE-A）、時分割LTE（「TD-

10

20

30

40

50

LTE」)、グローバル移動体通信システム(「GSM」)など)、アナログセルラ、セルラデジタルパケットデータ(「CDPD」)、衛星システム、ミリ波またはマイクロ波システム、音響、および赤外線(例えば、赤外線データ結合(「IrDA」))、および/またはワイヤレスデータ伝送の任意の他の形式を含む。

【0070】

本明細書で使用される、ネットワーク、サーバ、および/またはクラウドは、ネットワークインターフェースを含むことができる。ネットワークインターフェースは、限定しないが、ファイアーワイヤー(FireWire、例えば、FW400、FW800、FWS800T、FWS1600、FWS3200など)、ユニバーサルシリアルバス(「USB」)(例えば、USB1.X、USB2.0、USB3.0、USB Type-C など)、イーサネット(例えば、10/100、10/100/1000(ギガビットイーサネット)、10-Gig-Eなど)、同軸同盟技術によるマルチメディア(「MoCA」)、コアックスシズ(Coaxsys)(例えば、TVNETTM)、無線周波数チューナー(例えば、インバンド(in-band)またはOoB、ケーブルモデムなど)、Wi-Fi(802.11)、WiMAX(例えば、WiMAX(802.16))、PAN(例えば、PAN/802.15)、セルラ(例えば、3G、LTE/LTE-A/TD-LTE/TD-LTE、GSMなど)、IrDAファミリなどのそれらを含む、コンポーネント、ネットワーク、またはプロセスとの任意の信号、データ、またはソフトウェアインターフェースを含むことができる。本明細書で使用されるWi-Fiは、1つ以上のIEEE-Std. 802.11、IEEE-Std. 802.11の変形例、IEEE-Std. 802.11に関連する規格(例えば、802.11a/b/g/n/ac/ad/af/ah/ai/aj/aq/ax/ay)、および/または他のワイヤレス規格を含むことができる。

【0071】

有線結合は、信号線およびグラウンドを有する任意のケーブルなどの有線接続を含めることができる。例えば、このようなケーブルは、イーサネットケーブル、同軸ケーブル、汎用シリアルバス(「USB」)、ファイアーワイヤー、および/または当該技術分野で既知の任意の接続を含むことができる。このようなプロトコルは、内部システムと通信(例えば、ロボット100の任意のコンポーネントおよび/またはサブコンポーネント間の通信)し、ならびに/または外部システム(例えば、コンピュータ、スマートフォン、タブレット、データ捕捉システム、移動通信ネットワーク、クラウド、サーバなど)と通信するためにロボット100によって使用されることができる。

【0072】

アクチュエータ320は、作動に使用される任意のシステムを含むことができる。例えば、アクチュエータ320は、駆動される磁石システム、モーター/エンジン(例えば、電気モーター、燃焼エンジン、蒸気エンジン、および/または当該技術分野で既知の任意のタイプのモーター/エンジン)、ソレノイド/ラチェット(ratchet)システム、圧電システム(例えば、インチワーム(inchworm)モーター)、磁歪素子、ジェスティキュレーション(gesticulation)、および/または当該技術分野で既知の任意のアクチュエータを含むことができる。アクチュエータ320は、図1を参照して記載したように、アクチュエータ120を含むことができる。いくつかの実装において、アクチュエータ320は、推進を動力化するなど、ロボット100の移動を可能にするシステムを含むことができる。例えば、動力化された推進は、ロボット100を前方または後方に移動させること、および/またはロボット100を左または右に回転させることを助けることができる。例示として、このようにして、このようにして、アクチュエータ320は、ロボット100が移動しているか停止しているかを制御し、および/またはロボット100がある場所から別の場所にナビゲートすることを可能にする。

【0073】

アクチュエータ320は、水のオン/オフ、水の吹き付け、真空のオン/オフ、真空ホースの位置の移動、流出物検出器112の回転、温度調節器116のオン/オフ、温度調

10

20

30

40

50

節器 116 の回転、および／または任意の他の動作など、ロボット 100 の他の器具を始動させるように構成することもできる。例えば、アクチュエータ 320 は、水の流れをオフ／オンすることができるバルブ（例えば、機械的バルブおよび／もしくは電気バルブ）および／または給水システムを制御することによって、タンク 104 および管 106 を通じる床への水の散布をオフ／オンすることができる。

【0074】

流出物検出器 112 は、流出物 306 を検出するために使用できるシステムを含むことができる。いくつかの実装において、流出物検出器 112 は、Gut t a らの米国特許第 6, 812, 846 号に記載されているマシンイメージング (machine imaging) のようなマシンイメージング (machine-imaging) を含むことができ、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。流出物検出器 112 は、フォトカメラ、ビデオカメラ、赤外線カメラ、および他のカメラなどのセンサを含むことができる。流出物検出器 112 は、マイクロフォン、光度計、動力計、蛍光検出器、蛍光撮像器、静電容量計、電圧計、マルチメータ（例えば、デジタルマルチメータ (DMM)）、オシロスコープ、オーム計、電流計などの他のセンサを含むこともできる。いくつかの実装において、流出物検出器は、流出物を含む光景の少なくとも 1 つの画像を捕捉するように構成された少なくとも 1 つの光学撮像デバイスを備える。少なくとも図 11 を参照して、ならびに本開示を通してどこかで記載されるように、流出物検出器 112 は、流出物 306（または他の流出物）を有する画像を含む画像を視野内で撮影することができる。これらの画像から、流出物検出器 112 は流出物の存在を検出することができる。当業者であれば、流出物 306 はどのような外形であってもよく、本開示で示される特定の例示に限定されないことを理解するはずである。事実、同じ流出物 306 であっても、流出物 306 が広がる、移動するなど、時間の経過とともに異なる外形を採ることができる。流出物 306 は、水および／または他の化学物質など、液体および／または部分液体のような、本開示に記載されたいかなる流出物であってもよい。

【0075】

流出物検出器 112 は、ロボット 100 上に物理的に配置されていなくてもよい。例えば、場合によっては、流出物検出器は、壁、棚、天井、固定具、他のショッピングカート、家具などに取り付けることができる。そのとき、流出物検出器は、例えば、ワイヤレスで、および／またはワイヤ結合などを使用して、ロボット 100 に通信可能に結合することができる。流出物検出器 112 は、それ自体のコントローラを（例えば、プロセッサとともに）有することができる、および／またはコントローラ 304 に動作可能に、および／または通信可能に結合することができる。したがって、流出物検出に関連するシステムおよび方法を含む本開示に記載されている処理は、流出物検出器 112 および／またはコントローラ 304 などのコントローラで行うことができる。

【0076】

いくつかの実装において、流出物検出器 112 は、ワイヤおよび／またはワイヤレス接続を通じて、サーバに通信可能に結合されてもよい。図 4 は、例示的な流出物検出器 112 が例示的なサーバ 400 に通信可能に結合されている図を示す。流出物検出器 112 は、状態、コマンド、システムエラー、データ、警報、警告、測定データ、測定に関する要約データ、流出物の少なくとも一部分を示す情報、および／または流出物検出器 112 の操作および流出物の識別（例えば、流出物の場所を示すこと、および／または見せること）に関連する他の情報を送信することができる。いくつかの実装において、サーバ 400 は、限定された、もしくは定義された期間、または無期限もしくは未定義期間、仮想マシン、プロセス、または他のリソースをインスタンス化するために呼び出すことができるハードウェア、ソフトウェア、サービス、および／またはリソースの集合を含むことができる。サーバ 400 は、ネットワーク、クラウドなどと呼ぶこともできる。サーバ 400 は、インターネットにアクセスするデバイスおよび／またはサーバを含む、複数のデバイス、システム、コンピュータ、および／またはサーバに通信可能にまたは動作可能に結合することができる。サーバ 400 は、流出物検出器 112 から受信した任意のデータを処理

することもできる。例えば、サーバ400は、流出物検出器112から受信したデータの少なくとも一部を使用して、流出物（例えば、流出物306）が検出されたかどうかを少なくとも部分的に示す警報（例えば、メッセージ、通知、および／もしくはは任意の形式の通信）、流出物検出器112の状態、流出物の場所、流出物検出器112からの現在または過去のデータ、取るべき動作（例えば、ユーザ、ロボット、および／もしくははアクセスポイント402A～402Nによる動作）、ならびに／または流出物に対する反応に関連する他の情報を生成することができる。

【0077】

ロボット100は、ワイヤおよび／またはワイヤレス接続を通じるなどして、サーバ400に通信可能に結合することもできる。流出物検出器112がロボット100と直接通信していない場合、ロボット100および流出物検出器112は、サーバ400を通じてデータおよび／または他の通信を交換することができる。ロボット100は、流出物検出器112からの前述のデータおよび／または流出物検出器112からの処理されたデータのいずれかをサーバ400から受信することができる。また、ロボット100は、状態、コマンド、システムエラー、データ、警報、警告、測定データ、測定に関する要約データ、流出物の少なくとも一部分を示す情報、および／または流出物検出器112および／またはロボット100の操作に関連する他の情報を含む、データおよび他の通信をサーバ400に送信することができる。このデータおよび／または他の通信は、流出物検出器112および／またはアクセスポイント402A～402Nのいずれかによってサーバ400から受信することができる。ロボット100とサーバ400および／または流出物検出器112とサーバ400との間の前述のデータおよび／または通信のいずれも、流出物検出器112、ロボット100、およびアクセスポイント402A～402Nのうちの1つ以上の間で直接通信することができる。

【0078】

アクセスポイント402A～402Nは、限定ではないが、コンピュータ、メインフレーム、遠隔操作センタ、モバイルデバイス、タブレット、スマートフォン、携帯電話、携帯情報端末、ファブレット（phablet）、スマートウォッチ、セットトップボックス、および／またはインターネットおよび／または任意のネットワークプロトコルへのアクセスを有する任意のデバイスなどのデバイス、システムおよび／またはサーバを含むことができる。本明細書で使用されるように、アクセスポイント402A～402Nの「N」は、少なくとも部分的には任意の数のアクセスポイントが存在し得ることを示し、本開示は特定の数のアクセスポイントに限定されず、本開示がいかなる数のアクセスポイントを必要とすることもない。アクセスポイント402A～402Nは、ワイヤおよび／またはワイヤレス接続を通じてなどして、サーバ400に通信可能に結合することができる。アクセスポイント402A～402Nのそれぞれは、サーバ400との間で情報を送信および／または受信することができる。例えば、アクセスポイント402A～402Nの各々は、ステータス、コマンド、システムエラー、測定データ、警報、警告、および／または他のデータおよび／または通信などのデータおよび／または通信を送信することができる。サーバ400を通じて、アクセスポイント402A～402Nは、例えば、流出物検出器112によってサーバ400に送信されたデータおよび／または通信の少なくとも一部、（例えば、流出物検出器112からサーバ400によって受信されたデータから）サーバ400によって処理されたデータ、ロボット100によってサーバ400に送信されたデータおよび／または通信の少なくとも一部、アクセスポイント402A～402Nのうちの1つ以上によって送信されたデータおよび／または通信の少なくとも一部、および／またはサーバ400上の任意の他のデータを受信することができる。

【0079】

説明のための例として、アクセスポイント402Aは、コンピュータまたはコンピュータのセットを含むことができる。場合によっては、アクセスポイント402のコンピュータは、遠隔操作コントローラ（「ROC」）および／または制御ステーションの一部であってもよい。この役割において、アクセスポイント402は、流出物検出器112、ロ

10

20

30

40

50

ロボット100、および／またはアクセスポイント402A～402Nのいずれかのうちの1つ以上を監視および／または制御するために使用することができる。有利なことに、アクセスポイント402Aを使用して流出物検出器112を監視し、および／または問題があるかどうか（例えば、流出物があるかどうか）を判定することができる。問題がある場合、アクセスポイント402Aは、ロボット100に警報、コマンド、および／または他の通信を送信することができる。例えば、アクセスポイント402Aは、図11を参照し、ならびに本開示を通してどこかで、本開示で後述されるように、（例えば、アクチュエータ320のうちの1つ以上のアクチュエータをオフにすることによって）少なくとも部分的にロボット100にその清掃システムを停止および／またはオフにさせることができる、コマンドおよび／または警報をロボット100に送信することができる。別の非限定的な例として、アクセスポイント402Aは、ロボット100に方向転換して特定の場所に行かせるように指示するナビゲーション命令をロボット100に与え、および／または概してロボット100を遠隔制御することができる。同様に、アクセスポイント402Bは、アクセスポイント402Aと同様の監視機能および／または制御機能を備えて構成することができるモバイルデバイスを含むことができる。

10

【0080】

図5は、検出された流出物306をユーザに警報するために使用することができる例示的なインターフェース500を示す。インターフェース500は、本開示で考察される任意のユーザインターフェース、例えばユーザインターフェース318を参照して考察されるユーザインターフェースとすることができる。図示されているように、インターフェース500の外観は、単に説明のためのものであり、任意の数の他の外観が考えられる。当業者であれば、インターフェース500は、ユーザインターフェース318を参照して考察されるディスプレイを含む、本開示で考察される任意のディスプレイのような任意のインターフェース上のディスプレイに適合させることができることを理解するであろう。インターフェース500はディスプレイ502を見せることができる。流出物が検出されると、パネル504は、流出物が検出されたことを少なくとも部分的に示す警報を表示することができる。その上または代わりに、状態、コマンド、システムエラー、データ、警報、警告、測定データ、測定に関する要約データ、流出物（例えば、流出物306）の少なくとも一部分を示す情報、および／または流出物検出器112の操作および流出物の識別（例えば、流出物の場所を示すこと、および見せること）に関連する他の情報など、ロボット100および／または流出物検出器112に関連する情報を含む、他の情報をパネル504に表示することができる。

20

30

【0081】

パネル506は、流出物検出器112によって測定された任意のデータを含むことができる。例えば、流出物検出器112が赤緑青（「RGB」）カメラ、フォトカメラ、ビデオカメラ、赤外線カメラ、および他のカメラなどのカメラを含む場合、パネル506はカメラ画像を表示することができる。例示として、カメラ画像は流出物306のRGBカメラ画像とすることができる。別の例として、画像は、図7A～図7E、図10A～図10Cを参照し、ならびに本開示を通してどこかで記載される赤外線画像のような赤外線画像（例えば、熱画像）であってもよい。当業者であれば、画素に関連する（例えば、画素が画像化された光景内の場所に対応する）データを含む画像のような、他の画像も表示することができることを理解するはずである。例えば、画像は、1つ以上の測定値（例えば、測定値、測定温度、相対温度など）、代表色、輝度、クロミナンス、および／または他のデータ／情報などの複数の値を格納するマトリックスであってもよい。画像は、流出物306が人の目に見えるようには見えないことがある。画像および／またはパネル506は、マイクロフォン、光度計、動力計、蛍光検出器、蛍光撮像器、静電容量計、電圧計、マルチメータ（例えば、デジタルマルチメータ（「DMM」））、オシロスコープ、オーム計、電流計などからのデータなど、流出物検出器112の他のデータも表示することができる。

40

【0082】

50

ディスプレイ502は、オプション508、510、512などの選択可能なオプションをユーザに提示することもできる。オプション508、510、512は、ユーザが、流出物が検出されたという表示のような、パネル504、506のうちの1つ以上の表示されているものに応じて動作を行うことを可能にすることができる。例えば、オプション508は、停止するようにロボット100に指示する停止オプションとすることができる。ロボット100が床洗浄機などの床清掃機である場合、停止オプションは、ロボット100に信号を送信して1つ以上のアクチュエータ320を始動させ、例えば、ロボット100に移動を停止させ、水系および／または水の流れを止めさせ、清掃を停止（例えば、ブラシおよび／または清掃システムを停止）させる。別の例として、オプション510は、流出物306に関する警報を生成するために、ロボット100および／または異なる電子装置もしくはデバイス（例えば、1つ以上のアクセスポイント402A～402N）に信号を送信する警報ヘルプオプションであってもよい。例えば、オプション510は、ユーザインターフェース500および／またはロボット100に、流出物306を洗浄することになり得る視認者ヘショートメッセージサービス（「SMS」）、テキスト、電子メール、または他の通信を送信させることができる。オプション510は、アラーム、点滅する光、音、および／または流出物306を洗浄するために誰かの注意を引く任意の他の方法などの警報をトリガーすることもできる。別の例として、オプション512は、ユーザがロボット100および／または流出物検出器112に操作を継続させ、流出物306を無視するように指示する無視オプションであってもよい。場合によっては、無視オプションは、流出物306が実際の流出物ではなく、かつ／または偽陽性であることを少なくとも部分的に示すことができる。場合によっては、流出物306が実際の流出物である場合に無視オプションが使用されることがあるが、意図的に置かれた、そのサイズ、場所、タイミング（例えば、誰もそれにうっかり滑ることがない夜間）、および／または任意の他の特徴のために、まったく問題ではない。場合によっては、パネル506は、ユーザがオプション508、510、512のうちの1つ以上を選択し、および／または本開示に記載された任意の他の動作を行うことができるように、どのような流出物306が見えるかをユーザに知らせることができる。

【0083】

図6は、例示的な表面604上の例示的な流出物306を撮像する流出物検出器112を示す。図示のように、流出物検出器112は、視野602を有することができる。少なくとも図1、図3、図4を参照し、ならびに本開示を通してどこかで以前に記載されたように、流出物検出器112は、いくつかの実装においては、ロボット100のコンポーネントとすることができ、および／またはロボット100に接続することができる。他の実装において、流出物検出器112は、分離されてもよく、および／またはロボット100に取り付けられなくてもよいが、ロボット100および／またはサーバ400に通信可能に結合されてもよい。

【0084】

流出物検出器112が赤外線カメラを含む場合、流出物検出器112は、視野602内の（例えば、摂氏、ケルビン（Kelvin）、華氏などでの）温度、または相対温度を測定することができる。赤外線カメラは、シングルビームまたはマルチビームとすることができる。場合によっては、赤外線カメラは、視野602内の複数の光景を視認することを可能にするアクチュエータに結合することができる。前述したように、流出物検出器112は同様にアクチュエータに結合することができる。

【0085】

例示として、赤外線カメラは、赤外線エネルギー（例えば、熱）を検出し、その検出された赤外線エネルギーを電子信号に変換することができ、次に、電子信号は熱画像またはヒートマップと呼ばれることがあるものを生成するために処理することができる。熱画像は画素を含むことができ、各画素は画像化された空間の場所を表し、温度（例えば、温度測定値または相対温度）に対応する値を有する。例えば、温度は、（例えば、検出された赤外線エネルギーに少なくとも部分的に基づく）測定値であってもよく、赤外線カメラは

、少なくとも部分的に視野 602 内で測定を行い、次に、測定値を温度の読み取り値に変換する（例えば、ソフトウェアでインスタンス化され、および／またはハードコードされた）較正機能を使用する。別の例として、赤外線カメラは、（例えば、検出された赤外線エネルギーに少なくとも部分的に基づいて）測定を行い、それらの相対的な大きさに少なくとも部分的に基づいて測定値を表すことができる。例えば、測定値は、熱画像を着色するために使用される輝度値であってもよく、（例えば、波長順に可視スペクトル内の 1 つ以上の色を有する）スケール上の異なる色は、少なくとも部分的に相対色を示し、スケール内の 1 つの色に近い色はより低い温度を表し、スケール内の別の色に近い色はより高い温度を表す。いくつかの実装において、熱画像は、各画素での測定値に対応する色を有する画像として、（例えば、ユーザインターフェース上で、および／またはメモリに格納されて）視覚化することができる。このようにして、熱画像を視認することができる。いくつかの実装において、熱画像は、マトリックス（例えば、 m 行 n 列を有する $m \times n$ マトリックス）を含むことができ、マトリックスの各セルは、熱画像の画素を表すことができ、そのマトリックスの各セルは、対応する測定値（例えば、測定値、測定温度、相対温度など）を格納する。場合によっては、熱画像は、1 つ以上の測定値（例えば、測定値、測定温度、相対温度など）、代表色、輝度、クロミナンス、および他のデータ／情報など、複数の値を格納するマトリックスとすることができる。

10

【0086】

流出物検出器 112 が複数のカメラおよび／または他のセンサを含むいくつかの実装においては、画像を 3D 画像とすることができる。例示として、第 1 のカメラは、第 1 の角度で第 1 の画像を撮影することができる。この第 1 の画像は、（ X_1 、 Y_1 座標でマッピングすることができる） $X_1 - Y_1$ 次元を有する 2D であり得る。実質的に同時に、第 2 のカメラは、第 2 の角度で第 2 の画像を撮影することができる。この第 2 の画像は、（ X_2 、 Y_2 座標でマッピングすることができる） $X_2 - Y_2$ 次元を有する 2D であり得る。コントローラ 304 は、第 1 の画像および第 2 の画像を受信することができる。場合によっては、コントローラ 304 は、第 1 の画像からの $X_1 - Y_1$ 次元と、第 2 のカメラの $X_2 - Y_2$ 次元に少なくとも部分的に基づいて計算された Z_1 次元とに少なくとも部分的に基づいて、3D 画像を創り出すことができる。いくつかの実施形態では、第 1 のカメラは、第 2 のカメラと実質的に直交し、および／または実質的に同じ水平面内にある。いくつかの実装において、第 1 のカメラは、第 2 のカメラと実質的に直交し、および／または実質的に同じ水平面内にある。そのような場合、3D マップは、第 1 の画像の $X_1 - Y_1$ 次元と第 2 の画像の X_2 次元とを撮ることによって、いくつかの実装で生成することができる。しかしながら、場合によっては、第 1 のカメラ、第 2 のカメラ、および／または任意の他のセンサは、実質的に直交しない、および／または互いに実質的に同じ水平面内になり、および／または実質的に同じ水平面内であってもよい。これらの場合、コントローラ 304 は、第 1 のカメラ、第 2 のカメラ、および／または任意の他のセンサから撮影された画像に少なくとも部分的に基づいてライン投影からの 3 次元再構成を使用して 3 次元マップを構築することができる。場合によっては、第 1 のカメラおよび第 2 のカメラは、RGB カメラ、IR カメラ、フォトカメラ、ビデオカメラなどのうちの少なくとも 1 つであり得る。IR カメラが使用される場合、第 1 および第 2 の画像は熱画像であり得る。

20

30

40

【0087】

II. 流出物を検出するための熱撮像

【0088】

図 7A～図 7E は、赤外線カメラを含む例示的な流出物検出器 112 によって撮影された、例示的な流出物 306 の例示的な熱画像 700A～700E を示す。これらの例示的な熱画像 700A～700E では、可視光画像輪郭が、強度変調パターンとして熱画像上に重ねられている。これは説明目的のためのものであり、当業者であれば、画像が可視光画像輪郭を含んでも含まなくてもよく、可視光変調パターンが可視光画像輪郭なしに存在しなくてもよいことを理解するはずである。

【0089】

50

例示的な流出物 306 は、熱画像 700A～700E の流出物画像 716A～716E としてそれぞれ表される。同様に、表面 604 は、熱画像 700A～700E のそれぞれにおいて表面画像 718A～718E として表される。例示として、熱画像 700A～700E は、表面 604 を含む周囲環境と温度が実質的に類似する水道水を使用する実験において、赤外線カメラを使用して撮影したが、「I. 概要」、ならびに本開示を通してどこかで記載されたように、当業者であれば、流出物 306 は、異なる外形および組成物を有することができるということを理解するはずである。また、流出物 306 は、表面 604 を含む周囲環境よりも暖かいまたは涼しいなど、異なる温度であってもよい。熱画像 700A～700E は、各画素の場所における反射率（例えば、IR 反射率値）および／または放射の少なくとも一部分を示す値を有する画像を含むことができ、画素の場所は、視野 602 内の位置に対応する。

10

【0090】

図 7A の熱画像 700A は、流出物 306 が表面 604 に接触した実質的に直後（例えば、約 10 秒以内）に、流出物 306 が、流出物検出器 112 によって撮影されたような、新たな流出物であるときの流出物 306 の流出物画像 716A を含む。図 7B の熱画像 700B は、流出物 306 が表面 604 に接触した約 1 分後の流出物 306 の流出物画像 716B を含む。図 7C の熱画像 700C は、流出物 306 が表面 604 に接触した約 2 分後の流出物画像 716C を含む。熱画像 700D は、流出物が発生してから約 3 分後の流出物 306 を含む。熱画像 700E、流出物が発生してから約 5 分後の流出物 306 を含む。

20

【0091】

いくつかの実装において、熱画像 700A～700E は、ユーザが、温度表示パネル 702A～702E 上に表示されているように温度を視認することを望む場所を、例えば、レチクル 704A～704E を置くことによって、選択することができるユーザインターフェース 318 上に表示することができる。ユーザインターフェース 318 に表示されるとき、熱画像 700A～700E は、それぞれバー 710A～710E を含むことができる。バー 710A～710E は、熱画像 700A～700E 内の場所に表示されるピクセル輝度値を示すことができる。場合によっては、バー 710A～710E は、低い値が 1 つの色に対応し、高い値が別の色に対応する、低い値から高い値までの値の範囲、および中間の色の勾配を示すことができる。説明のための例として、バー 710A は、摂氏 16 . 7 度の低い値と、摂氏 25 . 0 度の高い値とを有する。摂氏 16 . 7 度の低い値は、黒色に関連付けられており、摂氏 25 . 0 度の高い値は、白色に関連付けられている。摂氏 16 . 7 度と摂氏 25 . 0 度との間の温度は、黒色と白色の間の色の連続スペクトル（例えば勾配）によって表され、白色に近い熱画像 700A の画素の色は摂氏 25 . 0 度の高い値に近く、黒色に近い熱画像 700A の画素の色は摂氏 16 . 7 度の低い値に近い。他の画像 700B～700E は、実質的に同様のバー 710B～710E および類似の表現／関連を有する。したがって、ユーザインターフェース 318 上の 1 つ以上の熱画像 700A～700E の視認者は、熱画像 700A～700E 上の任意の所与の画素／場所の相対的および／または近似的な温度を、それらの画素／場所に見える色をバー 710A～700E に示される色と比較することによって、見分けることができる。他の表現は、放射、反射、散乱、および／または吸収された放射線のスペクトル特性だけでなく、熱光度およびクロミナンスを含む熱画像でも行うことができる。

30

40

【0092】

当業者であれば、温度表示パネル 702A～702E およびバー 710A～710E なしで、熱画像 700A～700E をユーザインターフェース 318 上に表示することもできることを理解するはずである。同様に、熱画像 700A～700E は、温度表示パネル 702A～702E およびバー 710A～710E を備えた、または備えていないメモリ 302 に格納することができる。場合によっては、熱画像 700A～700E がメモリ 302 に格納され、視認されない場合、各画素は、関連する色を有していてもいなくてもよい。むしろ、いくつかの実装においては、温度、反射率値、放射値、および／または他の

50

測定値を各画素に関連付けることができる。不良画素（例えば、不正確または間違った画素など）を除去することができ、および／または追加の画像処理を適用することができる。

【0093】

熱画像700A～700Eに示すように、流出物事象後に時間が経過すると、流出物306は、それぞれの熱画像700A～700Eにおいて流出物画像716A～716Eとしてより識別しやすくなった。例えば、流出物306が発生した直後に撮影することができる熱画像700Aでは、流出物画像716Aは、識別が困難である可能性があり、流出物306が表面604と実質的に同様の温度であったことを少なくとも部分的に示している。縁706Aは、縁706Aが、表面画像718Aとして画像化された表面604の部分よりやや涼しい温度として測定されたことを、少なくとも部分的に示す異なる色として見える。中央流出物領域708Aは、温度が実質的に同様であるので、表面604と色が実質的に同様であるように見える。このような温度差は、少なくとも部分的には蒸発冷却によって観察可能であり、流出物306の外縁は、中央流出物領域708Aのようなより多くの中央部分よりも急速に冷却することが可能である。この特性は、パターン認識を通じての流出物検出を改善することができる。

10

【0094】

流出物306が発生してから1分後に撮影することができる例示的な熱画像700Bは、縁706Bが縁706Aよりもわずかに暗く見え、低い相対温度の少なくとも一部分を示す。中央流出物領域708Bはまた、中心流出物領域708Aよりも相対的に暗く視覚的により明瞭に見える。当業者であれば、測定偏差、一時的現象、測定環境における不安定性、ノイズなどのために、温度測定値の偏差が可能であることを理解するはずである。したがって、（例えば、バー710Aおよび温度表示パネル702Aと比較して、バー710Bおよび温度表示パネル702Bに示すように）、温度の明らかなわずかな上昇が実際の温度上昇を示さない場合がある。

20

【0095】

同様に、流出物306が発生してから2分後に撮影することができる例示的な熱画像700Cにおいて、縁706Cおよび中央流出物領域708Cは、縁706Bおよび中央流出物領域708Bと比較して相対的により暗く見える。同様に、流出物306が発生してから3分後に発生した熱画像700Dにおいて、縁706Dおよび中央流出物領域708Dは、縁706Cおよび中央流出物領域708Cと比較して相対的により暗く見える。最後に、流出物306が発生してから5分後に発生した熱画像700Eにおいて、縁706Eおよび中央流出物領域708Eは、縁706Dおよび中央流出物領域708Dと比較して相対的により暗く見える。

30

【0096】

したがって、流出物306の発生後に時間が経過すると、流出物検出器112の赤外線カメラによって撮像された流出物306の外観は、表面604に比べてより明確になる。前述したように、流出物306が発生した場合、熱画像700A～700Eで画像化された流出物306は、表面604と実質的に同じ温度であった。したがって、流出物した画像716A～716Eとして撮像されたような流出物306は、赤外線カメラにおいて、流出物306が蒸発冷却によって冷却されるにつれてより目に見えるようになった。本開示のいくつかの実装においては、流出物306の熱画像が撮影され得る。熱画像を通じて表面604から流出物306を識別することができることに少なくとも部分的に基づいて、流出物306を識別することができる。例えば、1つ以上の流出物画像716A～716Eは、画像セグメント化を使用して識別することができる。

40

【0097】

前述したように、いくつかの実施例では、流出物検出器112はロボット100に接続されている。（例えば、ロボット100が床清掃機（例えば、床洗浄機）、カート、または本開示に記載された任意の他のロボットである場合などのように）、ロボット100が可動性である場合、ロボット100は、時間の期間にわたって移動することができる

50

。したがって、ロボット100は、流出物306が見えるようになるのを待つ時間がないことがある。

【0098】

いくつかの実装において、ロボット100は、流出物306が画像内でより識別可能になり、よりセグメント化されやすくなるよう、流出物306の温度変化を容易にするために（図3を参照し、ならびに本開示を通してどこかで記載されたように）、温度調節器116を有することができる。

【0099】

例えば、図8は、流出物306に空気を吹き付けるように構成された例示的なファン800を示す。温度調節器116はファン800を含むことができる。ファン800は、機械式ファン、羽根付きファン、羽根無しファン、遠心ファン、プロペラファン、二軸ファンなどを含むことができる。ファン800は、流出物306の方向に空気を吹き付けるなどの空気に風向きを加えることができる。

【0100】

流出物306を吹き付けることにより、ファン800は流出物306の温度を下げることを容易にすることができ、流出物306が流出物検出器112の赤外線カメラによって撮像されたときに、流出物306をより識別しやすくなることができる。例えば、ファン800は、流出物306の蒸発冷却を加速し、流出物306をより早く冷却させることができる。例示として、流出物306が発生した後数分で撮影された熱画像700B~700Eに反映された識別性は、例示ファン800が流出物306に吹き付けたときに流出物306が発生してから数秒後に撮影された熱画像に反映され得た。

【0101】

ロボット100に、かつ温度調節器116の一部として、ロボット100に取り付けられるとき、ファン800は、後側124から遠位に面して位置付けられ、後側124から遠位に吹き出すことができる。有利なことに、これは、ファン800がロボット100から発生する流出物の撮像を容易にすることを可能にする。例えば、ロボット100が床洗浄機などの床清掃ユニットである場合、図1を参照し、ならびに本開示を通してどこかで記載された方法で、流出物がロボット100から発散することができる。ロボット100が前方に移動するとき、流出物（例えば、流出物306）が流出物検出器112の視野602に入ることができる。有利なことに、流出物検出器112が移動ロボット100に取り付けられている場合、流出物306の冷却を加速することにより、ロボット100が移動して、流出物306が流出物検出器112の範囲外（例えば、視野602外）になる前に、流出物検出器112が流出物306を検出することを可能にすることができる。しかしながら、ファン800（および温度調節器116）ならびに流出物検出器112の他の配置も考えられる。ファン800および流出物検出器112は、ロボット100の本体のどこにでも、例えば右側126、前側122、左側（図示せず）、ロボット100の下、ロボット100の上などに位置付けることができる。有利なことに、ロボット100が流出物を探し出す場合に、流出物検出器112および／または温度調節器116が前側122から前方方向に延びていることにより、ロボット100がその前の流出物を検出できるようにする。流出物検出器112および／または温度調節器116をロボット100の下に配置することにより、ロボット100は、ロボット100が上を通過する流出物を検出することができる。この開示で述べたように、ファン800および流出物検出器112は、ロボット100の本体上ではなく、他の場所に位置付けることができる。

【0102】

表面604に対する流出物306の冷却を容易にするために、他の装置を流出物検出器112内のファン800の代わりにまたは組み合わせて使用することができる。例えば、蒸発および断熱および／またはJoule-Thomson冷却の組み合わせなどの吸引を使用して、冷気流を創出することができる。ここで、場合によっては、吸引ホースは、例えば冷却用のJoule-Thomson効果により、熱交換のためのヒートシンクとして仕えることができる。

【0103】

別の例として、1つ以上の温度測定デバイス（例えば、熱電対、サーミスタ、IRセンサなど）をロボット100に組み込んで、（例えば、直接的または間接的、絶対的または相対的な）洗浄液、床、排気管、ロボット100の部品、および／または環境の温度についての情報を提供することができる。これらの測定デバイスからのデータは、流出物検出性能を改善させるために、流出物検出器112、流出物検出器112によって行われる方法および／またはアルゴリズムによって使用することができる。

【0104】

別の例として、流出物306と表面604の比熱は異なってもよい。したがって、表面604および流出物306の冷却または加熱は、熱カメラ（例えば、IRカメラ）によって撮影される熱画像のような画像におけるそれらのコントラストを高めることができる。図9は、流出物306を加熱することができる例示的な加熱装置900を示す。温度調節器116は、加熱装置900を含むことができる。いくつかの実装において、加熱装置900は、電気ヒーター、赤外線ヒーター、ヒートガン、炉、湯沸かし器、オイルヒーター、および／または当該技術分野で既知の任意のヒーターを含むことができる。例えば、限定するものではないが、加熱装置900が電気ヒーターである場合、それはファンおよび加熱コイル（例えば、高抵抗ワイヤ）を備えることができる。加熱コイルは近位の空気を加熱することができ、ファンは加熱装置900からの暖かい空気を吹き出すことができる。

10

【0105】

流出物306は表面604とは異なる速度で加熱することができるので、流出物306および表面604を加熱することにより、IRカメラなどのカメラによる流出物306の撮像を向上させることができる。図10A～図10Cは、加熱ユニット画像1020A～1020Bとして現れる加熱ユニット900が、流出物画像1016A～1016Cとして見える流出物306を加熱する場合の熱画像1000A～1000Cを示す。表面604は、表面画像1018A～1018Cとして見える。熱画像1000A～1000Cは、図7A～図7Eを参照して記載した熱画像700A～700Eと実質的に同様に、レクチル1004A～1004C、温度表示パネル1002A～1002C、およびバー1010A～1010Cを含む。

20

【0106】

加熱ユニット900が可能になると、熱画像1000Aを撮影することができる。したがって、流出物306および表面604は、加熱ユニット900によってまだ加熱されていない。そのような流出物画像1016Aは、表面画像1018Aと実質的に類似の色として見え、ある場合には、実質的な類似性のために区別および／またはセグメント化することが困難な場合がある。

30

【0107】

熱画像1000Bは、加熱ユニット900が流出物306の一部に直接ヒットするとき撮影されたものであり、画像部分1022Bとして見える。画像部分1022Bは、加熱ユニット900からの熱が流出物306および表面604を加熱する領域を示す。表面画像1018Bに対応する画像部分1022Bの部分は、流出物画像1016Bに対応する画像部分1022Bの部分と比較してより白く見える。場合によっては、この色の差は、流出物画像1016Bによって表されるような流出物306が、表面画像1018Bによって表される表面604よりもゆっくりと温度を変化させる温度差によるものであり得る。したがって、加熱ユニット900からの熱が表面604の一部および流出物306を加熱するとき、画像部分1022Bによって表されるこの部分は、加熱ユニット900によって加熱される表面604の温度が、加熱ユニット900によって加熱される流出物306の部分よりも速く加熱される。これにより、温度差を創出し、熱画像1000Bにおいて色分けを生じさせることができる。さらなる温度／色分けにより、セグメント化を容易にし、流出物306をより容易に識別させることができる。

40

【0108】

50

熱画像１０００Ｃは、（例えば、空気流、または熱い空気が流れる開口部のサイズを調節することによって）より遠くに、および／またはより広い広がりをもって、加熱ユニット９００が表面６０４および流出物３０６のより大きな部分にヒットするときに、撮影することができる。その結果は、熱画像１０００Ｂで観察された結果と実質的に同様である。画像部分１０２２Ｃは、加熱ユニット９００からの熱が流出物３０６および表面６０４を加熱する領域を示す。再び、表面画像１０１８Ｃに対応する画像部分１０２２Ｃの部分は、流出物画像１０１６Ｃに対応する画像部分１０２２Ｃの部分と比較してより白く見える。このような識別可能性を有することにより、流出物３０６のセグメント化および／または識別をさらに容易にすることができる。

【０１０９】

図９に戻ると、いくつかの実装において、加熱装置９００は、ロボット１００の排気管であってもよい。ロボット１００は、例えば、摩擦、モーター、電子部品、および／またはロボット１００の任意のコンポーネントからの熱を分散させるために、排気管または他の装置を有することができる。場合によっては、排気管は、ヒートシンク上の空気流など、空気の流れを可能にする開口であってもよい。いくつかの場合において、排気管は、ファンおよび／またはポンプ、吸引デバイス、交換器、ラジエータなどの対流促進のための他の機構と結合することができる。

【０１１０】

前述したように、温度調節器１１６、ひいては加熱装置９００は、後側１２４から遠位に面して位置付けすることができる。有利なことに、これにより、加熱装置９００は、ロボット１００から発生する流出物の撮像を容易にすることができる。例えば、ロボット１００が床洗浄機などの床清掃ユニットである場合、流出物はロボット１００から発散することができる。したがって、ロボット１００が前方に移動するとき、流出物（例えば、流出物３０６）は、流出物検出器１１２の視野６０２に入ることができる。有利なことに、流出物検出器１１２が移動ロボット１００に取り付けられている場合、加熱流出物３０６および表面６０４は、ロボット１００が移動し、流出物３０６が流出物検出器１１２の範囲外（例えば、視野６０２外）になる前に、流出物検出器１１２が流出物３０６を検出することを可能にする。しかしながら、加熱装置９００（および温度調節器１１６）ならびに流出物検出器１１２の他の配置も考えられる。加熱装置９００および流出物検出器１１２は、ロボット１００の本体のどこにでも、例えば、右側１２６、前側１２２、左側（図示せず）、ロボット１００の下、ロボット１００の上などに位置付けることができる。有利なことに、ロボット１００が流出物を探し出す場合に、流出物検出器１１２および／または温度調節器１１６が前側１２２から前方方向に延びていることにより、ロボット１００がその前の流出物を検出できるようにする。流出物検出器１１２および／または温度調節器１１６をロボット１００の下に配置することにより、ロボット１００は、ロボット１００が上を通過する流出物を検出することができる。この開示で述べたように、加熱装置９００および流出物検出器１１２は、ロボット１００の本体上ではなく、他の場所に位置付けることができる。

【０１１１】

場合によっては、ロボット１００の自然排気は、例えば後側１２４から遠位に面するなど、排気を異なる方向に方向付けるよう変更することができる。このような変更は、既存の排気管に、（例えば、後側１２４、右側１２６、前側１２２、左側（図示せず）から遠位に面する、ロボット１００の下、ロボット１００の上など）所望の方向への配管（例えば金属配管）を追加することによってなされ得る。場合によっては、追加の配管をバルブに結合して、漏れ留めを提供し、および／または既存の排気管から追加の配管への空気流を導くことができる。撮像を容易にするために、流出物３０６および／または表面６０４を加熱および／または冷却する他の方法があり得る。例えば、表面６０４におけるよりも流出物３０６における温度変化が少なくとも部分的に大きくなり、熱画像において流出物３０６を表面６０４と区別することができるマイクロ波、放射線および／または電磁波を放射することができる。

【0112】

いくつかの実装において、流出物306（例えば、水、水溶液、油など）自体の温度を変更して撮像を向上させることができる。例えば、ロボット100内の水、水溶液、油などは、例えば、ヒーターを使用することによって、および／または例えば摩擦、モーター、電子部品、および／またはロボット100の任意のコンポーネントからの熱によって、加熱することができる。ロボット100内の水、水溶液、油などの熱が環境および／または表面604の熱を超える場合、水、水溶液、油などが流出物306として表面604に流入すると、流出物306は表面604よりも熱くなる。したがって、流出物306および表面604は、カメラ112による熱画像で容易に区別することができる。同様に、いくつかの実装において、ロボット100内の水、水溶液、油などは、例えば、エアコン、

10

冷蔵庫、熱交換器、ファン、吸引、冷却ビード（cooling bead）を用いて冷却することができる。場合によっては、このような冷却は、蒸発冷却、断熱膨張、ジュールトムソン効果、および他の熱力学的効果によって達成することができる。ロボット100内の水、水溶液、油などが環境および／または表面604よりも低温である場合、水、水溶液、油などが表面604上に流出物306として溢れると、流出物306は表面604よりも低温になるであろう。したがって、流出物306および表面604は、カメラ112による熱画像において容易に区別することができる。

20

【0113】

流出物306がロボット100に由来しない場合、流出物306の水、水溶液、油などは、流出物前の場所に少なくとも部分的に基づいて異なる温度であり得る。例えば、店舗では、加熱ランプ、照明、ヒーターなどの下で、ある特定の物品を加熱することができる。これらの物品が流出物306として流出物した場合、流出物306は表面604よりも暖かい可能性があり、カメラ112によって熱画像において容易に区別することができる。別の例として、店舗では、冷凍、凍結などによって、ある特定の物品を冷却することができる。これらの物品が流出物306として流出物した場合、流出物306は、表面604よりも冷たく、流出物検出器112によって熱画像において容易に区別することができる。

【0114】

場合によっては、流出物検出器112は、所定の時間（例えば、5、10、15、20、25、30秒またはそれ以上、または1、2、3、4分またはそれ以上）後に画像を形成することができる。所定の時間は、表面604からの流出物306の所望の識別可能性に依存することができ、時間が長いほど、表面604から、より識別可能な流出物306になる。また、温度調節器116は、流出物306をより短時間で表面604からより区別可能にすることができる。しかしながら、流出物検出のためにより多くの領域をカバーしたいという願望、および所望の時間内に床を清掃するという願望のような他の実際的な制限に対しては、この所定の時間を秤量することができる。例えば、流出物検出器112がロボット100に取り付けられている場合、ロボット100は、定期的に停止し（流出物検出器112の視界に依存して、1、2、3、4フィート以上の所定の距離の後などに）流出物検出器112が流出物を検出することを可能にする。

30

【0115】

111. 流出物を検出するための他のセンサ

40

【0116】

いくつかの実装において、画像に加えて、または画像の代わりに追加の情報を得ることができる。例えば、いくつかの実装において、流出物検出器112は、図3に対して反射率および／または放射について考察される前述のセンサのいずれかのような他のセンサを含むことができる。流出物検出器112は、撮影された任意の画像とともにこれらの他のセンサからの情報を処理することができる。場合によっては、これらの他のセンサからの画像および情報のうちの少なくとも1つ以上が流出物306の少なくとも一部分を示す場合、流出物検出器112（および／またはロボット100）は、（例えば、ディスプレイ502を使用して）ユーザにフィードバックを得るよう、および／または流出物306の

50

検出に応じて動作を実行するように促すことができる。

【0117】

例えば、流出物検出器112は、表面からの光の反射率および／または放射を検出することができる1つ以上の光度計を含むことができる。場合によっては、周辺光は、流出物306および／または表面604から反射することがある。場合によっては、電球、発光ダイオード（「LED」）、ランプ、レーザー、フラッシュ、および／または任意の他の光源からの光のような、流出物検出器112から投射された光を流出物検出器112に含めることができる。周辺光および／または流出物検出器112から投射された光から、流出物306は、表面604とは異なる反射率および／または放射特性を有することができる。これらの反射率および／または放射特性は、表面から反射された光の量（例えば強度）、反射光の角度、反射光のスペクトル、鏡面反射およびLambertian反射の量、（例えば、その検出が、流出物検出器112からの光をBrewster角またはその近傍で投射することによって容易にすることができる）偏光、光反射率および／または放射パターン（例えば、（例えば、ロボット100または他の環境要因によって引き起こされる）例えば、振動、および／または流出物306の表面の摂動による、流出物306の移動による、反射率および／または放射）、ならびに他の特性を含む。例えば、ファン、スピーカ（例えば、ラウドスピーカ）、および／または任意の他の摂動源を使用して流出物の表面上にパターン（例えば、波紋）を創出することができ、それは、次に、本開示に記載されているように、熱赤外線撮像器または他の光学検出デバイスによって検出することができる。レーザー、LED、または（例えば、可視または不可視の）他の光源を使用して、上述のパターンをより検出可能にするか、またはパターンを乾いた床面に対してより目立たせることができる。

【0118】

場合によっては、これらの反射率および／または放射特性は、表面から反射される光の強度が、表面への光入射の角度および偏光の関数である場合など、互いに依存し得る。例えば、流出物306は、第1の反射率および／または放射特性を有することができ、表面604は、第2の反射率および／または放射特性を有することができる。したがって、流出物検出器112は、1つ以上の光度計による第1の反射率および／または放射特性の検出に少なくとも部分的に基づいて流出物306を検出することができる。（例えば、表面604および流出物306の）の異なる物質の異なる反射率および／または放射特性をメモリ302に格納することができ、コントローラ304は、測定された反射率および／または反射特性を、メモリ302に格納されている反射率および／または放射特性に一致させること、および／または異なる空間および／または異なる時間における測定された反射率および／または放射特性の間の差に、少なくとも部分的に基づいて、流出物306を識別することができる。場合によっては、少なくとも異なる反射率および／または放射特性を少なくとも検出することにより、流出物検出器112が流出物306を検出し、および／または（図5に示す）ディスプレイ502を使用してユーザに警告するように促すことができ、ユーザは、パネル506を視認し、流出物306が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器112は、任意の画像および／または他のセンサからの情報とともに、1つ以上の光度計からの情報を処理することができる。場合によっては、流出物検出器112は、反射率および／または放射の差を少なくとも見つけることに応じて、流出物306を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ502を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

【0119】

別の例として、いくつかの実施形態において、流出物検出器112は、ロボット100から延びるパッドを含むことができ、パッドは床（例えば、表面604）と接触することができる。例えば、パッドは、後側124から遠位におよび／またはロボット100の任意の他の側から遠位に延びることができる。例えば、パッドが後側124から遠位に延びる場合、パッドはロボット100からの流出物をより容易に検出することができる。パッ

ドが前側 1 2 2 から延びている場合、ロボット 1 0 0 は、その前の流出物を検出することができる。ロボット 1 0 0 の下にパッドを有することにより、ロボット 1 0 0 は、ロボット 1 0 0 が上を通過する流出物を検出することができる。パッドは、ポールおよび／または、パッドを床／表面に接触するよう位置付けるように構成された任意の構造に取り付けることができる。ロボット 1 0 0 および／または流出物検出器 1 1 2 は、床上を移動する際にパッドの抵抗を使用して、摩擦（および／もしくは摩擦係数）ならびに／またはパッドと表面 6 0 4 および／もしくは流出物 3 0 6 との間の滑り抵抗の少なくとも一部分を示す測定値を取ることができる。いくつかの場合において、表面 6 0 4 の摩擦係数は、流出物 3 0 6 とは異なっているてもよい。例えば、流出物 3 0 6 は、表面 6 0 4 の材料（例えば、（例えば、人工、合成、硬材などの）木材、竹、ビニール、石、アルミニウム、金属、スチール、エポキシ、および／または他の材料）よりも摩擦係数が低い、液体および／または他の物質（例えば、水、水溶液、ハチミツ、ミルク、マスタード、ケチャップ、油、体液、飲料、バター、氷、キャンディー、洗剤（例えば、洗浄液、床ワックス、消毒剤、など）、グリース、油、産業廃棄物、冷却剤、および／または他の化学物質）を含むことができる。場合によっては、パッドが受ける摩擦を測定するために、動力計を使用することができる。場合によっては、動力計は、ロボット 1 0 0 のモーター（例えば、ロボット 1 0 0 をある場所から別の場所に移動させる電動推進に使用されるモーターのようなアクチュエータユニット 3 2 0 のモーター）に結合されて、（例えば、トルク、動力、力などの差で経験するような）移動の抵抗を検出することができる。場合によっては、パッド上の（例えば、モーメント、力などによって経験されるような）移動の増加した抵抗を検出するために、動力計および／または他の運動学的測定手段（例えば、加速度計、ジャイロスコープなど）をパッドに結合することができる。場合によっては、パッドによって経験された摩擦の変化を少なくとも検出することに応じて、流出物検出器 1 1 2 は流出物 3 0 6 を検出し、および／またはディスプレイ 5 0 2 を使用してユーザに警告するように流出物検出器 1 1 2 に促すことができ、ユーザは、パネル 5 0 6 を視認し、流出物 3 0 6 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 1 1 2 は、動力計からの情報を他のセンサからの任意の画像および／または情報とともに処理することができる。場合によっては、流出物検出器 1 1 2 は、摩擦の差を少なくとも見つけることに応じて、流出物 3 0 6 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 5 0 2 を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

【0 1 2 0】

別の例として、流出物検出器 1 1 2 は、蛍光検出器および／または撮像器を含むことができる。例えば、床（例えば、表面 6 0 4）用の蛍光ワックス添加剤が存在し得る。いくつかの例示的な添加剤には、キニン、ナイアシン、リボフラビン、ビタミン A および B、クロロフィル、漂白剤、蛍光増白剤添加剤、ウラニン、金属錯体有機顔料、芳香族有機顔料、および／または顔料および／または染料などの他の既知の蛍光薬剤がある。ブラックライト UV 源が床（例えば表面 6 0 4）を照らすようにロボット 1 0 0 または環境内の他の場所に取り付けることができる、ブラックライト UV 源（またはレーザー誘起蛍光などの他の蛍光誘導条件）の下で、流出物 3 0 6 は、入射 UV および／または UV 誘起床蛍光を減衰または閉塞することができ、蛍光検出器および／または撮像器によって検出された蛍光の潜在的に急激な境界降下によって検出される可能性がある。したがって、流出物検出器 1 1 2 は、蛍光検出器および／または撮像器によってデータの境界（例えば、画像）に少なくとも部分的に基づいて流出物 3 0 6 を検出することができる。ロボット 1 0 0 が床清掃機（例えば床洗浄機）である別の例示として、ロボット 1 0 0 の洗浄液は UV 誘導蛍光を有することができる。この UV 誘導蛍光は、洗浄液が乾燥すると緩和される。このようにして、流出物 3 0 6 がそのような洗浄液を含む場合、流出物 3 0 6 は、（例えば、RGB カメラまたは他のカメラを使用して）画像化され、ブラックライト UV 源または他の蛍光誘導条件下で表面 6 0 4 と区別可能である。場合によっては、流出物検出器 1 1 2 は、機械学習、画像処理、セグメンテーションなどを含む機械視覚アルゴリズムを介して

、画像を処理し、流出物 306 の UV 誘導蛍光を検出することができる。場合によっては、UV 誘導蛍光を少なくとも検出すること（または、場合によっては、UV 誘導蛍光を遮蔽すること）によって、流出物検出器 112 に流出物 306 を検出し、および／またはディスプレイ 502 を使用してユーザに警告するように促すことができ、ユーザはパネル 506 を視認し、流出物 306 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、他のセンサからの任意の他の画像および／または情報とともに、ブラックライト UV 源および／または他の蛍光誘導条件下で画像化された画像からの情報を処理することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、ブラックライト UV 源または他の蛍光誘導条件下で撮影された画像中の少なくとも UV 誘導蛍光を検出することに応じて、流出物 306 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 502 を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

10

【0121】

別の例として、（例えば、化学に発光する）発光成分は、洗剤、水と混合することなどによって洗浄液に添加することができ、および／または別の容器および／またはリザーバから分配することができる。発光は、それらの成分間の化学反応、空気との接触、清掃動作中の流体の攪拌、摩擦などによって誘発され得る。同様に、化学反応または物質の状態の物理的変化を使用して、本開示に記載のシステムおよび方法と別々に、および／または組み合わせて、流出物検出に役立つように洗浄液の温度を変えることができる。例えば、溶液または融解の潜熱を利用して、清掃媒体の温度を変えることができる。

20

【0122】

別の例として、パッドの静電容量または他の特性が流出物を吸収するにつれて変化する追加の吸収材料パッドを使用することができる。いくつかの場合において、パッドは、前側 122 および／または後側 124 から延びることができる。

【0123】

別の例として、流出物検出器 112 は、表面 604 および流出物 306 を撮像することができるカメラ（例えば、フォトカメラ、ビデオカメラ、IR カメラなど）を含むことができる。流出物検出器 112 は、カメラを使用して、表面 604 上の流出物 306 の移動を検出することができる。例えば、流出物 306 は、表面 604 が平坦でない、および／または不均一であることに起因して、および／または付着、凝集などの流出物 306 の特性に起因して、膨張および／または移動することができる。場合によっては、カメラは、表面 604 および流出物 306 の画像を撮影することができる。画像間の差分を撮影することができ、場合によっては差分画像を生成することができる。差分画像は、少なくとも部分的に、表面 604 および流出物 306 のどこで（およびもしあれば）変化が生じたかを判定するために使用することができる。変化が少なくとも部分的に移動を示す場合、流出物検出器 112 は、その移動に少なくとも部分的に基づいて流出物 306 を検出することができる。場合によっては、移動を少なくとも検出することによって流出物検出器 112 に流出物 306 を検出するよう、および／またはディスプレイ 502 を使用してユーザに警告するよう促すことができ、ユーザはパネル 506 を視認し、流出物 306 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、他のセンサからの任意の他の情報とともに、検出された移動を処理することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、移動を少なくとも検出することに応じて、流出物 306 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 502 を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

30

40

【0124】

別の例として、流出物検出器 112 は、表面 604 および流出物 306 の電気的特性を測定することができる。例示として、流出物検出器 112 は、複数の電極および／または導線を有することができる。場合によっては、電極および／または導線は、表面 604 および／または流出物 306 と接触することができる。例えば、流出物検出器 112 は、静

50

電容量計、電圧計、マルチメータ（例えば、デジタルマルチメータ（「DMM」）、オシロスコープ、オーム計、電流計などを含むことができる。場合によっては、表面 604 と流出物 306 は異なる電気的特性を有することができ、流出物検出器 112 は、表面 604 と流出物 306 の異なる電気的特性を少なくとも部分的に用いて流出物 306 を検出することができる。例えば、流出物 306 が水溶液である場合には、流出物 306 は、表面 604 が、（例えば、人工、合成、硬材などの）木材、竹、ビニール、コンクリート、セラミックタイル、リノリウム、磁器タイル、ラミネート、コルク、石、エポキシ、および他の材料を含むとき、床 306 よりも大きな導電率、より低いインピーダンス、および／またはより大きな静電容量を有することができる。他の場合には、表面 604 が、例えばある特定の金属を含む場合、流出物 306 は、表面 604 よりも少ない導電率、より大きいインピーダンス、および／または静電容量を有することができる。流出物 306 および表面 604 は、それぞれが異なる相対的な電気的特性を有する様々な材料を含むことができることを、当業者は理解するはずである。電気的特性の差に少なくとも部分的に基づいて、流出物検出器 112 は流出物 306 を検出することができる。例えば、コントローラ 304 は流出物検出器 112 から電気的測定値を受け取ることができる。コントローラ 304 は、導電率、インピーダンス、および／または静電容量の差などの電気的特性の差を検出することができる。場合によっては、表面 604 の電気的特性は、材料のプログラミングおよび／または同定などによって、コントローラ 304 に対して予め判定され得る。したがって、少なくとも表面 604 の所定の電気的特性に基づいて、より高いまたはより低い電気的特性の測定値が流出物 306 を示すことができる。いくつかの実装において、検出された電気的特性の少なくともいずれかの（例えば、状況によってはより高い、状況によってはより低い、またはある状況によってはより高いまたはより低い）導電率により、ユーザに警告し、および／または流出物検出器 112 の他のセンサを使用して、流出物 306 の存在を検証することをコントローラ 304 に促すことができる。場合によっては、少なくとも電気的特性の差を検出することにより、流出物検出器 112 が流出物 306 を検出し、および／またはディスプレイ 502 を使用してユーザに警告し、ユーザはパネル 506 を視認し、流出物 306 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、検出された電気的特性の差を、他のセンサからの任意の画像および／または他の情報とともに処理することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、電気的特性の差を少なくとも見つけることに応じて、流出物 306 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 502 を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

【0125】

いくつかの実装において、流出物検出器 112 はマイクロフォンを含むことができる。マイクロフォンは、壊れたガラス、物体の落下、人の反応などの音のような、流出物に関連するノイズを検出するように構成することができる。流出物に関連するこれらのノイズは、メモリ 302 に格納することができ、コントローラ 304 は、ノイズを流出物 306 と関連付けることができる。場合によっては、ノイズの少なくとも検出により、流出物 306 を検出し、および／またはディスプレイ 502 を使用してユーザに警告するように流出物検出器 112 を促すことができ、ユーザは、パネル 506 を視認し、流出物 306 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、他のセンサからの任意の画像および／または他の情報とともに検出されたノイズを処理することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、ノイズを少なくとも検出したことに応じて、流出物 306 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 502 を使用して）フィードバックを得るように、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

【0126】

場合によっては、流出物を色に関連付けることができる。例えば、ある特定の清掃製品および／または他の薬剤は、関連する色を有するか、または色を帯びることができる。流

10

20

30

40

50

出物 306 がある場合、その清掃製品および／または他の薬剤の色は、清掃製品および／または他の薬剤が、例えば、清掃および乾燥によって広げられている場合よりも、より容易に視認可能であり得る。流出物検出器 112 のカメラ（例えば、RGB カメラ）を使用して流出物 306 および表面 604 を画像化することができる。少なくとも色に基づいて、流出物検出器 112 は画像をセグメント化し、および／または流出物 306 を検出／識別することができる。場合によっては、少なくとも画像からの流出物 306 の検出／識別に基づいて、流出物検出器 112 はディスプレイ 502 を使用してユーザに警告することができ、ユーザは、パネル 506 を視認し、流出物 306 が検出されたかどうかを判定することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、これらの画像を他のセンサからの任意の他の画像および／または他の情報とともに処理することができる。場合によっては、流出物検出器 112 は、ノイズを少なくとも検出したことに応じて、流出物 306 を検出することに応じ、（例えば、ディスプレイ 502 を使用して）フィードバックを得るよう、および／またはある動作（例えば、停止、警報ヘルプ、または無視）を行うようにユーザに促すことができる。

10

【0127】

いくつかの実装において、流出物検出器 112 によって行われた測定をさらに知らせるために場所を使用することができる。例えば、流出物検出器 112 がロボット 100 に取り付けられている場合、ロボット 100 は、ロボット 100 が環境内のその場所を判定することを可能にするマッピングおよび場所特定ユニットを有することができる。別の例として、流出物検出器 112 が静止している場合、それは、場所流出物検出器 112 を特徴

20

【0128】

いくつかの実装において、次に、流出物検出器 112 は、読み取り値（例えば、カメラによって撮影された画像および／または流出物検出器 112 の任意の他のセンサの任意の他の情報）を環境内の場所と関連付けることを学習することができる。例えば、店舗環境においては、冷蔵庫、空調用通気口、および／または他の店舗特色のために、いくつかの領域がより冷たくなる可能性がある。一部の領域は、暖房通気孔、熱交換器、および／または他の店舗特色のためにより暖かい場合もある。いくつかの実装において、流出物検出器 112 は、ある特定の温度の読み取り値を環境内のある特定の場所と関連付けることを学習することができる。例えば、ある特定の場所に関連するこれらの温度読み取り値は、IR カメラおよび／または流出物検出器 112 の任意の他のセンサの較正を容易にすることができる。さらに、床（例えば、表面 604）の温度が分かっている場合、流出物検出器 112 は、その温度からの差を潜在的な流出物 306 の領域として識別することができる。

30

【0129】

いくつかの実装において、流出物検出器 112 が潜在的流出物を検出し、ディスプレイ 502 を使用してユーザに警告する複数回の反復を通じて、ユーザは流出物検出に関するフィードバックを（例えば、検出の真実性または正当性に関して）提供することができる。ユーザが流出物を無視するオプション 512 などの動作を選択する場合、流出物検出器 112 は、（例えば、ロボット 100 のマッピングおよび場所特定ユニットによって判定されるような）特定の場所で撮影された画像を偽陽性と関連付けることを学習することができる。したがって、例えば流出物検出器 112 は、それらの場所のカメラ（例えば、IR カメラ）および／もしくは他のセンサを再較正し、ならびに／または所定の閾値を増加させて偽陽性の数を減少させることができる。例えば、図 11 の少なくとも一部分 1106 を参照して考察される所定の数の閾値および／または所定の百分率の閾値を調節することができる。別の例として、流出物検出器 112 の他のセンサは、偽陽性を減少させるために再較正することもできる。

40

【0130】

場合によっては、流出物検出器 112 は、ある特定の領域を、流出物の可能性が高いとして関連付けることを学習することができる。例えば、複数の反復を通じて、流出物検出

50

器 1 1 2 は、可能性のある流出物を検出し、流出物が検出されたという確認（例えば、オプション 5 0 8、5 1 0 に少なくとも部分的に関連付けられた承認または動作などの任意の動作）を受け取ることができる。検出された流出物が、（例えば、ロボット 1 0 0 のマッピングおよび場所特定ユニットによって判定されるような）特定の領域に頻繁に見える場合、流出物検出器 1 1 2 は、これらの場所におけるカメラ（例えば I R カメラ）を再較正することによって、および／または所定の閾値（例えば、図 1 1 の少なくとも一部分 1 1 0 6 を参照して考察される所定の数の閾値および／または所定の百分率の閾値）を下げることによって、流出物としての可能性をより容易に識別することができる。別の例として、流出物検出器 1 1 2 の他のセンサは、これらの領域における流出物（例えば流出物 3 0 6）をより容易に検出するために再較正することもできる。有利なことに、場所を使用することにより、流出物を検出し、偽陽性検出を低減する流出物検出器 1 1 2 の能力の堅牢性および能力をさらに高めることができる。

10

【0 1 3 1】

I V . 方法

【0 1 3 2】

図 1 1 は、流出物 3 0 6 を検出する例示的な方法のプロセスフロー図を示す。部分 1 1 0 2 は、潜在的な流出物を含む光景の画像を取得することを含むことができる。例示的な画像は、視野 6 0 4 の少なくとも一部の画像とすることができる。例えば、これらの画像は、本開示の「I I . 流出物を検出するための熱撮像」節を参照し、ならびに本開示を通してどこかで考察される熱画像のような熱画像を含むことができる。これらの熱画像における流出物 3 0 6 と表面 6 0 4 との間の区別は、温度調節器 1 1 6 を使用するなどのその節に記載された 1 つ以上のシステムおよび方法によって強化することができる。本開示に記載された任意の他の画像も同様に使用することができる。

20

【0 1 3 3】

画像に加えて、または画像の代わりに追加のセンサを使用することもできる。例えば、本開示の「I I I . 流出物を検出するための他のセンサ」節、ならびに本開示を通してどこかで考察されるセンサのいずれもが追加のセンサとして使用することができる。

【0 1 3 4】

場合によっては、流出物検出器 1 1 2 は、部分 1 1 0 2 で取得された画像からノイズを除去することができる。場合によっては、赤外線カメラはノイズがあり、流出物 3 0 6 を撮像および／または検出する流出物検出器 1 1 2 の能力を損なう可能性がある。したがって、ノイズを除去するために、画像にフィルタを適用することができる。これらのフィルタは、画像の前視野および／または鏡面成分（例えば、熱画像）をフィルタリングすることができる。場合によっては、低域通過フィルタを使用して周囲ノイズを除去することができる。場合によっては、高域通過フィルタを使用して、エイリアシング（a l i a s i n g）および／または他のノイズを除去することができる。場合によっては、帯域通過フィルタおよび／または高域通過フィルタと低域通過フィルタの組み合わせを使用して、画像の情報スペクトルを保持することができる。場合によっては、これらのフィルタを複数の段階で適用することができる。例えば、熱画像を伴う場合によっては、帯域通過は、およそ波長 2 . 7 ~ 5 . 3 μm 、8 ~ 1 2 μm 、および／または赤外線カメラ較正、流出物 3 0 6 の予想温度、表面 6 0 4 の予想温度、環境／光景の予想温度、所定の環境／風景ノイズ、環境／光景の温度範囲などに少なくとも部分的に基づいて判定される任意の他の波長であり得る。外れ値の除去、相関、平均化などの他のノイズ低減信号処理を使用することができる。

30

40

【0 1 3 5】

場合によっては、他の環境／風景ノイズは、部分 1 1 0 2 で取得された画像の品質を損なう可能性がある。例えば、ロボット 1 0 0 自体からの熱信号は、問題なことに画像をゆがめ、および／または画像の解像度を低下させることがある。この問題を解決するために、場合によっては、ロボット 1 0 0 の本体にフードおよび／または熱シールドを使用して、画像内のロボット 1 0 0 の外観を減らすことができる。場合によっては、画像をトリミ

50

ングしてロボット100の外観を除去することもできる。偽陽性は、照明、通気孔などの他の要因によっても増大する可能性がある。フードは、流出物検出器112の上に置かれ、そのノイズを低減することができる。

【0136】

部分1104は、潜在的な流出物（例えば、流出物306）を識別することを含む。いくつかの実装において、流出物検出器112は、部分1102から取得された画像上でセグメント化を行うように構成することができる。当該技術分野で知られている多くの既知の画像セグメント化技術があり、本開示はそれらの任意の特定のセットに限定されない。例えば、そのようなセグメント化は、閾値処理、分水嶺技法、クラスタリング、ニューラルネットワーク、K平均、領域成長、縁検出などを含むことができる。例示として、適応閾値処理は、部分1102から撮影された画像をセグメント化することができる。有利なことに、セグメン化により、流出物検出器112が、画像のどの部分、例えば流出物306または表面604に属するかを判定することを可能にすることができる。セグメント化後および／またはセグメント化前の画像は、形態学的画像処理（例えば、ノイズを除去するための浸蝕および膨張）、フィルタなどによってさらに一掃することもできる。

10

【0137】

「II. 流出物を検出するための熱撮像」節において考察されるように、熱画像が使用される場合には、流出物306と表面604との間の区別を解決することができる。考察されるように、この区別は、経時的な画像および／または温度調節器116の使用でさらに強化することができる。これらの区別は、流出物306の縁および／または境界を強調し、縁検出方法および／または他のセグメント化によってこれらの縁をより容易に検出するなど、効果的なセグメント化をさらに可能にすることができる。これらの区別はまた、流出物306と表面604との間の温度差を大きくする原因ともなり得る。結果として、それらは、画像（例えば、熱画像）内のより異なる輝度値、クロミナンス、および／または色として見え、流出物306と表面604を分離することができる閾値を選択することができるため、閾値処理および／または他のセグメント技法をより効果的にすることができる。このようにして、「II. 流出物を検出するための熱撮像」節で考察されるシステムおよび方法は、偽陽性を低減し、流出物検出器112が流出物306をよりよくセグメント化し画像化および／または識別することを可能にする。

20

【0138】

いくつかの実装において、潜在的な流出物を識別するために、部分1102で取得された画像上に視覚分類器を使用することができる。場合によっては、視覚分類器は、学習ベースの方法を利用して、部分1102で取得された画像から流出物を識別することができる。説明のための例として、ライブラリ324は、流出物の例示的な熱画像、RGBカメラ画像などのような、流出物の例示的な画像を含むことができる。次に、ライブラリ324をコントローラ304のための教師ありまたは教師なし機械学習アルゴリズムでを使用して、画像内のパターンを識別し／流出物と関連付けることを学習することができる。ライブラリ324の画像は、識別することができる（例えば、ユーザによってラベル付けされる（例えば手でラベル付けされる）か、または流出物のライブラリ画像を生成／シミュレートする、および／もしくはそれらのライブラリ画像にラベルを付けるように構成されているコンピュータプログラムを用いるなど、自動的にラベル付けされる）。いくつかの実装において、ライブラリ324はまた、異なる照明条件、角度、サイズ（例えば、距離）、明瞭度（例えば、ぼやけている、遮られている／隠れている、部分的にフレームから外れているなど）、色、温度、周囲における、流出物の画像を含み得る。これらの画像から、コントローラ304は、流出物を識別するように最初に学習し得る。次に、流出物検出器112は、その学習を使用して、部分1102で取得された画像内の流出物を識別することができる。

30

40

【0139】

例えば、いくつかの実装において、ライブラリ画像内のパターンを識別し、それらのパターンを流出物に関連付けるために、ライブラリ324からコントローラ304を学習さ

50

ることができる。部分 1 1 0 2 で取得された画像が、コントローラ 3 0 4 が識別し流出物に関連付けられたパターンを有する場合、コントローラ 3 0 4 は、部分 1 1 0 2 で取得された画像が流出物を含むと判定し、および／または部分 1 1 0 2 で取得された画像内の流出物の場所を判定することができる。いくつかの実装において、コントローラ 3 0 4 は、部分 1 1 0 2 で取得された各画像を処理し、その画像をライブラリ 3 2 4 の 1 つ以上の画像（例えば、ライブラリ画像）と比較することができる。場合によっては、部分 1 1 0 2 で取得された画像がライブラリ 3 2 4 の 1 つ以上の画像と実質的に一致する場合、コントローラ 3 0 4 は、部分 1 1 0 2 で取得された画像を流出物（例えば流出物 3 0 6）を含むものとして識別することができ、および／またはその画像内の流出物の場所を識別することができる。

10

【0 1 4 0】

部分 1 1 0 6 は、流出物が検出されたという信頼度を判定することを含む。いくつかの実装において、信頼度は、ベイジアンおよび／または他の統計的方法を少なくとも部分的に使用して計算することができる。いくつかの実装において、信頼度は、部分 1 1 0 2 で取得された画像において流出物が識別された回数によって判定することができる。例えば、部分 1 1 0 2 で取得された画像は、連続して撮影された複数の画像を含むことができる。例えば、流出物検出器 1 1 2 は、1 秒未満の間隔で画像を撮影することができる。場合によっては、これらの画像はビデオを形成することができ、流出物検出器 1 1 2 のカメラは、実質的に 1 秒当たり 2 4 フレーム以上のビデオのようなビデオを実質的に形成する画像を撮影する。流出物検出器 1 1 2 が静止しているとき、流出物検出器 1 1 2 は、実質的に同様の位置の多数の画像を撮影することができ、流出物検出器 1 1 2 が時間の期間にわたって潜在的な流出物を撮像することを可能にする。流出物検出器 1 1 2 が、移動可能である、例えば移動ロボット 1 0 0 に取り付けられるようなとき、流出物検出器 1 1 2 は、それが移動するにつれて時間の期間の間、潜在的な流出物を撮像し、潜在的な流出物は最終的にフレーム外に移動する可能性がある。いずれの場合も、部分 1 1 0 2 で取得された潜在的な流出物の複数の画像が存在する可能性がある。

20

【0 1 4 1】

いくつかの実装において、所定の数の閾値が存在し得、ここで、部分 1 1 0 2 で取得された所定の数の閾値以上の画像が流出物 3 0 6 を有すると識別される場合、流出物検出器 1 1 2 は、高い信頼度を有する流出物があると判定する。例えば、所定の数の閾値は、数（例えば、1、2、3、4、5、6）とすることができ、所定の数の閾値は、流出物検出器 1 1 2（および／またはロボット 1 0 0）が移動している速度、流出物検出器 1 1 2 の視界 6 0 2 のサイズ、潜在的な流出物が視野 6 0 2 内にある時間、温度調節器 1 1 6 が使用されているかどうか、流出物 3 0 6 と表面 6 0 4 を区別するための温度調節器 1 1 6 の特徴、例えば、1 秒当たりに撮影された画像の数、撮影された画像の種類（例えば、熱、RGB など）、1 秒当たりに撮影された画像数の割合、ならびに／または流出物検出器 1 1 2、潜在的な流出物 3 0 6、および／または表面 6 0 4 の他の特徴のうちの少なくとも 1 つ以上から判定することができる。場合によっては、所定の数の閾値は、所定の時間間隔（例えば、1、2、3、4 秒またはそれ以上）の画像に少なくとも部分的に基づくことができる。所定の数の閾値は、1 秒当たりに撮影された画像の数、撮影された画像の種類（例えば、熱、RGB など）、1 秒当たりに撮影された画像の数の割合、ならびに／または流出物検出器 1 1 2、潜在的な流出物 3 0 6、および／もしくは表面 6 0 4 の他の特徴に少なくとも部分的に基づいて判定することができる。場合によっては、所定の数の閾値の代わりに、またはそれに加えて、所定の百分率の閾値のような相対的な測定値を使用することができ、所定の時間間隔内の画像の所定の百分率が所定の百分率の閾値以上である場合、流出物検出器 1 1 2 は、流出物が検出された可能性が高いと判定する。

30

40

【0 1 4 2】

流出物検出器 1 1 2 が、部分 1 1 0 2 で取得されたいくつかの画像の流出物を検出するが、画像の数および／または百分率が所定の数の閾値および／または所定の百分率の閾値を超えない場合、流出物検出器 1 1 2 は、高い信頼度で流出物を検出しない。場合によ

50

ては、ロボットが高い信頼度で流出物を検出しない場合、低い信頼度で流出物を検出するといわれる。中程度の信頼度、中程度から低い信頼度、中程度から高い信頼度、非常に高い信頼度、および／または、信頼度の少なくとも一部分を示す任意の他の分類を識別するために設定された、所定の数の閾値および所定の百分率の閾値など、他の同様の閾値を使用して検出を階層化することができる。

【0143】

いくつかの実装において、追加のセンサを使用して、流出物検出器の信頼度をさらに知らせることができる。例えば、本開示の「I I I. 流出物を検出するための他のセンサ」節、ならびに本開示を通してどこかで考察される任意のセンサが追加の情報を提供することができる。いくつかの実装において、部分1102で取得された画像に少なくとも部分的に基づいて検出された流出物を、流出物検出器112が高い信頼度で判定しない（例えば、低い信頼度で判定する）場合であっても、これらの追加のセンサのうちの1つ以上が流出物の少なくとも一部分を示す情報を有する場合、流出物検出器112は、検出された流出物を高い信頼度で判定することができる。場合によっては、流出物検出器112が少なくとも部分的には部分1102から取得された画像に少なくとも部分的に基づいて高い信頼度で流出物を検出する場合に、追加のセンサが流出物を検出しないなら、その信頼度は、低い信頼度（または別の信頼度）に低減され得る。しかしながら、いくつかの実装において、たとえ追加のセンサが流出物を検出しなくても、部分1102から取得された画像の数および／または百分率が、所定の数の閾値および／または所定の百分率の閾値を超えるなら、流出物検出器112は、流出物が検出されたことを高い信頼度で判定することができる。

【0144】

部分1108は、動作が少なくとも部分的に信頼度に基づいて行われるべきかどうかを判定することを含む。いくつかの実装において、低い信頼度または高い信頼度が部分1106において判定された場合、流出物検出器112はディスプレイ502（図5に記載）を使用してユーザに警告することができ、ユーザはパネル506を視認し、流出物306が検出されたかどうかを判定することができる。ユーザはディスプレイ502を使用して、オプション508、510、512のうちの1つ以上に少なくとも部分的に関連する動作などの動作を実行することができる。有利なことに、信頼度が低い場合には、この追加のフィードバックにより、流出物検出器112は、流出物が検出されたことを判定し、ユーザの指示に従って動作を行うことができる。信頼度が高い場合、次に、ユーザは適切な動作を選択することができる。

【0145】

いくつかの実装において、流出物検出器112（および／またはロボット100）は、オプション508、510、512に関連する1つ以上の動作などの動作を自動的に行うことができる。場合によっては、流出物検出器112は、動作の少なくとも一部分を示す信号をロボット100に送信することができる。この信号に応じて、ロボット100は、1つ以上のアクチュエータ320を始動させることができる。場合によっては、ユーザによる繰り返しの選択を通じて、ロボット100は、検出された流出物を（例えば、部分1106の信頼度、部分1102で取得された画像のパターン、および／またはユーザ入力に少なくとも部分的に基づいて）行われた動作と関連付けることを学ぶことができる。このようにして、流出物検出器112は、ユーザ入力をほとんどまたは全く伴わずに、これらの動作を行うことができる。ユーザの入力は、他の部分1102、1104、1106にも知らせることができる。例えば、ユーザが、検出された流出物を無視するためにオプション512を逐次反復を通じて選択する場合、流出物検出器112は、部分1102からの画像のパターンおよび／または他のセンサからの情報を無視された流出物および／または偽陽性であると関連付けることができる。したがって、流出物検出器112は、もはや流出物に関連するようなパターンを検出しない場合がある。

【0146】

図12は、流出物306を検出する例示的な方法のプロセスフロー図を示し、ロボット

10

20

30

40

50

100は、流出物を識別する際にユーザの支援を求めることができる。方法1200において、部分1202、1204、1206は、それぞれ図11に示した部分1102、1104、1106と実質的に同様であり得る。

【0147】

部分1208は、流出物検出が不確実性基準を満たすかどうかを判定することを含むことができる。例えば、信頼度が低いと、流出物検出が不確実性基準を満たすことがあり、流出物検出器112は十分に流出物の有無を判定することができない（例えば、偽陽性または偽陰性のリスクがほとんどない）。いくつかの実装において、信頼度閾値を使用することができ、信頼度が信頼閾値を下回る場合、流出物検出器112は、不確実性基準が満たされたことを判定することができる。信頼度閾値は、偽陽性および偽陰性に関する経験的データ、流出物検出器112のセンサの分解能、検出方法の数（例えば、本開示で記載された流出物検出方法のうちのいくつかが使用されるか）、および／または任意の他の基準に少なくとも部分的に基づいて判定することができる。流出物検出が不確実性基準を満たさない（例えば、流出物検出器112が検出に十分に確信をもっている）場合、部分1210において、流出物検出器112は、流出物または非流出物の判定を返すことができる。

10

【0148】

部分1212は、支援を求めることを含むことができる。流出物検出器112は、ユーザインターフェース318、サーバ400、および／または任意の他の媒体を介して支援を求めることができる。支援を求めるには、メッセージ、警報などの通信を送信することを含むことができる。

20

【0149】

部分1214は、流出物を識別する入力を受信することを含むことができる。入力は、ユーザインターフェース318、サーバ400、および／または任意の他の媒体を介して入力されるユーザ入力であってもよい。ユーザ入力は、流出物の識別、流出物の場所、および／またはユーザによって入力された任意の他の情報を含むことができる。

【0150】

部分1216は部分1214の入力からの学習を含むことができる。例えば、ユーザ入力は、ライブラリ324に入力するための、および／または機械学習で使用するための、流出物検出器112および／またはロボット100のための別のラベル付きの例を提供することができる。ラベル付きの例を捕捉されたデータと比較すること、および／または学習アルゴリズムを使用して、ラベル付きの例のパターンを捕捉されたデータに関連付けることなどによって、ラベル付きの例を使用して、流出物が他の場合に存在するかどうかを識別することができる。

30

【0151】

図13は、ロボット100がフィードバックに基づいて挙動を調節することができる場合の、流出物306を検出する例示的な方法のプロセスフロー図を示す。方法1300において、部分1302、1304、1306、1308は、それぞれ図11に示した部分1102、1104、1106、1108と実質的に同様であり得る。

【0152】

部分1310は、動作（例えば、部分1308で判定された動作）が正しかったかどうか、および／または流出物の識別（例えば部分1304からの判定）が正しかったかどうかに関するフィードバックを受信することを含むことができる。フィードバックは、ユーザインターフェース318、サーバ400、および／または任意の他の媒体を介して入力することができる。フィードバックは、流出物の識別、流出物の場所、流出物検出の確認／拒否、動作の確認／拒否、および／またはユーザによって入力された任意の他の情報を含むことができる。

40

【0153】

部分1312は、部分的に受信されたフィードバック1310に少なくとも部分的に基づいて調節動作および／または流出物判定を含むことができる。例えば、ユーザによる繰

50

り返し選択を通じて、ロボット100は、（例えば、部分1306の信頼度、部分1302で取得された画像のパターン、および／またはユーザ入力に少なくとも部分的に基づいて）、検出された流出物を行われた動作に関連付けることを学ぶことができる。このようにして、流出物検出器112は、ユーザ入力をほとんどまたは全く伴わずにこれらの動作を行うことができる。ユーザの入力は、他の部分1302、1304、1306にも知らせることができる。例えば、ユーザが、選択された流出物を無視するためにオプション512を逐次反復を通じて選択する場合、流出物検出器112は、部分1302からの画像のパターンおよび／または他のセンサからの情報を無視された流出物および／または偽陽性であると関連付けることができる。したがって、流出物検出器112は、もはや流出物に関連するようなパターンを検出しない場合がある。

10

【0154】

図14は、本開示の原理に従って、流出物を検出するための例示的な方法のプロセスフロー図を示す。方法1400において、部分1402は、流出物を含む第1の場所における第1の光景の第1の画像を生成することを含むことができる。部分1404は、流出物を含まない第2の場所における第2の光景の第2の画像を生成することを含むことができる。部分1406は、第1の画像のセグメント内の少なくとも熱値から流出物を検出するために第1の画像をセグメント化することを含むことができる。部分1408は、流出物を識別することを含むことができる。部分1410は、流出物の識別の少なくとも一部分を示す警報を生成することを含むことができる。

【0155】

20

本明細書で使用されるように、コンピュータおよび／またはコンピューティングデバイスは、これらに限定されないが、パーソナルコンピュータ（「PC」）およびミニコンピュータデスクトップ、ラップトップ、もしくはそれ以外、メインフレームコンピュータ、ワークステーション、サーバ、携帯情報端末（「PDA」）携帯型コンピュータ、埋め込み式コンピュータ、プログラマブルロジックデバイス、パーソナルコミュニケーター、タブレットコンピュータ、モバイルデバイス、ポータブルナビゲーションエイド、J2ME搭載デバイス、携帯電話、スマートフォン、パーソナル統合通信またはエンターテインメントデバイス、および／または、一組の命令を実行し、入力してくるデータ信号を処理することが可能である、任意の他のデバイスを含むことができる。

【0156】

30

本明細書で使用されるように、コンピュータプログラムおよび／またはソフトウェアは、機能を行う任意のシーケンスまたは人間もしくは機械認識ステップを含むことができる。このようなコンピュータプログラムおよび／またはソフトウェアは、例えばC/C++、C#、Fortran、COBOL、MATLAB（登録商標）、PASCAL、Python、アセンブリ言語、マークアップ言語（例えば、HTML、SGML、XML、VoXML）など、ならびにCommon Object Request Broker Architecture（「CORBA」）、JAVATM（J2ME、Java Beansなどを含む）、Binary Runtime Environment（BREW）などを含む任意のプログラミング言語または環境で表現することができる。

【0157】

40

本明細書で使用されるように、接続、リンク、伝送チャネル、遅延線、および／またはワイヤレスは、エンティティ間の情報交換を可能にする、任意の2つ以上のエンティティ間の（物理的または論理的／仮想的）因果関係を含むことができる。

【0158】

本開示のある特定の態様は、方法の具体的な一連のステップに関して記載されているが、これらの記載は、本開示の広範な方法の単なる例示であり、特定の用途によって要求されるように変更され得ることが認識されるであろう。ある特定の状況では、ある特定のステップが不要またはオプションになることがあり得る。さらに、開示された実装にある特定のステップまたは機能が追加されてもよく、または2つ以上のステップの実行順序が置換されてもよい。そのような変形は全て、本明細書に開示および特許請求されている開示

50

の範囲内に包含されると見なされる。

【0159】

上記の詳細な説明は、様々な実装に適用される本開示の新規な特色を示し、記載し、指摘したが、例示されたデバイスまたはプロセスの形態および詳細における様々な省略、置換、および変更が、本開示から逸脱することなくなされ得ることは当業者により理解される。前述の説明は、本開示を実施することについて現在企図されている最良の様式である。この説明は、決して限定することを意味するものではなく、むしろ本開示の一般原則の例示として解釈されるべきである。本開示の範囲は、特許請求の範囲を参照して判定されるべきである。

【0160】

本開示を図面および前述の説明において詳細に例示および記載してきたが、そのような例示および説明は説明的または例示的であり、限定的ではないと見なされるべきである。開示は、開示された実施形態に限定されない。開示された実施形態に対する変形は、図面、本開示および添付の特許請求の範囲の検討から、特許請求された開示を実施する際に当業者によって理解され達成され得る。

【0161】

本開示のある特定の特色または態様を説明するときに特定の用語を使用することは、その用語が関連付けられている、本開示の特色または態様の任意の具体的な特徴を含むよう限定されるように、その用語が本明細書において再定義されていることを意味すると解釈されるべきではない。本出願において使用される用語および語句、ならびにその変形は、とりわけ添付の特許請求の範囲において、他に明示的に述べられていない限り、限定とは対照的に無制限として解釈されるべきである。前述の例として、「含む (including)」という用語は、「限定することなく含む」、「含むがこれに限定されない」などを意味すると読まれるべきであり、本明細書で使用される「含む (comprising)」という用語は、「含む (including)」、「含む (containing)」、または「によって特徴付けられる (characterized by)」と同義であり、包括的またはオープンエンドであって、追加の列挙されていない要素または方法ステップを排除するものではなく、「有する (having)」という用語は「少なくとも有する (having at least)」と解釈されるべきであり、「など (such as)」という用語は「限定されることなくなど (such as, without limitation)」と解釈されるべきであり、「含む (includes)」という用語は、「含むがこれに限定されない (includes but is not limited to)」と解釈されるべきであり、「例 (example)」という用語は、考察における項目の例示的な例を提供するために使用され、それらの網羅的または限定的なリストではなく、「例として、しかし限定なしに (example, but without limitation)」として解釈されるべきであり、「知られている (「知られている」、「普通の (normal)」、「標準的な (standard)」などの形容詞および同様の意味の用語は、記載された項目を所与の期間または所与の時点で利用可能な物品に限定すると解釈されるべきではないが、代わりに、現在または将来いつでも利用可能または既知の可能性のある既知、通常、または標準のテクノロジーを網羅するように読まれるべきであり、かつ、「好ましくは (preferably)」、「好ましい (preferred)」、「望ましい (desired)」、または「望ましい (desirable)」などの用語の使用、および類似の意味の単語は、ある特定の特色が本開示の構造または機能にとって重要、必須、またはさらに重要であることを意味すると理解すべきではないが、代わりに、単に特定の実施形態において利用されてもされなくてもよい代替または追加の特色を強調することを意図したものとして理解すべきである。同様に、接続詞「および (and)」にリンクされた項目の群は、それらの項目の各々および、ひとつひとつがその群内に存在することを要求するものとして読まれるべきではなく、特に明記しない限り「および／または」として読まれるべきである。同様に、接続詞「または (or)」にリンクされた項目の群は、そのグループ間の相互排他性を必要と

10

20

30

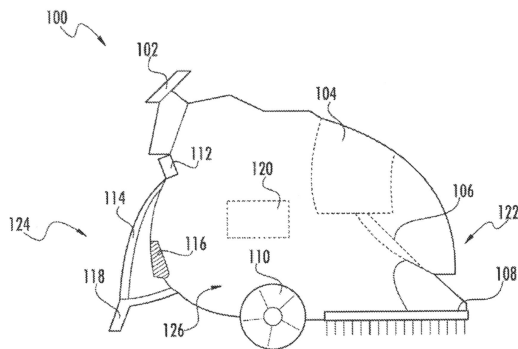
40

50

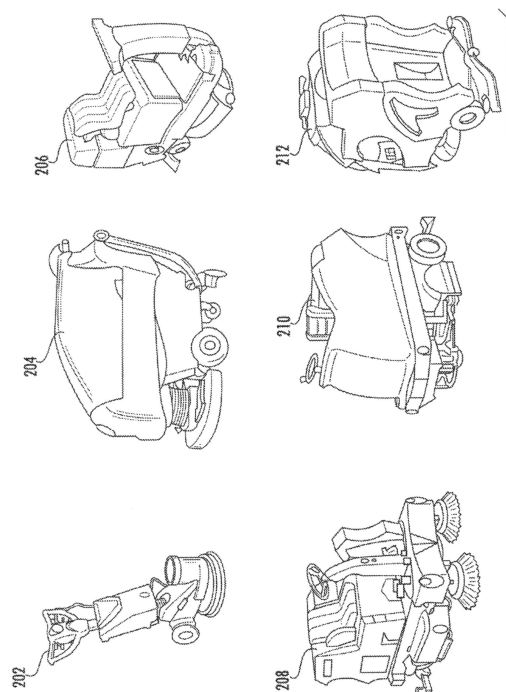
するものとして読まれるべきではなく、別段の明記がない限り、「および／または」として読まれるべきである。「約 (about)」または「およそ (approximate)」などの用語は同義語であり、その用語によって修飾された値がそれに関連する理解された範囲を有することを示すために使用され、その範囲は $\pm 20\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、または $\pm 1\%$ 、であり得る。「実質的に (substantially)」という用語は、結果（例えば、測定値）が目標値に近いことを示すために使用され、ここでは、結果は、その値の 80% 以内、その値の 90% 以内、その値の 95% 以内、またはその値の 99% 以内である。また、本明細書で使用されるとき、「定義された (defined)」または「判定された (determined)」は、「事前定義された (predefined)」または「所定の (predetermined)」および／または他の方法で決定された値、条件、閾値、測定値などを含み得る。

10

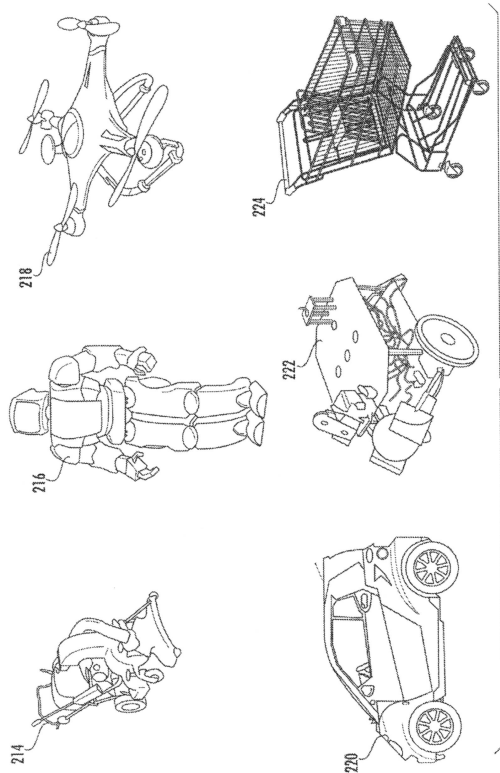
【図 1】



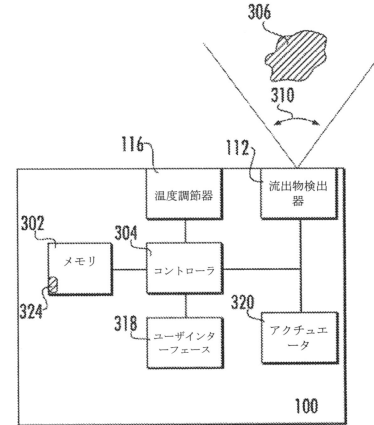
【図 2 A】



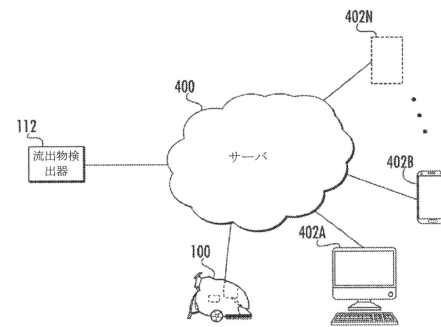
【図 2 B】



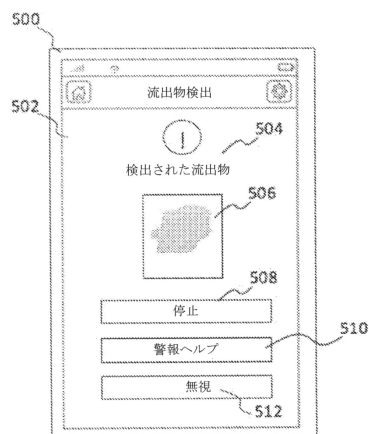
【図 3】



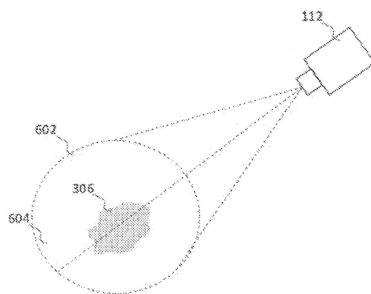
【図 4】



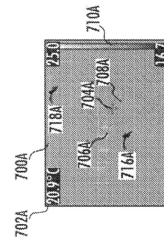
【図 5】



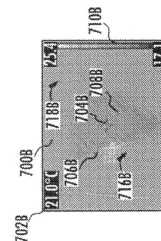
【図 6】



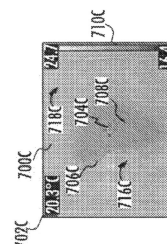
【図 7 A】



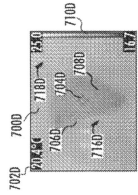
【図 7 B】



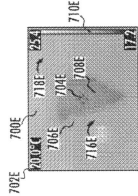
【図 7 C】



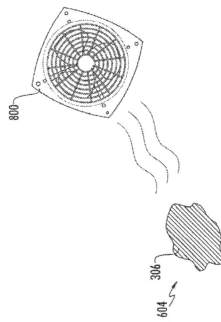
【図 7 D】



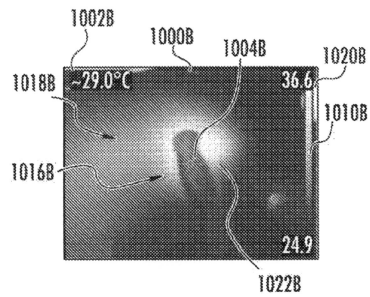
【図 7 E】



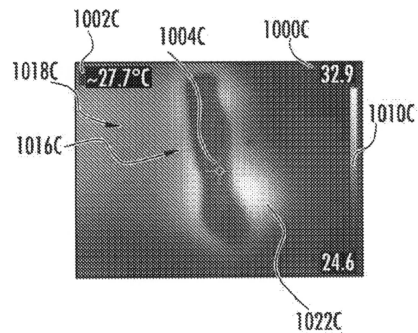
【图 8】



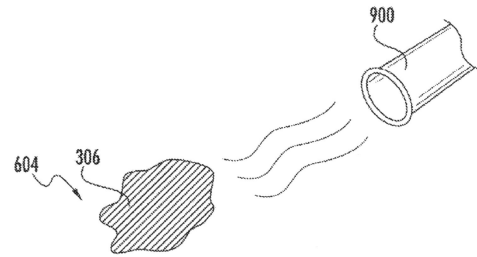
【図 10 B】



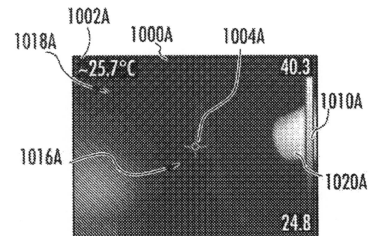
【図 10 C】



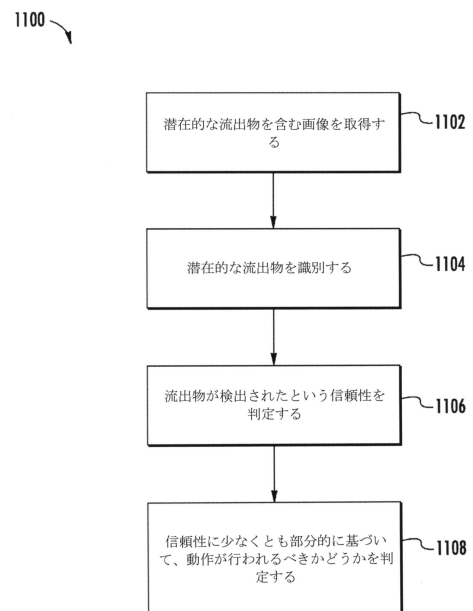
【图 9】



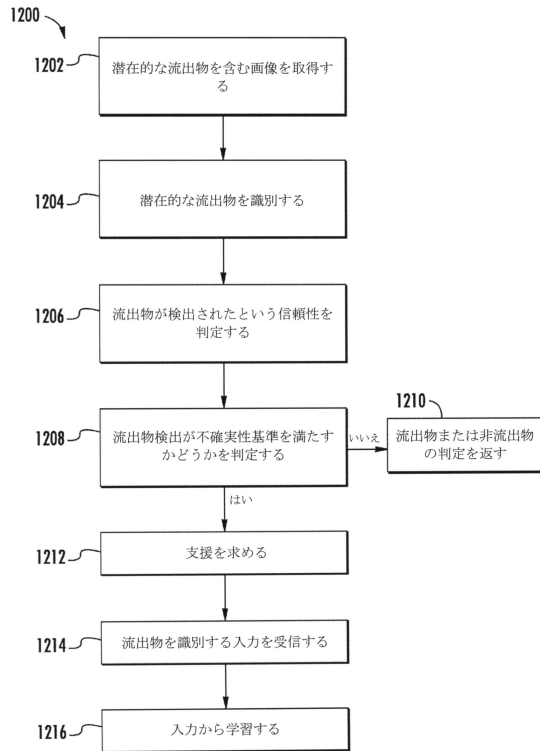
【図 10 A】



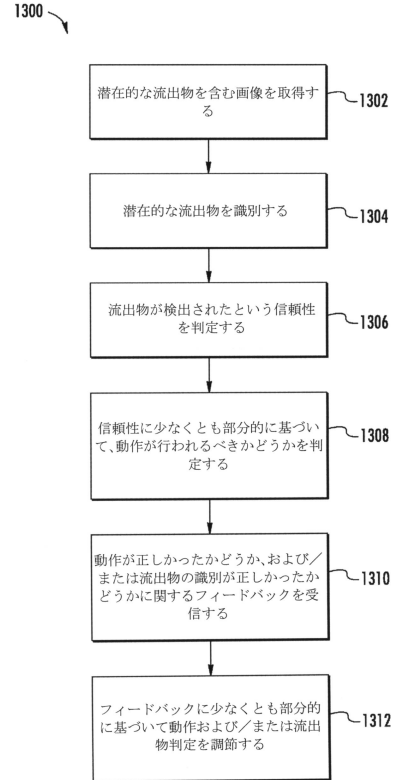
【図 1 1】



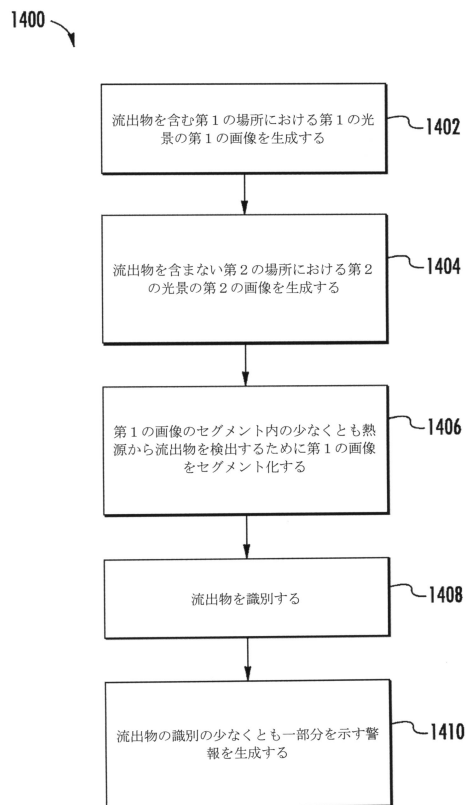
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100113860
弁理士 松橋 泰典
- (74)代理人 100131093
弁理士 堀内 真
- (74)代理人 100150902
弁理士 山内 正子
- (74)代理人 100141391
弁理士 園元 修一
- (74)代理人 100198074
弁理士 山村 昭裕
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (72)発明者 フィッシャー ディミトリー
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ ラポータ ピーティアー. 13007
- (72)発明者 グリフィン コーディ
アメリカ国 92009 カリフォルニア サンディエゴ ユニットエフ アルガロード1939
- (72)発明者 リチャート ミカ
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ カーメスプリングスウェイ4082
- (72)発明者 ピークニウスキー フィリップ
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ #210 カミニート エル リンコン3514
- (72)発明者 イジケヴィッチ ユージーン
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ コルテ デ マリン10844
- (72)発明者 ナゲスワラン ジェイラム ムアカニカーラ
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ ユニット1 カーメルビューロード3765
- (72)発明者 ブラック ジョン
アメリカ国 92130 カリフォルニア サンディエゴ ナンタケットパークウェイ11456

審査官 白川 瑞樹

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0234387 (US, A1)
米国特許出願公開第2014/0168427 (US, A1)
米国特許出願公開第2015/0323197 (US, A1)
米国特許出願公開第2006/0187017 (US, A1)
米国特許出願公開第2016/0065909 (US, A1)
特開2014-059737 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A47L5/00-7/08
9/22-9/32
G06T1/00-1/40
3/00-9/40
G08B19/00-31/00