

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2020-7158
(P2020-7158A)

(43) 公開日 令和2年1月16日 (2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 5 G 1/00 (2006.01)	B 6 5 G 1/00 5 0 1 C	3 F 0 2 2
B 6 5 G 1/137 (2006.01)	B 6 5 G 1/137 C	3 F 5 2 2

審査請求 有 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (62) 分割の表示 原出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国・地域又は機関	特願2019-161574 (P2019-161574) 令和1年9月4日 (2019.9.4) 特願2018-506079 (P2018-506079) の分割 平成28年2月25日 (2016.2.25) 14/688, 903 平成27年4月16日 (2015.4.16) 米国 (US)	(71) 出願人 インヴィア ロボティクス、インコーポレイテッド アメリカ合衆国、カリフォルニア州 91301 アグーラ ヒルズ、カナン ロード 5737 ナンバー185 (74) 代理人 110000877 龍華国際特許業務法人 (72) 発明者 エラザリー、リオル アメリカ合衆国、カリフォルニア州 91301 アグーラ ヒルズ、カナン ロード 5737 ナンバー185 インヴィア ロボティクス、インコーポレイテッド 内
---	--	---

最終頁に続く

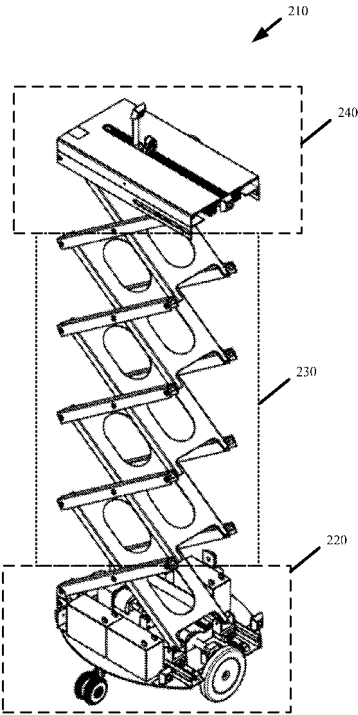
(54) 【発明の名称】 自律的な注文履行及び在庫制御ロボット

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】流通サイト又は倉庫内での完全に自律的な注文履行及び在庫管理のためのシステムを提供する。

【解決手段】システムは、流通サイトの棚から顧客注文アイテムを直接引っ張るか、又は流通サイトの棚から個々のピンを引っ張り、人間の関与なしで顧客注文の全てのアイテムが取得されるまでピンから適切な量のアイテムを分配する、完全に自律的なロボット 210 によって動作する。システムは、流通サイト内のアイテム量を自律的にモニタリングし、識別し、自律的に不足に対応し、最も効率的な注文履行のために流通サイト内のアイテムを編成するロボットに更に関与する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも第 1 のカメラと、車輪と、前記車輪を駆動する少なくとも第 1 のモータと、を含むモータの付いたベースであって、前記モータの付いたベースは、ロボットを流通サイト内の複数の棚から特定の棚へ方向付け、前記複数の棚の各棚は、複数の異なるアイテムを保持する複数の段を有する、モータの付いたベースと、

前記モータの付いたベースに結合された伸長可能なりフトであって、前記伸長可能なりフトは、前記特定の棚の前記複数の段から任意の段へ上昇する、伸長可能なりフトと、

前記伸長可能なりフトに結合された取得部であって、前記取得部は、プラットフォームと、少なくとも第 2 のカメラと、係合要素と、を含み、前記第 2 のカメラは、前記モータの付いたベースによる X - Y 空間移動および前記伸長可能なりフトによる Z 空間移動と連携して、前記特定の棚の複数の異なるアイテムから特定の対象アイテムを識別し、前記係合要素は、前記特定の棚から前記特定の対象アイテムを取得する、取得部と、を備える、ロボット。

10

【請求項 2】

前記取得部は、さらに、前記係合要素を前記プラットフォームの周りで前方および後方に移動させる第 2 のモータを含む、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

(i) 前記第 2 のモータが、前記係合要素を、前記特定の棚にある前記対象アイテムに向けて、前記プラットフォームの周りで前方移動させることによって、(i i) 前記係合要素が、前記第 2 のモータの前方移動により前記対象アイテムに接触したとき、前記対象アイテムに係合することによって、および、(i i i) 前記第 2 のモータが、前記係合要素を前記係合された対象アイテムと共に、前記プラットフォームの周りで後方移動させるように、方向を逆転させることによって、前記係合要素は、前記特定の棚から前記特定の対象アイテムを取得する、請求項 2 に記載のロボット。

20

【請求項 4】

前記係合要素は、吸引アセンブリに結合された真空部を含み、前記真空部は、前記吸引アセンブリ内で吸引力を生成し、前記吸引アセンブリの前記対象アイテムへの接触時に、前記対象アイテムの係合を強める、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記ロボットは、前記流通サイト中に配置された複数の識別子をスキャンすることによって、および、前記第 1 のカメラを用いて、前記複数の識別子の各々の位置をマッピングすることによって、前記流通サイトをマッピングする、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のロボット。

30

【請求項 6】

前記係合要素は、電磁石、吸引を用いて前記対象アイテムに係合する真空部、または、前記対象アイテムの周りで開閉することによって前記対象アイテムに係合するグリッパのうち 1 つを含む、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 7】

前記取得部は、さらに、一組のロードセルを含み、前記一組のロードセルは、前記対象アイテムが前記プラットフォーム上に配置されたとき、前記対象アイテムの重量を測定する、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のロボット。

40

【請求項 8】

前記ロボットは、前記重量に基づいて、前記対象アイテムに含まれるオブジェクトの量を決定する、請求項 7 に記載のロボット。

【請求項 9】

前記ロボットを制御センタに通信可能に結合する無線接続をさらに備え、前記無線接続は、前記一組のロードセルを用いて測定されたオブジェクトの前記量を前記制御センタに提供する、請求項 8 に記載のロボット。

【請求項 10】

50

感覚アレイをさらに備え、前記感覚アレイは、前記ロボットの移動を案内し、および、前記感覚アレイから放射されたレーザまたは光に基づき、前記流通サイト内の障害物を検出する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 1 1】

無線周波数（RF）受信機をさらに備え、前記 RF 受信機は、さらに、前記流通サイトにわたって分布された複数の RF ビーコンから受信される、飛行信号の位相または時間のうちの少なくとも 1 つに従って、前記モータの付いたベースの移動を命令する、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 1 2】

前記係合要素は、引き込み可能なかぎ爪を有するクレーンを含み、前記クレーンは、前記引き込み可能なかぎ爪を用いて、前記特定の棚にあるオブジェクトから前記対象アイテムの 1 または複数のユニットを取り出す、請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 1 3】

前記伸長可能なリフトは、折り畳み構造である、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載のロボット。

【請求項 1 4】

前記伸長可能なリフトは、空圧によって、またはスクリー駆動モータによって、前記複数の段へ上昇する、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

ロボットが、彼らが実行し得る作業の複雑さに関してますます精巧になりつつある。ますますの精巧化は、改善されたロボットの機能性、並びに機能性に影響力を行使してより複雑な作業を実装する、改善された自動化に起因する。結果として、ロボットは、人間を一定の能力で補足すること、及び人間をロボットが実行するのにより適した、又はより効率的な他の能力で置き換えることによって、人間をより良く支援することができる。

【0002】

より大きい精巧化及び機能性をもつロボットの自動化が使用されている 1 つの特定の領域は、注文履行及び在庫制御である。Amazon.com（登録商標）のような大規模な小売業者、倉庫オペレータ、又は流通業者は、人間の作業者が注文を履行するのを支援するためにロボットに依存している。

【0003】

そのような小売業者、倉庫オペレータ、又は流通業者は、1 又は複数の流通サイトに彼らの在庫を収容する。図 1 は、流通サイトを概念的に図示する。流通サイトは典型的に、大きい囲まれたスペースであり、棚 120 がそのスペース全体にわたって配置される。棚は、いくつかの段又はラックをもち数フィート又は数階の高さであり得る。各段又はラックには、たくさんの同一のアイテムを保管するいくつかのビン（bin）130 がある。いくつかの場合において、アイテムは、ビンなしで棚の段又はラック上に直接積み重ねられる。

【0004】

部分的なロボットの自動化では、顧客注文の各アイテムを配置するべく人間の作業者に倉庫を横断させるのではなくむしろ、ロボットが、人間のために取得動作を実行し、それにより、人間は、自由に履行すること及び注文の正確性を保証することに集中できるようになる。具体的には、倉庫管理 / 制御システム（WMS / WCS）は、注文を受信し、人間が注文を履行するであろう流通サイト内の位置を識別する。注文は、その注文に関する人間の位置と共に、1 台の又は複数のロボットに渡される。ロボットは、流通サイトをナビゲートし、各注文アイテムが配置されている棚を配置する。ロボットは、顧客注文の 1 又は複数のアイテムを含む棚を持ち上げ、それらの棚を人間の位置に配達する。人間は次に、各配達された棚を分類し、棚内に含まれる 1 又は複数の注文アイテムを取得する。人間は、取得されたアイテムをスキャンし、取得されたアイテムを顧客注文ボックス内に入れ

10

20

30

40

50

て一度に1つのアイテムずつ注文を履行する。人間は、ロボットによって配達された棚から顧客注文のために引っ張るアイテムがそれ以上残されていないとき、各ロボットを解任する。その結果、ロボットは、棚を流通サイト内のその以前の位置に戻す。次のロボットは次に、更なる顧客注文アイテムを含む次の棚を配達する。これは、人間が注文全体を履行するまで継続する。

【0005】

人間を個々の棚の位置に行かせるのではなくむしろ、注文されたアイテムを含む棚を人間の位置に配達することによって、人間が、そして同様に全体的な注文履行が、より効率的となる。しかしながら、そのような自動化システムは、多くの場合において、流通サイトの完全なオーバーホールを必要とする。オーバーホールは、棚を、ロボットが流通サイト内で持ち上げ得、移動し得る特殊化された棚に置き換えることを必要とする。より効率的なシステムは、流通サイトオペレータが徐々に自動化を拡大することを可能にするべく、既存の棚を使用し、既存の手作業と一緒に作業し、最終的に、注文履行及び在庫管理から全ての人間の関与が取り除かれる。

【0006】

完全な自動化を妨げる、従来技術のシステムの他の欠点は、従来技術のロボットの限定された機能性である。従来技術のロボットは、X-Y空間平面に沿ってのみ移動すること限定される。これは、彼らが人間のために棚を取得することを可能にするが、彼らが棚の段にアクセスし、棚から個々のアイテムを取得することを妨げる。更なる自動化を促進するために、X及びY空間平面に沿った移動に加えて、Z空間平面に沿ったインテリジェントなロボットの移動を可能にする必要がある。

【図面の簡単な説明】

【0007】

ここで、自律的な注文履行のための方法及びシステム及び在庫制御ロボットの好ましい実施形態が、添付図面を参照し、単なる例として説明される。

【0008】

【図1】流通サイトを概念的に図示する。

【0009】

【図2】いくつかの実施形態による、完全に自律的な注文履行、在庫管理、及びサイト最適化を実行できるロボットを図示する。

【0010】

【図3】いくつかの実施形態による、モータの付いたベースの上部及び下部に関する詳細図を提供する。

【0011】

【図4】いくつかの実施形態のロボットの取得部に関する様々な図を提供する。

【0012】

【図5】いくつかの実施形態のピン構造に関する斜視図、上面図、及び正面図を示す。

【0013】

【図6】いくつかの実施形態のロボットが、棚上の特定の対象ピンを識別し、吸引アセンブリ又は電磁石を使用して棚から直接対象ピンを取得する一連のステップを示す。

【0014】

【図7】いくつかの実施形態による適応されたロボットの取得部を図示する。

【0015】

【図8】いくつかの実施形態のロボットが、X、Y、及びZ空間平面に沿って移動するその能力を使用して顧客注文を自律的に履行するプロセスを示す。

【0016】

【図9】ロボットが、アイテムが制御センタから受信された注文においてそれらを単に取得するときの、顧客注文アイテムの非効率的な取得を図示する。

【0017】

【図10】ロボットが、いくつかの実施形態による顧客注文を前処理し、顧客注文アイテ

10

20

30

40

50

ムを取得し始める前にそれ自体の位置に関してアイテムの位置を決定するときの、顧客注文アイテムの効率的な取得を図示する。

【0018】

【図11】いくつかの実施形態による、ロボットが流通サイトを自律的にマッピングするプロセスを示す。

【0019】

【図12】いくつかの実施形態のロボットによって実行される、ピン発見ルーティンを概念的に図示する。

【0020】

【図13】いくつかの実施形態による、流通サイト効率を自律的に最適化するためのプロセスを示す。

【0021】

【図14】いくつかの実施形態のロボット又は制御センタの一部として含まれるコンピュータシステムを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0022】

実施形態は、流通サイト又は倉庫内での完全に自律的な注文履行及び在庫管理のためのシステムを開示する。いくつかの実施形態において、完全に自律的な注文履行は、流通サイトの棚から顧客注文アイテムを直接引っ張るか、又は流通サイトの棚から個々のピンを引っ張り、人間の関与なしで顧客注文の全てのアイテムが取得されるまでピンから適切な量のアイテムを分配する、ロボットに関与する。いくつかの実施形態において、完全に自律的な在庫管理は、流通サイト内のアイテム量をモニタリングし、アイテム不足に応じて棚を自律的に再補充し、最も効率的な注文履行のために流通サイト内のアイテムを編成するロボットに関与する。

【0023】

システムは主に、制御センタ、1台の又は複数のロボット、及び、任意選択で、ピンに関与する。制御センタは、個々に又は集合的にいずれかで彼らが実行すべき注文履行作業、在庫管理作業、及び流通サイト最適化作業をもつロボットを構成する。各ロボットは、ロボットがX、Y、及びZ空間平面に沿って流通サイト内で移動することを可能にする、センサ及びアクチュエータのアレイで構成される。従来技術のロボットと同様に、X-Y空間平面の周りの移動は、ロボットが、流通サイト内でナビゲートし、顧客注文アイテムが配置される棚を識別することを可能にする。しかしながら、従来技術のロボットとは異なり、本明細書で実施形態によって記載されているロボットによるZ空間平面の周りの移動は、注文履行をより良く自動化するべく、ロボットが、流通サイトの棚から個々のアイテム又はピンを取得し、任意選択で、顧客注文のアイテムを分配することを可能にする。

【0024】

I. ロボット

【0025】

図2は、いくつかの実施形態による、完全に自律的な注文履行、在庫管理、及びサイト最適化を実行できるロボット210を図示する。ロボット210は、モータの付いたベース220、伸長可能なリフト230、及び取得部240を含む。

【0026】

図3は、いくつかの実施形態による、モータの付いたベース220の上部及び下部に関する詳細図を提供する。モータの付いたベース220の頂部に、正面及び側面カメラ310、コンピュータ320、及びバッテリー330がある。

【0027】

カメラ310は、ロボットの目として機能し、ロボットが流通サイト内でその位置を決定し、障害物及び他のロボットとの衝突を回避しながら流通サイト内でナビゲートし、顧客注文アイテムを含む棚を識別することを可能にする。いくつかの実施形態において、モ

10

20

30

40

50

ータの付いたベース 220 には又、流通サイトをナビゲートし、障害物を回避することを支援する L I D A R システムが装備されている。L I D A R システムは、レーザ又は光（例えば、紫外線、可視光、又は近赤外光）を放射し、反射を分析して周辺領域を撮像し、安全なナビゲート可能な経路を識別する。

【0028】

コンピュータ 320 は、流通サイト内での、及びピン又は注文アイテムの取得におけるロボットの移動を制御する。コンピュータ 320 は、制御センタ及び他のロボットと無線で通信するための無線送信機及び受信機を含む。コンピュータ 320 は、履行する注文を受信し、履行された注文アイテムについて報告するべく、制御センタと通信する。コンピュータ 320 は又、ピン又は棚の中の残りのアイテムの数等の、又は流通サイト内のアイ

10

【0029】

モータの付いたベース 220 の下方には、ロボットが流通サイト内の X - Y 空間平面に沿って移動することを可能にするキャスタ 340、駆動輪 350、及びモータ 360 がある。慣性計測ユニット 370 も提供され、コンピュータ 320 が加速、振動、傾斜、向き、磁場ベクトル、回転速度等を含む様々な指標を感知することを可能にする。コンピュータ 320 は、駆動輪 350、モータ 360、及び慣性計測ユニット 370 に接続される。

20

【0030】

いくつかの実施形態において、伸長可能なリフト 230 は、ベース 220 でモータに結合される。いくつかの他の実施形態において、伸長可能なリフト 230 は、ロボット車輪に動力を供給するモータから独立した駆動モータに結合される。伸長可能なリフト 230 は、折り畳み式又は折り畳み可能な構造であり、拡張していくつかの高さのうちの何れかにロボットの取得部 240 を持ち上げ得る。いくつかの実施形態において、完全に折り畳まれるとき、伸長可能なリフト 230 は、モータの付いたベースの上に約 1 フィート（30 . 48 センチメートル）上昇する。いくつかの実施形態において、完全に拡張されるとき、伸長可能なリフト 230 は、モータの付いたベースの上に 6 フィート（1 . 8288 メートル）を超えて上昇する。いくつかの実施形態において、伸長可能なリフト 230 の到達可能な高さは、ロボットの用途及びそれが使用される流通サイトに応じて異なる。従って、より低い棚をもつ流通サイトに関しては、ロボットは、より小さい伸長可能なリフト 230 で構成され得、より高い棚をもつ流通サイトに関しては、ロボットは、より高く上昇し得るより大きい伸長可能なリフトで構成され得る。ロボットモータは、伸長可能なリフト 230 を、伸長可能なリフト 230 の完全に折り畳まれた位置と、完全に伸長された位置との間の任意の位置に設置し得る。いくつかの実施形態において、モータは、スクリュウ駆動モータである。いくつかの他の実施形態において、モータは、空圧によって、又は他の機械的手段で伸長可能なリフト 230 に動力を供給する。ロボットのコンピュータ 320 は、伸長可能なリフト 230 のモータを制御し、取得部 240 上に配置されるカメラと共に、任意の棚の段、ピン、又はアイテムと位置合わせされるように伸長可能なリフト 230 を上昇又は下降させ得る。

30

40

【0031】

取得部 240 は、伸長可能なリフト 230 の頂部に存在し、ロボットが棚からアイテム又はピンを識別して引っ張り、任意選択で、ピンから個々のアイテムを分配する手段である。取得部 240 は、様々な実施形態を有し得る。2つのそのような実施形態が、図 4 を参照して説明される。図 4 は、いくつかの実施形態のロボットの取得部 240 に関する様々な図を提供する。

【0032】

第 1 実施形態において、取得部 240 は、一組のカメラ 410、420 及び 430 と、吸引アセンブリ 450 に接続され、吸引アセンブリ 450 を移動させるブルモータ 440

50

と、アイテムデポジットピン 470 と、一組のロードセル 480 とを含むプラットフォームである。いくつかの実施形態において、一組のカメラ 410 ~ 430 は、下方のカメラ 410、前方上方のカメラ 420、及びオーバーヘッドのピンのカメラ 430 を含む。ベースのコンピュータ 320 は、取得部 240 の要素のそれぞれに通信可能に結合されており、取得部 240 の要素のそれぞれの動作を制御し得る。

【0033】

1 又は複数のアイテムが積み重ねられた棚から直接アイテムを取得するために、ロボットは、棚の前に位置を定める。一組のカメラ 410 ~ 430 を使用して、ロボットは、特定の識別子によって識別されるアイテムを見付けるべく棚をスキャンする。特定の識別子は、Universal Product Code (UPC)、他の製品コード、シリアルナンバ、又は棚上の異なるアイテムを一意的に識別するために使用され得るアイテム特徴であり得る。ロボットは次に、その X、Y、及び Z 空間位置を調整し、これにより取得部 240 は、対象アイテムと直接位置合わせされる。一旦位置合わせされると、ロボットは、プルモータ 440 を作動し、接触がなされるまで対象アイテムに向かって吸引アセンブリ 450 を伸長する。いくつかの実施形態において、吸引アセンブリ 450 は、トラックの頂部に存在し、そのトラックに沿った吸引アセンブリ 450 の移動が、プルモータ 440 によって制御されている。いくつかの他の実施形態において、プルモータ 440 は、一端で吸引アセンブリ 450 に結合される空気圧シリンダである。プルモータ 440 は、空気圧シリンダを伸長し又は引き込み得、これにより吸引アセンブリ 450 を取得部 240 のプラットフォームの周りで移動させる。

【0034】

いくつかの実施形態において、吸引アセンブリ 450 は、吸引カップで構成される。吸引カップがアイテムに対して押し付けられるとき、それは、吸引によってそのアイテムに付着し、これによりアイテムがその静止位置から取得されることを可能にする。いくつかの他の実施形態において、吸引アセンブリ 450 は、吸引カップ及び吸引カップに結合されるモータで構成される。モータは、吸引カップが対象アイテムに付着するためにより良い吸引を提供する真空を生成する。

【0035】

一旦吸引アセンブリ 450 が対象アイテムに係合すると、プルモータ 440 は、逆転し、吸引アセンブリ 450 をこれにより係合された対象アイテムと共に引き込み始める。プルモータ 440 は、アイテムデポジットピン 470 の上方にそれが位置合わせされるまで、対象アイテムを引き込む。その後、吸引アセンブリ 450 は、対象アイテムの係合を解除する。いくつかのそのような実施形態において、吸引アセンブリモータは、真空を停止し、任意選択で正圧を印加し、これによりアイテムをアイテムデポジットピン 470 内に落下させる。代替的に、プルモータ 440 は、対象アイテムから吸引アセンブリ 450 の係合を解除する動作（例えば、垂直の振とう）を生じさせ得る。カメラ 410、420、430 は、アイテムが適切に置かれるようにする。

【0036】

図 4 の第 2 の実施形態において、取得部 240 は、棚からピンを取得し、取得されたピンからアイテムを分配するために使用される。いくつかのそのような実施形態において、取得部 240 は、吸引アセンブリの代わりにプルモータ 440 に接続される電磁石 450 を含む。取得部 240 は、分配モータ 460 を更に含み得る。任意の取得されたピンから個々のアイテムを分配することによって自律的なピン取得及び自律的な注文履行を実行する取得部 240 に関する議論を容易にするために、ピン構造は、図 5 のピンの斜視図、上面図、及び正面図を通して示される。

【0037】

図 5 で示されるように、ロボットに対向するピンの外側は、ロボットの取得部 240 の電磁石 450 による磁気結合及び分離のための金属要素 510 を含む。クイックレスポンス (QR) コード、バーコード、無線周波数識別 (RFID) タグ、又はピン内のアイテムを一意的に識別する特徴等の一意のピン識別子 520 が、金属要素 510 の上方に又は

金属要素 5 1 0 に隣接して取り付けられる。ピンは、内側本体、内側本体の長さに延びるコルクスクリュー 5 3 0、及びピンの正面の周りの開口 5 4 0 を含む。内側本体は、コルクスクリュー 5 3 0 の螺旋によって区分される同一のアイテムのうち 1 又は複数を保管する。ピンの外面の周りのコネクタ 5 5 0 は、コルクスクリュー 5 3 0 に接続され、ピンの外側からコルクスクリュー 5 3 0 の回転を可能にする。自動販売機同様、コルクスクリュー 5 3 0 の回転は、コルクスクリュー 5 3 0 の螺旋の間に位置するアイテムを、それらがピン開口 5 4 0 にいくまで、ピンの最前部に近づける。アイテムは一旦ピン開口 5 4 0 の上方に来ると、開口 5 4 0 を通ってピンから落下する。

【 0 0 3 8 】

いくつかの実施形態において、ロボットの取得部 2 4 0 は、流通サイトの棚から、図 5 で描かれているもの等の、ピンを引っ張り、ピンからアイテムを分配し、ピンを棚に戻す。ピンを取得するために、ロボットは、それ自体をピンが配置されている棚の前に位置決めする。一組のカメラ 4 1 0 ~ 4 3 0 及びピン面の周りの一意のピン識別子 5 2 0 を使用して、ロボットは、特定の識別子 5 2 0 によって識別されるピンを見付けるべく棚をスキャンする。ロボットは次に、その X、Y、及び Z 空間位置を調整し、これにより取得部 2 4 0 は、金属要素 5 1 0 に対向してピン正面と直接位置合わせされる。その後、ロボットは、ブルモータ 4 4 0 を作動し、電磁石 4 5 0 がピンの金属要素 5 1 0 に接触し、分配モータ 4 6 0 がピンのコルクスクリューのコネクタ 5 5 0 と位置合わせされるまで、対象ピンに向かって電磁石 4 5 0 を伸長する。電磁石 4 5 0 は作動される。結果として、磁力が、電磁石 4 5 0 をピンに結合する。ブルモータ 4 4 0 は次に、逆転し、電磁石 4 5 0 を引き込み始め、電磁石 4 5 0 は、同様に電磁石 4 5 0 に磁氣的に結合されたピンを引っ張る。ブルモータ 4 4 0 は、アイテムデポジットピン 4 7 0 の上方にピン開口 5 4 0 が位置合わせされるまで、結合されたピンを引き込む。図 6 は、いくつかの実施形態のロボットが、棚上の特定の対象ピンを識別し、吸引アセンブリ又は電磁石を使用して棚から直接対象ピンを取得する一連のステップを示す。

【 0 0 3 9 】

取得されたピンからアイテムを分配し、顧客注文の一部を履行するために、ロボットは、分配モータ 4 6 0 を作動する。そうする際に、分配モータ 4 6 0 は、回転し始め、ピンのコルクスクリューのコネクタ 5 5 0 を分配モータ 4 6 0 と位置合わせさせ、分配モータ 4 6 0 は又、1つのアイテムがピンからアイテムデポジットピン 4 7 0 内に分配されるまで回転する。アイテムデポジットピン 4 7 0 は、ロボットが、ロボットによって取得される任意の分配されたアイテムを運ぶ容器である。取得部 2 4 0 の下方のピンのカメラ 4 1 0 は、ピンから分配されたアイテムの数を検出する。一旦、分配されたアイテムの数が顧客注文におけるアイテムの数と等しくなると、取得部 2 4 0 は、分配モータ 4 6 0 の回転を停止する。ブルモータ 4 4 0 は次に逆転し、ピンを棚に沿って戻し再位置決めする。取得部 2 4 0 は、電磁石 4 5 0 を無効化し、それにより、ピンから電磁石 4 5 0 を分離させる。ブルモータ 4 4 0 は、電磁石 4 5 0 及び取得部 2 4 0 を完全に引き込むべく再度逆転する。

【 0 0 4 0 】

いくつかの実施形態において、取得部 2 4 0 は、引き込み可能な伸長部を更に含む。引き込み可能な伸長部は、取得部 2 4 0 から取得部 2 4 0 の前に位置決めされる棚に向かって伸長し、引き込むプラットフォームである。引き込み可能な伸長部は、棚からのアイテム又はピンの取得を容易にする。具体的には、一定の環境では、取得部 2 4 0 は、取得部 2 4 0 がピン又はアイテムを取得すべき棚に密着して位置することができない。従って、引き込み可能な伸長部は、棚の外方向に伸長され、取得部 2 4 0 と棚との間の任意の間隙を埋め、引き込まれたピン又はアイテムが、間隙を通して落下しないようにする。引き込み可能な伸長部は又、一定の長いピン又はアイテムの取得において使用される。そのような例において、引き込み可能な伸長部は、取得されている任意のアイテム又はピンに関する更なる支持を提供する。

【 0 0 4 1 】

任意の取得部 240 の実施形態において、一組のロードセル 480 は、ロボットによる自律的な在庫管理を容易にする。一組のロードセル 480 は、取得部の頂部に置かれる全ての物の重量を測定する。取得部 240 がピンを取得するとき、一組のロードセル 480 は、ピンの重量を測定する。ピンの重量から、及びピンにおける各アイテムの重量を知ることから、ロボットは、ピンにあるアイテムの量を決定することにより在庫を追跡し得る。アイテムの重量は、制御センタによって事前に定義され、ロボットに送信され得る。ロボットは又、ピンを計量し、ピンからアイテムを分配し、1つのアイテムがピンから分配された後もう一度ピンを計量し、分配する前と分配した後との重量差に注目することによってアイテム重量を決定し得る。一組のロードセル 480 は又、顧客注文が正しく履行されたことを検証するために使用され得る。いくつかの実施形態において、顧客注文の全てのアイテムを含むパッケージを、流通サイト内の出荷荷下ろし位置に配達するためにロボットが使用される。パッケージは、一組のロードセル 480 が、全体のパッケージの重量を測定し得るように、取得部 240 の頂部に置かれる。再度、顧客注文の個々のアイテムの重量を知ること、及びパッケージの総重量を個々のアイテム重量の合計と比較することにより、ロボットは、全てのアイテムが存在するかどうか、又はパッケージ内に任意の無関係なアイテムがあるかどうかを決定し得る。そのような検証は、注文が梱包されている、又は多少なりとも人間の作業者のインタラクションを必要とする場合、とりわけ役立つ。

10

【0042】

図5は、ロボットがアイテムを分配し、自動化されたやり方で注文を履行し得る1つのピンの実施形態である。しかしながら、他の分配手段をもつピンも、いくつかの実施形態のロボットと共に使用され得る。いくつかの実施形態において、ロボットによってやりとりされるピンは、異なる量のアイテムを保持する空洞をもつ容器に過ぎない。これらのピンには、分配手段が何一つない場合がある。いくつかのそのような実施形態において、ロボットそれら自体、より具体的には、ロボットの取得部は、他の分配手段を使用してアイテムに結合し、アイテムを分配するよう適応され得る。図7は、いくつかの実施形態による1つのそのような適応された取得部を図示する。

20

【0043】

図7において、取得部は、引き込み可能なかぎ爪又は吸引グリップ720をもつクレーン710を使用し、電磁石750を使用して取得されたピン740からアイテム730を引き出す。クレーン710は次に、回転し、アイテムデポジットピン760内に引き出されたアイテム730を分配する。そのため、図2～図7において示されているロボット構造及びピン構造は、自律的なシステムの好ましい実施形態を図示する。しかしながら、当業者であれば、後述の自律的な機能性を実装するために、異なるそのような構造が使用され得ることを理解するであろう。

30

【0044】

異なるピン及びロボットの実施形態が又、異なっているサイズのアイテムを扱うことのために想定される。例えば、より小さい第1サイズのピンが、バッテリー等の小さいアイテムを保管するために使用され得、より大きい第2サイズのピンが、テレビ等の大きいアイテムを保管するために使用され得る。そのような例において、大きいアイテムを取得するために使用されるものとは異なるサイズのロボットが、小さいアイテムを取得するために使用され得る。

40

【0045】

II. 自律的な注文履行

【0046】

図8は、いくつかの実施形態のロボットが、X、Y、及びZ空間平面に沿って移動するその能力を使用して顧客注文を自律的に履行するプロセス800を示す。制御センタが、ロボットが自律的に履行すべき顧客注文をロボットに構成する(810で)とき、プロセス800は開始する。ロボットを構成することは、顧客注文を構成するアイテムのそれぞれを識別する識別子を含む顧客注文を、ロボットにアップロードすることを含む。

50

【 0 0 4 7 】

最適な効率のために、ロボットは、制御センタから顧客注文を受信すると、流通サイト内でのその現在位置を識別する（ 8 2 0 で）。いくつかの実施形態において、ロボットは、そのセンサ、具体的にはカメラを使用し、ロボットが現在配置されている最も近い棚又は流通サイトのフロアのいずれかに取り付けられている最も近い識別子を取得する。ロボットは、流通サイトのデジタルマップを参照し、流通サイトにおいて最も近い識別子の位置を識別し、それによりロボット自体の位置を決定する。マップから、ロボットは又、顧客注文のどのアイテムがロボットの位置に最も近い棚上に配置されているかを決定する（ 8 3 0 で）。

【 0 0 4 8 】

ロボットは、衝突なしに流通サイトを通してインテリジェントにナビゲートし、顧客注文アイテムを含む最も近い棚に到着する（ 8 4 0 で）。ロボットは次に、棚それ自体をナビゲートし、顧客注文アイテムを含むピンを識別する（ 8 5 0 で）。そうするために、ロボットは、ピンに取り付けられた Z 軸平面スキャニング識別子に沿って上昇し、顧客注文アイテムを含むピンを識別する。

【 0 0 4 9 】

ロボットは、上述のロボットの機能性のうちの何れかを使用して、棚から顧客注文アイテムを含むピンを引っ張る（ 8 6 0 で）。ロボットは、注文された量のアイテムを、ピンからロボットのアイテムデポジットピン内に分配する（ 8 7 0 で）。ピンが取得された場合、ロボットは、ピンを棚内のその以前の位置に戻す（ 8 8 0 で）。

【 0 0 5 0 】

次に、ロボットは、最後のアイテムを分配した結果として、顧客注文が完了しているかどうかを判断する（ 8 9 0 で）。完了していない場合、ロボットは、顧客注文における次に最も近い残りのアイテムを取得し始める前に、ステップ 8 2 0 に戻る。完了している場合、ロボットは、注文を履行し終え、ロボットは、注文アイテムが梱包され、顧客に出荷される出荷位置に移動する（ 8 9 5 で）。

【 0 0 5 1 】

いくつかの実施形態において、複数のロボットと一緒に作業し、特定の顧客注文を完了する。いくつかの実施形態において、ロボットの第 1 の組に、棚からピンを取得し、ピンから正しいアイテム量を分配する作業が任される。ロボットの第 2 の組に次に、自律的に顧客注文を履行するべく、又は履行のために顧客注文のアイテムを配達するべく、ロボットの第 1 の組からアイテムを回収する作業が任される。この構成では、ロボットの第 1 の組は、アイテムピンの取得及びアイテムの分配の作業を実行し、ロボットの第 2 の組は、顧客注文のアイテムを共通の位置に集め、梱包又は出荷のために顧客注文を準備する。ロボットの第 1 の組の各ロボットは、1 又は複数の特定の棚から取得を実行するよう構成され得る。このことは、ロボットの第 1 の組が流通サイト内で不必要にナビゲートする労力を省く。ロボットの第 1 の組は、それによりアイテム又はピンの取得に完全に集中し得る。

【 0 0 5 2 】

いくつかの実施形態において、ロボットの第 1 の組は、ロボットが割り当てられる棚の近くに配置されるコンテナに、任意の取得されたアイテムを置く。ロボットの第 2 の組は次に、個々の顧客注文を履行することの一部としてコンテナからアイテムを取得するために、又はコンテナを集荷するために、周期的に立ち寄る。

【 0 0 5 3 】

いくつかの他の実施形態において、ロボットの第 1 の組は、ロボットの第 2 の組に直接取得されたアイテムを置く。動作のこのモードにおいて、第 2 の組のロボットは、それが履行するべき顧客注文をロボットの第 1 の組に伝える。ロボットの第 1 の組は次に、彼らの対応する棚からアイテムを取得し始め、第 2 の組のロボットは、ロボットの第 1 の組のそれぞれのところで停止し、それらのロボットの第 1 の組によって取得されたアイテムを直接受け取る。第 2 の組のロボットは、従って、個々のアイテムが取得されるのを待つこ

10

20

30

40

50

となく、注文を履行し得る。代わりに、それは、一旦第2の組のロボットが到着すると、置くために注文アイテムを準備するであろうロボットの第1の組の間を単にナビゲートする。

【0054】

いくつかの他の実施形態において、2台の又はそれより多くのロボットに、顧客注文の異なる部分に関してピン又はアイテムを取得する作業が任される。いくつかのそのような実施形態において、顧客注文に対して共同作業で動作する2台の又はそれより多くのロボットは、顧客注文の異なるアイテムを含む異なるピンを取得するべく、流通サイトを同時に横断する。共同作業するロボットは、顧客注文のアイテムを彼らのそれぞれのアイテムデポジットピン内に分配する。共同作業するロボットは次に、彼らが取得したアイテムを特定のスマートテーブルで荷下ろしし、ここで、顧客注文全体は次に、1つのコンテナ又はパッケージ内に集められる。代替的に、顧客注文に対して共同作業で動作する2台の又はそれより多くのロボットは、顧客注文アイテムを含むピンをスマートテーブルに配達し得る。

10

【0055】

スマートテーブルは、ロボットによって配達されたアイテム又はピンを検出するセンサを含む。いくつかの実施形態において、カメラ及びロボティックアームを使用して、スマートテーブルは次に、異なるロボットによって配達されたアイテム又はピンから単一のパッケージ内に顧客注文を集める。

【0056】

20

いくつかの他の実施形態において、スマートテーブルは、人間の作業者が、配達されたアイテムを単一のパッケージ内に集める能力を容易にする。いくつかのそのような実施形態において、スマートテーブルは、顧客のディスプレイのアイテムを人間の作業者に示すディスプレイを含む。スマートテーブルは、照明付きのボタン又はライトを更に含む。これらのボタン又はライトは、スマートテーブル上で、ロボットが顧客注文のアイテムを含む異なるアイテム又はピンを置いた表面を識別する。人間の作業者は次に、スマートテーブルによって提供される案内に従うことによって注文を履行する。カメラ又は他のセンサを使用して、スマートテーブルは次に、人間の作業者が正しいアイテム及びアイテムの正しい量で顧客注文を正しく履行したことを検証し得る。

【0057】

30

制御センタは、流通サイト内で動作する各々のロボットに、ロボットがどの注文又はどの注文アイテムを取得するべきかを指示する。制御センタは、流通サイトのフロアで動作するロボットに、様々な顧客注文を無線で送信する。ロボットが既に1つの顧客注文を処理している場合、ロボットは、現在の顧客注文が履行されるまで、制御センタからの任意の追加の顧客注文をキューに入れる。制御センタは、顧客注文全体を1台のロボットに送信し得、又は顧客のアイテムを2台の又はそれより多くのロボットにわたるロボットに分割し得、これにより、ロボットは、顧客注文の配布された履行を実行する。

【0058】

いくつかの実施形態において、制御センタは、特定の顧客注文からの注文アイテムを、それらのそれぞれのピン識別子、UPCコード、他の一意のアイテム識別子、又はロボットが流通サイト内でそれらのアイテムを識別し得るアイテムの特徴に変換する。同一のアイテムが2つ又はそれより多く購入されるときは、各アイテムに関して量が提供され得る。注文は次に、履行のために制御センタから1台の又は複数のロボットに渡される。

40

【0059】

いくつかの実施形態において、ロボットは、顧客注文と関連付けられるアイテムを最も効率的なやり方で取得する。制御センタによって提供された注文における各アイテムを取得するのではなくむしろ、顧客注文を受信するロボットは、流通サイト内のその現在の位置をまず決定する。次に、ロボットは、顧客注文の一部として受信されたアイテムを通してスキャンし、ロボットの現在位置に基づいてアイテムを取得する最も効率的な注文を決定する。

50

【 0 0 6 0 】

図 9 は、ロボットが、アイテムが制御センタから受信された注文においてそれらを単に取得するときの、顧客注文アイテムの非効率的な取得を図示する。図 1 0 は、ロボットが、いくつかの実施形態による顧客注文を前処理し、顧客注文アイテムを取得し始める前にそれ自体の位置に関してアイテムの位置を決定するときの、顧客注文アイテムの効率的な取得を図示する。

【 0 0 6 1 】

I I I . ナビゲーション

【 0 0 6 2 】

いくつかの実施形態において、ロボットは、一意の棚識別子の第 1 の組を使用して、流通サイトの棚にわたってナビゲートする。一意の棚識別子の第 1 の組からの棚識別子は、ロボットにとって容易に及び明らかにアクセス可能である位置における流通サイトの各棚に取り付けられる。いくつかの実施形態において、一意の棚識別子の第 1 の組は、Q R コード（登録商標）、バーコード、又は R F I D タグの組を含む。しかしながら、一意の棚識別子の第 1 の組は、図形、記号、又は英数字を含む、視覚的な識別子の任意の一意の組を含み得ることは明らかである。いくつかの実施形態において、一意の棚識別子の第 1 の組は、代替的に又は追加的に、それらが識別する棚の前の流通サイトのフロアに取り付けられ得る。

【 0 0 6 3 】

ロボットは、棚識別子の第 1 の組及び棚識別子の第 1 の組から生成される流通サイトのマップを使用してそれ自体を正しい位置に合わせる。ロボットのモータの付いたベースの周りのカメラは、識別子のサイズ及びロボットのカメラの解像度に応じて、数メートルの距離から棚識別子の第 1 の組をスキャンし得る。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 は、いくつかの実施形態による、ロボットが流通サイトを自律的にマッピングするプロセス 1 1 0 0 を示す。流通サイトのマップを生成するために、ロボットは、棚発見ルーティンを実行する。棚発見ルーティンの一部として、ロボットは、流通サイトの各経路を横断する（1 1 1 0 で）。ロボットは、ローカル又は全地球測位システム（GPS）座標を使用し得、ロボットが全ての流通サイト経路をカバーするようにする。いくつかの実施形態において、制御センタは、流通サイトの経路のマップをロボットにアップロードする。

【 0 0 6 5 】

各経路を横断している間、ロボットは、それが遭遇する各新たな棚で停止する（1 1 2 0 で）。ロボットの感覚アレイのカメラが新たな棚識別子を検出するとき、ロボットは、棚に遭遇する。ロボットは、新たな棚識別子をスキャンし、棚の位置をスキャンされた棚識別子にマッピングする（1 1 3 0 で）。ロボットは、棚の前に又は棚に隣接してそれ自体を位置決めし、その位置で GPS 座標を記録することによって棚の位置を決定する。

【 0 0 6 6 】

各遭遇された棚で、ロボットは又、アイテム / ビン発見ルーティンを実行する。アイテム / ビン発見ルーティンを実行する際、ロボットは、その棚に編成される各々の一意のアイテム / ビンをスキャンする（1 1 4 0 で）。いくつかの実施形態において、ロボットは、各ビンに取り付けられる一意のビン識別子の第 2 の組から一意のビン識別子をスキャンする。一意のビン識別子の第 2 の組も、Q R コード（登録商標）、バーコード、又は他の図形の、記号の、又は英数字のコードの形態であり得る。アイテムが棚に直接配置される実施形態においては、ロボットは、UPC コード、シリアルナンバ、又はアイテムの一意の特徴をスキャンする。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 は、いくつかの実施形態のロボットによって実行される、ビン発見ルーティンを概念的に図示する。示されるように、ロボットは、その棚発見ルーティンに沿って新たな棚識別子 1 2 2 0 を識別するとき、棚 1 2 1 0 で停止する。ロボットは、棚 1 2 1 0 の縁

部に進み、第1の棚の棚又は段のレベルになるまでZ軸平面に沿って上昇する。ロボットは次に、X軸平面に沿って横向きに移動し、その棚又は段に編成されたアイテム/ピン識別子1230、1240、1250及び1260を発見する。ロボットが棚又は段の端に到達するとき、棚の開始縁部に戻るまでX軸平面に沿って反対方向に移動する前に、Z軸平面に沿って次の棚又は段1270に再び上昇する。ロボットは、棚の全ての棚又は段の一意のアイテム/ピンがスキャンされるまで、このやり方でスキャンを継続する。ピン発見ルーティンの結果として、ロボットは、どのアイテム又はピンがどの棚識別子でアクセス可能であるかを識別する。より詳細な発見が、アイテム/ピンを棚の周りの特定の位置にマッピングし得る。

【0068】

ロボットは、流通サイトが完全にマッピングされているかどうかを判断する(1150で)。完全にマッピングされていない場合、プロセス1100は、流通サイト内の各棚の位置が識別され、各棚でアクセス可能なピンも識別されるまで上記の様式で継続する。

【0069】

棚識別子の第1の組及びアイテム/ピン識別子の第2の組をスキャンすることから決定されるようなアイテム/ピン及び棚の位置は次に、流通サイトのマップ内に集められる(1160で)。各ピン内に何があるかを知るために、制御センタは、アイテム対ピン識別子マッピングを生成する。識別子対ピンマッピングは次に、ロボットが流通サイト内の各々のアイテムの位置を確認できるように、流通サイトのロボットの生成されたマップと組み合わせられる(1170で)。

【0070】

上述の通り、最も近い棚識別子をスキャンすることによって、及び生成されたマップを参照することによって、ロボットは、流通サイト内でその位置をいつでも決定することができ、流通サイト内で異なる位置にそのコースをインテリジェントに、効率的に、及び自律的にプロットすることができる。更に、マップを使用して、ロボットは、流通サイト内で各々のアイテムに対してその位置を決定することができる。結果として、ロボットは、顧客注文の各アイテムを取得するための最短の経路と最適な順序を決定することにより、顧客注文を効率的に履行し得る。

【0071】

いくつかの実施形態において、ロボットは又、その発見中にロボットが遭遇する様々な障害物をマップに設定する。マップ内に障害物を含めることにより、ロボットが、その後の流通サイトの横断中にそのような障害物を事前に回避することが可能となる。

【0072】

いくつかの実施形態において、ロボットは、営業外時間中に又は流通サイトのレイアウトが変化するとき定期的に、棚発見ルーティン及びピン発見ルーティンを実行することによりマップを構築する。あるロボットによって作成されるマップは、同一の流通サイトで動作する他のロボットと共有され得る。いくつかのそのような実施形態において、ロボットは、そのマップを制御センタにアップロードし、制御センタは次に、完全なマッピングを流通サイトロボットのそれぞれに配布する前に、アイテム対ピンマッピング情報をマップに組み込む。従って、あるロボットが、他のロボットが彼らの注文履行作業を継続する間、注文履行作業から外され、流通サイトをマッピング又は再マッピングし得る。一旦ロボットが流通サイトのマッピングを完了すると、ロボットは、それ自体のマップを更新し、任意選択でマッピングを他のロボットにアップロードすることにより彼らによって使用されるマップを更新し得る。

【0073】

無線周波数ブロードキャストリングビーコンが、ロボットが流通サイト内でナビゲートする代替的な手段を提供し得る。いくつかのそのような実施形態において、ビーコンは、流通サイトの周りに戦略的に配置され、各ビーコンの位置をもつ流通サイトのマップが生成される。互換性のある受信機が、ロボットに取り付けられる。受信機を使用して、ロボットは、ビーコン間の無線信号飛行時間を検出し、検出された信号に基づいて流通サイト

10

20

30

40

50

内でそれらの位置を決定し得る。ビーコンが棚に割り当てられるとき、ロボットは、個々の棚を区別し得る。代替的に、ロボットは、ビーコンを使用して流通サイトをナビゲートし、次にロボットのカメラに依存して対象棚を識別し得る。

【0074】

いくつかの実施形態において、ロボットは、流通サイト内でナビゲートするためのLIDARシステムを含む。ロボットは、LIDARシステムによって実行されるレーザスキャンを既知のマップに一致させることにより、流通サイトのマップ内で彼らの位置を特定し得る。更に、LIDARシステムは、ロボットが流通サイト内で横断中に衝突を回避するのを支援し得る。

【0075】

10

IV. 在庫管理

【0076】

更なる自動化及びシームレスな注文履行のために、いくつかの実施形態のロボットは、在庫管理を自動化することとして追加のユーティリティを提供する。在庫管理は、十分な量のアイテムが在庫にあるようにする必要がある。この在庫から、顧客注文が履行され得る。しかしながら、在庫が需要を下回る場合、顧客注文は、履行され得ず、注文は、遅延されるであろう。従って、在庫管理は、流通サイトを出るアイテムが、流通サイト内に入るアイテムと等しいか又はそれより少なくななければならないという物流の課題である。

【0077】

ロボットは、取得部上の一組のロードセルを使用することによって在庫管理を自動化し、注文を履行し始めるときに在庫量を検査する。ロボットが棚からピンを取得するとき、ロボットは、ピンの重量を測定し、ピン内のアイテムの1ユニット当たり重量で総重量を割ることによって、ピン内の残りのアイテムの量を識別し得る。ロボットは次に、制御センタが流通サイト在庫全体を全体的にかつリアルタイムに把握するように、制御センタにアイテムの量を提供し得る。

20

【0078】

特定のアイテムの在庫が低いとき、制御センタは、適切な供給業者から追加のユニットを自動的に注文し得る。制御センタは、静的な又は動的な低い在庫閾値を使用して、正しい供給業者からアイテムの追加のユニットを注文し得る。静的な在庫閾値は、特定のアイテムの在庫量が固定された数を下回るときにはいつでもトリガする。動的な在庫閾値は、アイテムの量が時間と共に減少する割合を追跡し、それに応じて閾値を設定する。具体的には、ロボットは、顧客注文を履行することの一部としてピンから任意のアイテムを分配するときにはいつでも、そのアイテムが分配されたこと、及び在庫におけるそのアイテムのユニットが1つ少ないことを制御センタに通知する。制御センタは、異なるアイテムがロボットによって分配されている割合を追跡する。割合に基づいて、制御センタは、人気のあるアイテムを、より人気のないアイテムと区別し、人気のあるアイテムを、より人気のないアイテムよりも早く補充し得る。なぜなら、人気のあるアイテムの在庫は、より人気のないアイテムの在庫よりも速く減っているからである。

30

【0079】

ロボットは又、一旦アイテムの追加のユニットが供給業者から受け取られると、棚を再補充するために使用され得る。棚を再補充するために、ロボットは、本質的に逆の注文履行動作を実行する。逆の動作は、1台の又は複数のロボットに再補充すべきアイテムを指示する制御センタに関与する。指示は、再補充を待つアイテムの位置を識別する識別子を含む。この識別子は、供給業者が再補充用のアイテムを荷下ろしする流通サイト内のドッキングベイ又は分類領域を識別し得る。制御センタからの指示は、流通サイトにおけるアイテムの最終位置を識別する第2の識別子を更に含み得る。この第2の識別子は、流通サイト内の特定の棚、又はより細かくは、特定の棚内の特定の位置を識別し得る。

40

【0080】

ロボットは次に、再補充されるべきアイテムの現在位置を識別する第1の識別子にナビゲートする。一組のカメラを使用して、各ロボットは、その取得部をアイテムの前に位置

50

決めする。これは、伸長可能なリフトを上昇又は下降させ、取得部を、アイテムの山における次にアクセス可能なアイテムに位置合わせすることを含む。ロボットは、そのブルモータを作動し、次にアクセス可能なアイテムを吸引アセンブリに係合させる。一旦吸引アセンブリがアイテムに係合すると、ブルモータは、逆転し、アイテムをその元の位置から引き出す。ロボットは次に、アイテムを流通サイト内のその最終位置に運ぶ。具体的には、ロボットは、取得されたアイテムが再補充されるべき棚への最適な経路を決定するべく、流通サイトの棚のそのマップを参照する。ロボットは、適切な流通サイトの棚にナビゲートする。ロボットは、一旦アイテムが棚に挿入されると、ブルモータを作動して吸引アセンブリの係合を解除することによりアイテムを棚の上に置く前に、棚内でアイテムを適切に位置決めするために、その伸長可能なリフトを上昇又は下降させる。

10

【0081】

棚を再補充することの変形例として、いくつかの実施形態において、制御センタは、注文履行の効率を高めるべく、リアルタイム在庫情報並びにロボットに影響力を行使し、流通サイズを最適化する。具体的には、ロボットによって報告されるリアルタイム在庫情報は、流通サイト内で棚及び／又はピンを再編成するために使用され、これにより、頻繁に取得されるアイテム又は一緒に購入されるアイテムは、互いの近くに物理的に配置される。これは次に、ロボットが注文を履行する際に移動しなければならない総距離を削減し、それにより各注文を履行する平均時間を短縮する。

【0082】

図13は、いくつかの実施形態による、流通サイト効率を自律的に最適化するためのプロセス1300を示す。プロセス1300は、制御センタが、あるモニタリング期間にわたってロボットからリアルタイム在庫情報を受信する(1310で)ことと共に開始する。モニタリング期間は、1日、1週間、1ヶ月等の期間であり得る。

20

【0083】

プロセスは次に、全体として在庫情報を処理し(1320で)、最も頻繁に購入されたアイテム又は一緒に購入されたアイテムを識別する制御センタに関与する。営業外時間中に又はピークでない時間の間、制御センタは次に、最も頻繁に購入されたアイテム又は一緒に購入されたアイテムが互いの近くに配置されるように、棚又はピンを再位置決めするようロボットに指示する(1330で)。再位置決めすることの一部として、ロボットは又、棚又はピンを流通サイト内でのロボットの開始位置のより近くに位置決めし得る。

30

【0084】

ロボットは、指示されたように棚及び／又はピンを再位置決めする(1340で)。そうする際に、ロボットは又、彼らの流通サイトのマップを更新し(1350で)、棚及びピンの位置の変化を考慮する。その後、制御センタがロボットのうちの1台に履行すべき顧客注文を提供するとき、ロボットは、更新されたマップを使用し、顧客注文アイテムの位置を識別するであろう。

【0085】

いくつかの実施形態において、ロボットは、流通サイトの断片化を解消するという関連しているが同様の作業を実行するために使用され得る。流通サイトの断片化の解消は、各棚に対して最大の数のピンを配置することにより、棚スペースを最大化することに関与する。例として、流通サイトは、10フィート(3.048メートル)の幅である段をもつ棚と、3フィート(0.9144メートル)の幅、5フィート(1.524メートル)の幅、及び7フィート(2.1336メートル)の幅であるピンとを有し得る。このシナリオにおいて、棚スペースの最も効率的な利用及び断片化の解消は、5フィート幅のピンを3フィート幅のピンと並べるのではなくむしろ、3フィート幅のピンを幅7フィートのピンと並べ、5フィート幅のピンを別の5フィート幅のピンと並べることに関与する。断片化の解消を実行するために、制御センタは、各棚上のスペースを識別し、各ピンのサイズを識別し、棚スペースへのピンの最も効率的な割り当てを決定する。制御センタは次に、ロボットに、最適な、断片化を解消された位置決めに従って、ピンを再位置決めするよう命令する。

40

50

【 0 0 8 6 】

いくつかの実施形態において、断片化を解消することは、ピンを遠くの棚から空のスペースを有するより近い棚に移動させることにより、無駄なスペースを取り除くことにも関与する。いくつかの実施形態において、断片化を解消することは、棚から空のピンを外し、在庫にある他のアイテムのためのスペースを開くことにも関与する。

【 0 0 8 7 】

V. コンピュータシステム

【 0 0 8 8 】

上述のプロセス、エンジン、モジュール、及びコンポーネントのうちのいくつかは、非一時的コンピュータ可読記憶媒体（コンピュータ可読媒体とも称される）に記録される命令のセットとして規定されるソフトウェアプロセスとして実装される。これらの命令が、（プロセッサ又はASIC及びFPGAのような他の計算エレメント等の）1又は複数の計算エレメントによって実行されるとき、それらは、計算エレメントに命令において示される動作を実行させる。サーバ、コンピュータ、及びコンピューティングマシンが、それらの最も広い意味で意味され、携帯電話、スマートフォン、ポータブルデジタルアシスタント、タブレットデバイス、ラップトップ、ノートブック、及びデスクトップコンピュータを含むプロセッサをもつ任意の電子デバイスを含み得る。コンピュータ可読媒体の例は、これらに限定されないが、CD-ROM、フラッシュドライブ、RAMチップ、ハードドライブ、EPROM等を含む。

【 0 0 8 9 】

図14は、いくつかの実施形態のロボット又は制御センタの一部として含まれるコンピュータシステムを図示する。そのようなコンピュータシステムは、上述されたモニタリングシステムの様々な方法及び機械を実装する、様々な他のタイプのコンピュータ可読媒体のための様々なタイプのコンピュータ可読媒体及びインタフェースを含む。コンピュータシステム1400は、バス1405、プロセッサ1410、システムメモリ1415、リードオンリメモリ1420、永久記憶デバイス1425、入力デバイス1430、及び出力デバイス1435を含む。

【 0 0 9 0 】

バス1405は、コンピュータシステム1400の多数の内部デバイスを通信可能に接続する全てのシステムバス、周辺バス、及びチップセットバスを集合的に表す。例えば、バス1405は、プロセッサ1410を、リードオンリメモリ1420、システムメモリ1415、及び永久記憶デバイス1425と通信可能に接続する。これらの様々なメモリユニットから、プロセッサ1410は、上述された実施形態のプロセスを実行するべく、実行する命令及び処理するデータを取得する。プロセッサ1410は、中央処理ユニット、集積回路、グラフィカル処理ユニット等のような処理デバイスである。

【 0 0 9 1 】

リードオンリメモリ（ROM）1420は、プロセッサ1410及びコンピュータシステムの他のモジュールによって必要とされる静的なデータ及び命令を記憶する。一方、永久記憶デバイス1425は、リード/ライトメモリデバイスである。このデバイスは、コンピュータシステム1400がオフである場合であっても、命令及びデータを記憶する不揮発性メモリユニットである。いくつかの実施形態は、永久記憶デバイス1425として（磁気ディスク、ソリッドステートディスク、又は光ディスク及びその対応するディスクドライブ等の）大容量記憶デバイスを使用する。

【 0 0 9 2 】

他の実施形態は、永久記憶デバイスとして（フラッシュドライブ又はソリッドステートディスク等の）リムーバブル記憶デバイスを使用する。永久記憶デバイス1425同様、システムメモリ1415は、リード/ライトメモリデバイスである。しかしながら、記憶デバイス1425とは異なり、システムメモリは、ランダムアクセスメモリ（RAM）等の揮発性のリード/ライトメモリである。システムメモリは、プロセッサが実行時に必要とする命令及びデータのうちのいくつかを記憶する。いくつかの実施形態において、プロ

セスは、システムメモリ 1 4 1 5、永久記憶デバイス 1 4 2 5、及び / 又はリードオンリメモリ 1 4 2 0 に記憶される。

【 0 0 9 3 】

バス 1 4 0 5 は又、入力デバイス及び出力デバイス 1 4 3 0 及び 1 4 3 5 に接続する。入力デバイスは、ユーザが情報を通信し、コンピュータシステムに対してコマンドを選択することを可能にする。入力デバイス 1 4 3 0 は、(物理キーボード及びタッチスクリーンキーボードを含む) 英数字のキーパッドと、(「カーソル制御デバイス」とも呼ばれる) ポインティングデバイスとを含む。入力デバイス 1 4 3 0 は又、オーディオ入力デバイス (例えば、マイクロフォン、M I D I 楽器等) を含む。出力デバイス 1 4 3 5 は、コンピュータシステムによって生成される画像を表示する。出力デバイスは、プリンタ及び液晶ディスプレイ (L C D) 等の表示デバイスを含む。

10

【 0 0 9 4 】

最後に、図 1 4 で示されるように、バス 1 4 0 5 は又、ネットワークアダプタ (図示せず) を介してコンピュータ 1 4 0 0 をネットワーク 1 4 6 5 に結合する。このやり方において、コンピュータは、(ローカルエリアネットワーク (「L A N」)、ワイドエリアネットワーク (「W A N」)、又はイントラネット、又はインターネット等のネットワークのような) コンピュータのネットワークの一部であり得る。

【 0 0 9 5 】

上述したように、コンピュータシステム 1 4 0 0 は、様々な異なるコンピュータ可読媒体のうちの 1 又は複数を含み得る。そのようなコンピュータ可読媒体のいくつかの例は、R A M、R O M、コンパクトディスク (C D - R O M)、デジタル多用途ディスク (例えば、D V D - R O M、二層 D V D - R O M)、様々なレコーダブル / リライタブル D V D (例えば、D V D - R A M、D V D - R W、D V D + R W 等)、フラッシュメモリ (例えば、S D カード、ミニ S D カード、マイクロ S D カード等)、磁気及び / 又はソリッドステートハードドライブ、リードオンリ及びレコーダブルブルーレイ (登録商標) ディスク、及び任意の他の光媒体又は磁気媒体を含む。

20

【 0 0 9 6 】

先の明細書において、様々な好ましい実施形態が、添付図面を参照して説明されてきた。しかしながら、以下の特許請求の範囲において記載されている本発明のより広い範囲から逸脱することなく、様々な改良及び変更が本発明に対して行われ得、追加の実施形態が実装され得ることが明らかであろう。明細書及び図面は、従って、限定的な意味ではなくむしろ例示的な意味でみなされることになる。

30

(項目 1)

少なくとも第 1 のカメラ、車輪、及び前記車輪を駆動する少なくとも第 1 のモータを有する、モータの付いたベースであって、前記モータの付いたベースは、ロボットを、流通サイト内で複数の棚から特定の棚へ方向付け、前記複数の棚の各棚は、複数の異なるアイテムを保持する複数の段を有する、モータの付いたベースと、

前記ベースに結合され、前記特定の棚の前記複数の段から任意の段へ上昇する、伸長可能なリフトと、

前記伸長可能なリフトに結合され、プラットフォームと、少なくとも第 2 のカメラと吸引アセンブリとを有する取得部であって、前記第 2 のカメラは、前記モータの付いたベースによる X - Y 空間移動及び前記伸長可能なリフトによる Z 空間移動と共に、前記特定の棚の複数の異なるアイテムから特定の対象アイテムを識別し、前記吸引アセンブリは、前記特定の棚から前記特定の対象アイテムを取得する、取得部と

40

を備える

ロボット。

(項目 2)

前記取得部は、前記吸引アセンブリを前記プラットフォームを中心として前後に移動させる第 2 のモータを更に有する、項目 1 に記載のロボット。

(項目 3)

50

前記吸引アセンブリは、(i) 前記第 2 のモータが、前記特定の棚上の前記対象アイテムに向かって前記プラットフォームの周りで前記吸引アセンブリを前方に移動させることによって、(i i) 前記吸引アセンブリが、前記第 2 のモータの前方への移動によって前記対象アイテムに対して押し付けられるとき、前記対象アイテムに付着することによって、及び(i i i) 前記第 2 のモータの逆転する方向が、前記吸引アセンブリを前記吸引アセンブリに付着させられた前記対象アイテムと共に前記プラットフォームの周りで後方に移動することによって、前記特定の棚から前記特定の対象アイテムを取得する、項目 2 に記載のロボット。

(項目 4)

前記取得部は、前記吸引アセンブリに結合される真空部を更に有し、前記真空部は、前記吸引アセンブリ内の吸引力を生成し、前記吸引アセンブリに対して押しつけられる前記対象アイテムへの付着を高める、項目 1 に記載のロボット。

10

(項目 5)

前記ロボットは、流通サイト全体にわたって配置される複数の識別子をスキャンすることによって、及び前記第 1 のカメラを使用して前記複数の識別子のそれぞれの位置をマッピングすることによって、前記流通サイトをマッピングする、項目 1 に記載のロボット。

(項目 6)

前記取得部は、一組のロードセルを更に備え、前記一組のロードセルは、前記取得部のプラットフォームの頂部に配置される任意の対象物の重量を測定する、項目 1 に記載のロボット。

20

(項目 7)

前記一組のロードセルは、前記吸引アセンブリを使用して取得されたビンの重量を測定し、前記ピンは、複数の前記特定の対象アイテムを含む、項目 6 に記載のロボット。

(項目 8)

前記ロボットは、前記特定の対象アイテムの 1 ユニット当たり重量で割られた前記ビンの前記重量に基づいて、前記ピンにおけるアイテムの量を決定する、項目 7 に記載のロボット。

(項目 9)

車輪と、前記車輪を駆動する少なくとも第 1 のモータと、前記第 1 のモータに動力を供給するバッテリーとを有するベースと、

30

前記ベースに結合される伸長可能なりフトであって、前記ベースの上方の複数の高さのうちの何れかの高さに上昇する、伸長可能なりフトと、

前記伸長可能なりフトの頂部にあるロボティックアームであって、前記ロボティックアームは、前記ロボティックアームの遠位の端に取得部を有し、前記伸長可能なりフトは、前記ロボティックアームの高さを、第 1 の位置の周りのアイテムの高さにおおよそ位置合わせし、前記ロボティックアームは、前記取得部を前記アイテムに位置決めすることと、前記アイテムを前記取得部に係合させることと、前記取得部を前記棚から離れて再位置決めすることによって、前記第 1 の位置から前記アイテムを取得する、ロボティックアームと

を備える

40

ロボット。

(項目 10)

前記ロボティックアーム及び前記取得部の移動に動力を供給する少なくとも第 2 のモータを更に含む、項目 9 に記載のロボット。

(項目 11)

前記取得部は、吸引を使用して前記アイテムを係合させる電磁石又は真空部を備える、項目 10 に記載の方法。

(項目 12)

前記取得部は、前記アイテムの周りで開閉することにより前記アイテムを係合させるグリッパである、項目 10 に記載の方法。

50

(項目 13)

前記取得部は、前記アイテムを、ある距離だけ前記第1の位置から区分される第2の位置に搬送し、搬送は、前記車輪、伸長可能なリフト、及びロボティックアームのうちの少なくとも1つの移動を使用して、前記ロボットを、前記第2の位置に隣接して再位置決めすることと、(i)デポジットピンの上方で前記アイテムから係合を解除することにより、前記アイテムを前記第2の位置で前記デポジットピンに置くことと、又は(ii)前記第2の位置でプラットフォーム又はコンテナ上に前記アイテムを滑らせることとを備える、項目9に記載のロボット。

(項目 14)

前記ロボティックアームは、複数のリンクと、前記複数のリンクを3次元で回転及び伸長させる少なくとも第2のモータとを有する、項目9に記載のロボット。

10

(項目 15)

囲まれたスペース内で前記ロボットの移動を案内し、他の複数の前記棚から前記棚を、又は前記棚内で前記アイテムを識別する少なくとも1つの識別子に基づき、前記囲まれたスペース内の複数の棚から前記アイテムを含む前記棚を識別する少なくとも1つの第1のカメラを更に備える、項目9に記載のロボット。

(項目 16)

前記伸長可能なリフトの頂部にある前記ロボティックアームにおおよそ位置決めされる少なくとも1つの第2のカメラを更に備え、前記第2のカメラは、前記棚の周りの前記アイテムの位置を識別し、前記棚から前記アイテムを取得する際に前記ロボティックアームの移動を案内する、項目15に記載のロボット。

20

(項目 17)

モータの付いたベース及びコンテナを有する第1のロボットと、

(i)モータの付いたベース、(ii)前記ベースに結合され、前記ベースの上に複数の高さのうちの何れかに上昇するリフト、及び(iii)前記リフトの頂部にプラットフォームと、取得アームとを含む取得部、を有する第2のロボットとを備え、

前記第1のロボット及び前記第2のロボットは、特定のアイテムに関する顧客注文を協働的に履行し、前記第1のロボット及び前記第2のロボットは、複数のアイテムを含む複数の棚の周りで前記特定のアイテムを含む特定の棚にナビゲートし、前記第2のロボットは、前記リフトを上昇させ、前記プラットフォームを前記特定の棚の周りで前記特定のアイテムの高さに位置合わせし、前記取得アームを使用して前記特定の棚から前記特定のアイテムを取得し、前記特定のアイテムを前記第1のロボットのコンテナに分配し、前記第1のロボットは、前記コンテナにおける前記特定のアイテムを梱包サイトに配達する、自律的注文履行システム。

30

(項目 18)

前記第2のロボットのプラットフォームは、前記特定のアイテムの重量を測定し、前記重量を正しいアイテムに関する定義された重量と比較することによって、前記特定の棚からの前記正しいアイテムの取得を検証するスケールを含む、項目17に記載の自律的注文履行システム。

40

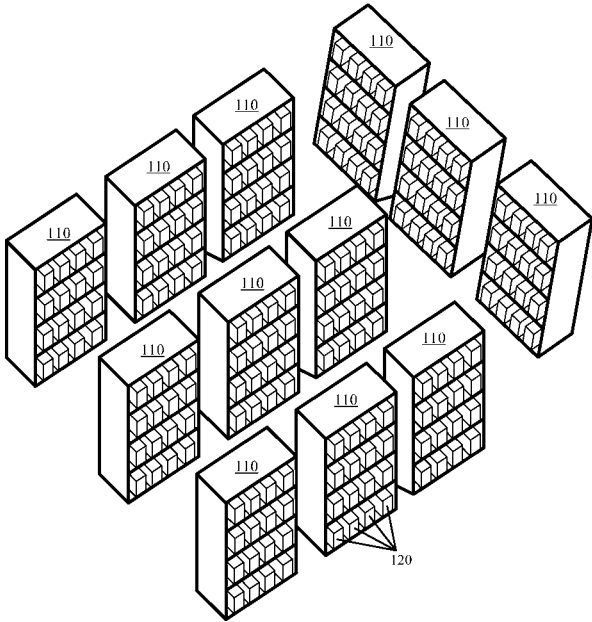
(項目 19)

前記第2のロボットは、前記特定のアイテムの前記重量が、前記正しいアイテムに関する前記定義された重量に一致しないとき、前記特定のアイテムを拒絶し、前記特定の棚から別のアイテムを取得する、項目18に記載の自律的注文履行システム。

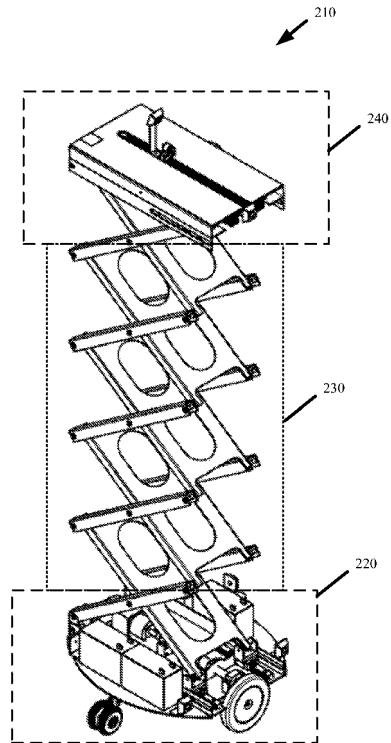
(項目 20)

前記第2のロボットは、前記アイテム内に含まれる特定の品物の重量に対して前記特定のアイテムの前記重量を測定することによって、前記特定のアイテム内に含まれる前記特定の品物の量を決定する、項目18に記載の自律的注文履行システム。

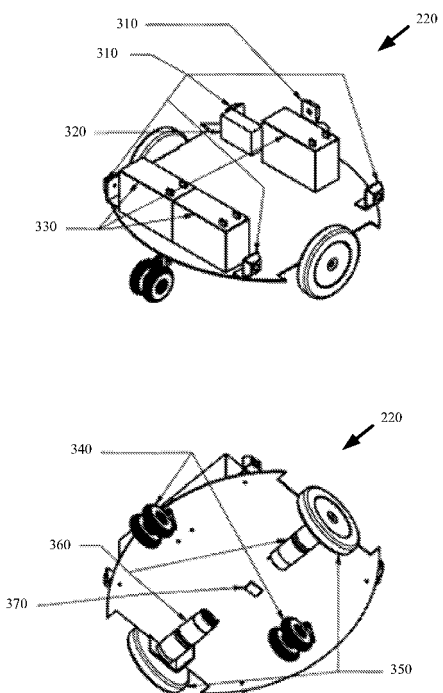
【 図 1 】



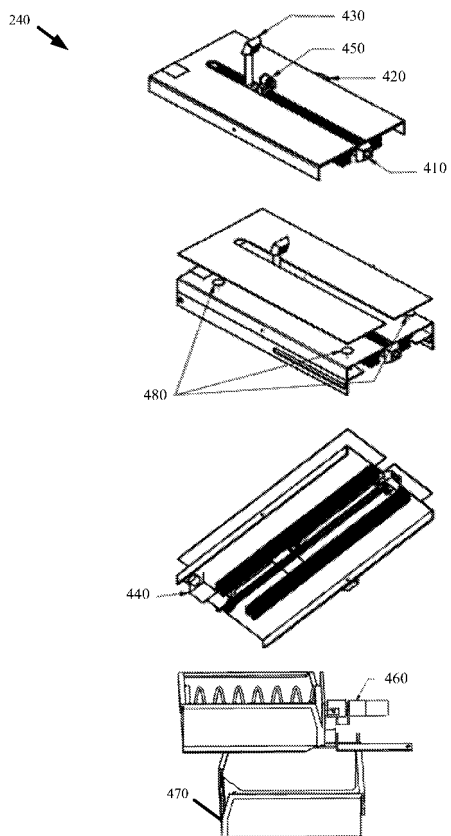
【 図 2 】



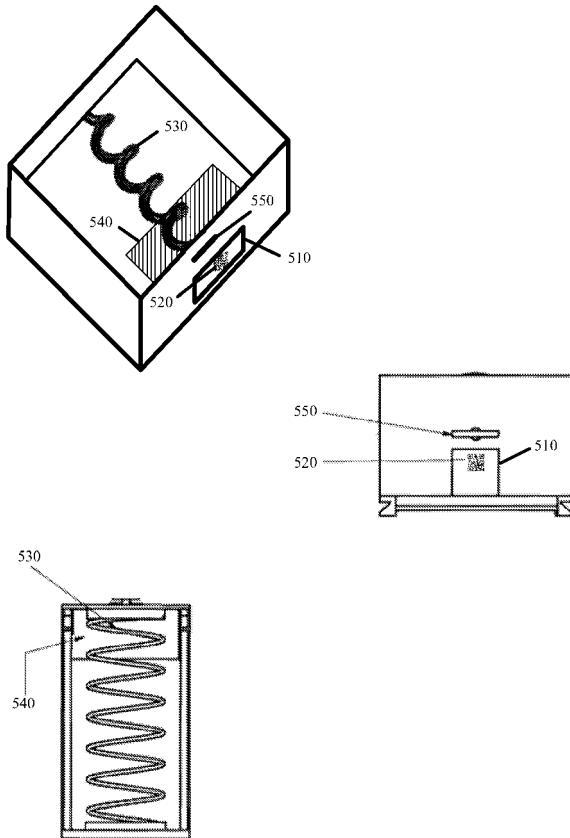
【 図 3 】



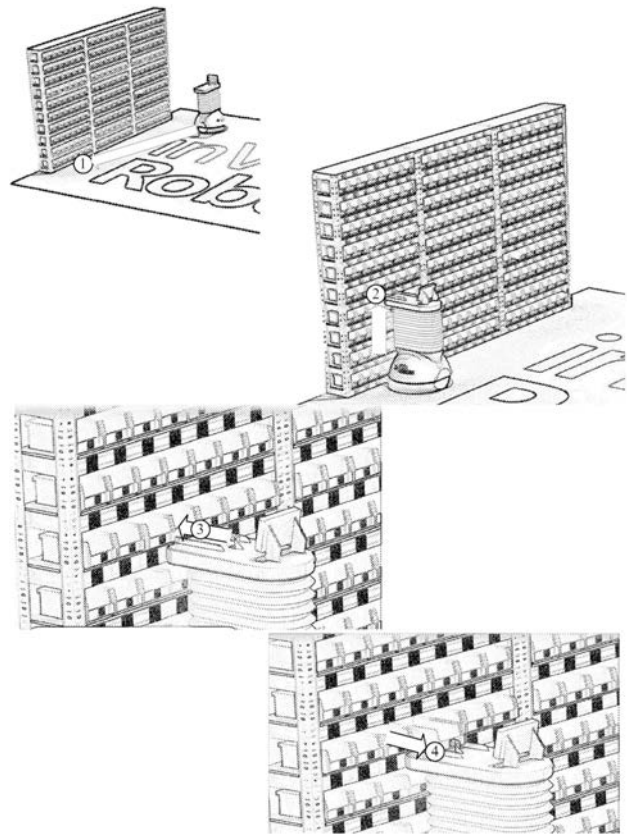
【 図 4 】



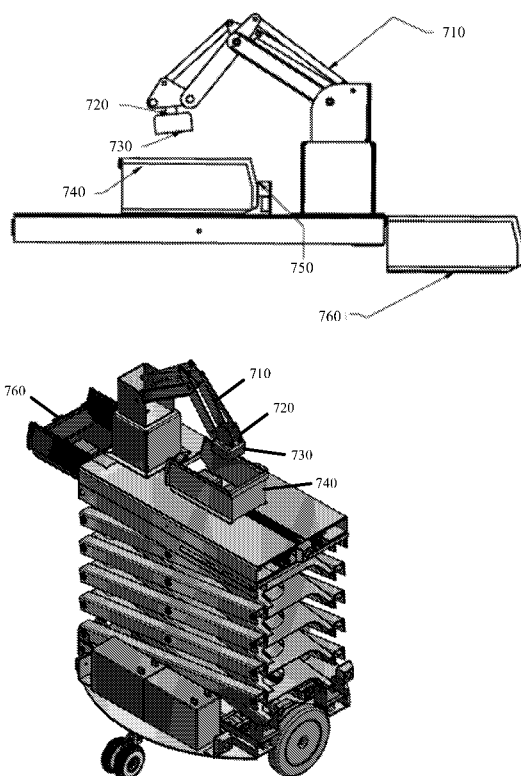
【図 5】



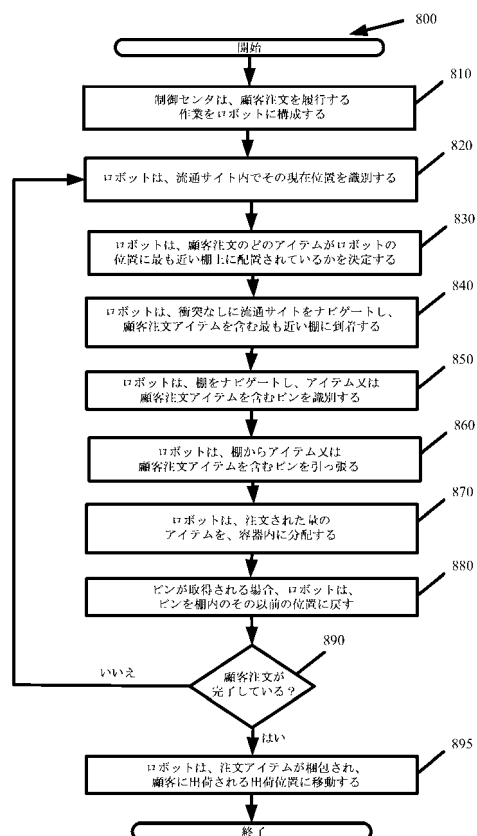
【図 6】



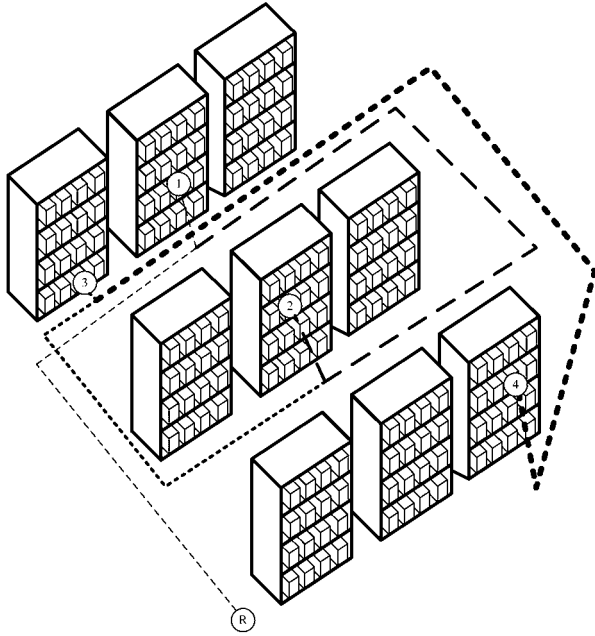
【図 7】



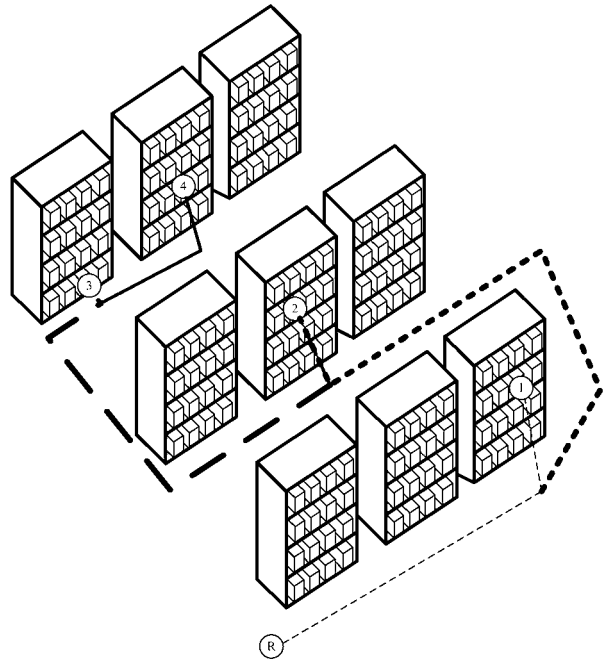
【図 8】



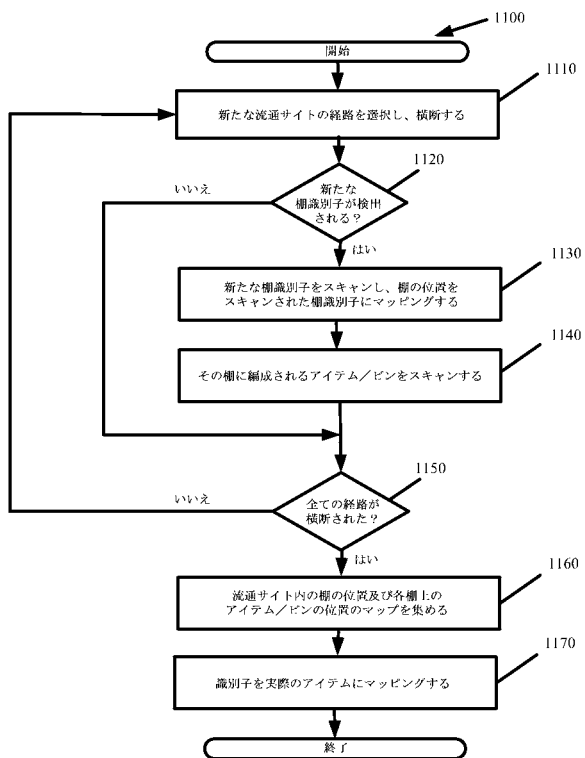
【図 9】



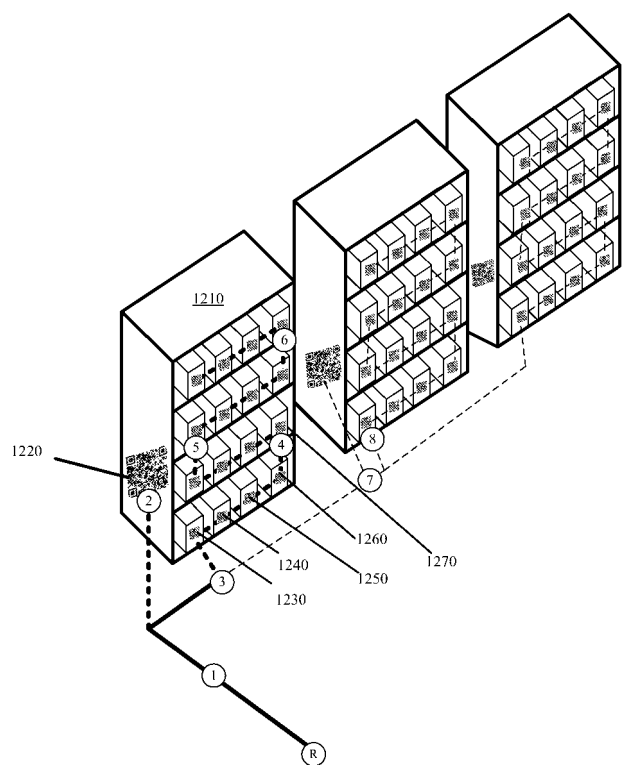
【図 10】



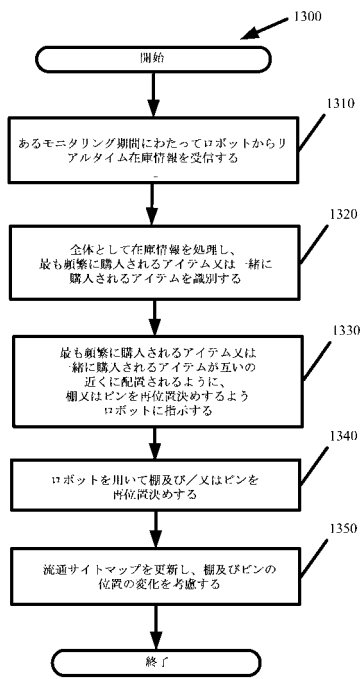
【図 11】



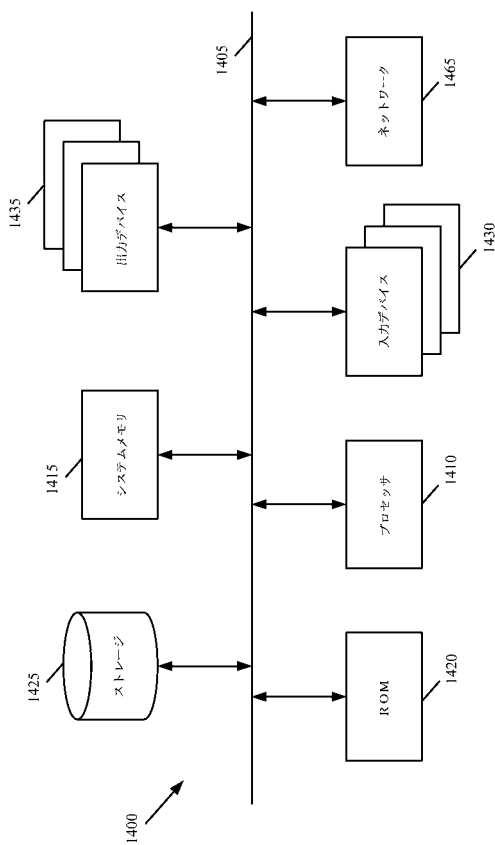
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 パークス セカンド、ダニエル フランク

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 1 3 0 1 アグーラ ヒルズ、カナン ロード 5 7 3 7
ナンバー 1 8 5 インヴィア ロボティクス、インコーポレイテッド内

(72)発明者 ブーリーズ、ランドルフ チャールズ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 1 3 0 1 アグーラ ヒルズ、カナン ロード 5 7 3 7
ナンバー 1 8 5 インヴィア ロボティクス、インコーポレイテッド内

F ターム(参考) 3F022 AA15 EE09 FF01 JJ11 KK10 KK11 LL07 LL19 LL20 MM03
MM23 MM28 MM36 NN05 NN57 QQ11 QQ17
3F522 AA02 BB06 BB22 BB35 CC01 DD03 DD04 DD22 DD33 DD34
EE15 FF03 FF04 FF12 FF27 GG22 GG24 JJ02 JJ04 KK05
LL59

【外国語明細書】
2020007158000001.pdf