

(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2020-61150

(P2020-61150A)

(43) 公開日 令和2年4月16日(2020.4.16)

| | | |
|-----------------------------|--------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| G05D 1/02 (2020.01) | G05D 1/02 P | 3F522 |
| B65G 1/137 (2006.01) | B65G 1/137 A | 5H301 |

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2019-188810 (P2019-188810)
 (22) 出願日 令和1年10月15日 (2019.10.15)
 (31) 優先権主張番号 16/159,276
 (32) 優先日 平成30年10月12日 (2018.10.12)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. SOLARIS

(71) 出願人 517276321
 グレイ オレンジ ピーティーイー. リ
 ミテッド
 シンガポール共和国, シンガポール 33
 9914, シャープ3-12 サイバーハ
 ブ, 20 ベンデミニア ロード

(74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一

(74) 代理人 100121511
 弁理士 小田 直

(74) 代理人 100202751
 弁理士 岩堀 明代

(74) 代理人 100191086
 弁理士 高橋 香元

最終頁に続く

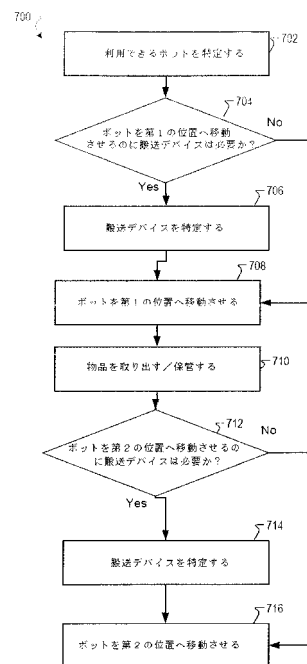
(54) 【発明の名称】 マルチレベルロボットオートメーション

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】マルチフロアロボットオートメーションに対する方法を提供する。

【解決手段】方法には、第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するためのロボットを選択することと、選択したロボットの最初の場所に対応付けられる第1の垂直レベルと、選択したロボットの行き先に対応付けられる第2の垂直レベルとを決定することと、対応付けられる第1の垂直レベルが第2の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、が含まれる。本方法にはさらに、第1の垂直レベルが第2の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、(a) 選択したロボットを第1の垂直レベルから第2の垂直レベルへ垂直方向に移すように構成された搬送装置を選択することと、(b) 選択したロボットを選択した搬送装置に対応付けられる第1の位置まで移動させる制御信号を、選択したロボットへ出力することと、が含まれる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マルチフロアロボットオートメーションに対する方法であって、

第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、

サーバの処理回路を用いて、複数のロボットから前記第 1 の場所から前記第 2 の場所へ前記物品を搬送するためのロボットを選択することであって、前記ロボットは、少なくとも、搬送すべき前記物品の種類に基づいて選択される、前記選択することと、

前記処理回路を用いて、前記選択したロボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルと、前記選択したロボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルとを決定することと、

前記選択したロボットの前記最初の場所に対応付けられる前記第 1 の垂直レベルが、前記選択したロボットの前記行き先に対応付けられる前記第 2 の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、

前記第 1 の垂直レベルが前記第 2 の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、

(a) 前記選択したロボットを前記第 1 の垂直レベルから前記第 2 の垂直レベルへ垂直方向に移すように構成された搬送装置を、前記処理回路を用いて選択することと、

(b) 前記選択したロボットに制御信号を出力することであって、前記制御信号は前記選択したロボットを前記選択した搬送装置に対応付けられる第 1 の位置まで移動させる、前記出力することと、を含む前記方法。

10

20

【請求項 2】

前記選択したロボットの前記最初の場所は、前記リクエストを受け取る前の前記選択したロボットの元の場所であり、前記選択したロボットの前記行き先は前記物品の前記第 1 の場所である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記選択したロボットの前記最初の場所は、前記物品を積み込んだ後の前記物品の前記第 1 の場所であり、前記選択したロボットの前記行き先は前記物品を送り出すための前記第 2 の場所である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の場所は第 1 の建物であり、前記第 2 の場所は、前記第 1 の建物とは場所が異なる第 2 の建物である請求項 2 に記載の方法。

30

【請求項 5】

前記搬送装置を前記選択することは、

各利用可能な搬送装置に対して搬送装置の使用に対応付けられる第 1 のコストを決定することと、

各利用可能な搬送装置を前記第 2 の場所まで移動させるための第 2 のコストを決定することと、

前記ロボットを各利用可能な搬送装置まで移動させるための第 3 のコストを決定することと、

前記ロボットが前記ロボットの前記最初の位置から前記ロボットの行き先まで移動するための複数の経路を決定することであって、各経路は、各利用可能な搬送装置に対する前記第 1 のコスト、前記第 2 のコスト、及び前記第 3 のコストを含む総コストに対応付けられる、前記決定することと、

40

前記複数の経路から好ましい経路を選択することであって、前記好ましい経路は前記複数の経路から最も低い総コストを有する、前記選択することと、を含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

準備度レベルを示す前記選択した搬送装置のステータスを決定することと、

前記選択した搬送装置の前記決定したステータスが、前記選択した搬送装置が前記選択したロボットを受け取る準備ができていることを示すときに、前記選択したロボットに第 2 の制御信号を出力して、前記選択した搬送装置の内部に位置する第 2 の位置まで移動させる

50

ことと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記選択した搬送装置の前記ステータスを前記決定することは、

前記選択した搬送装置が前記第 1 の垂直レベルに対応する垂直レベルに到着したことと、前記障壁が前記開位置にあることを示す確認応答を、前記選択した搬送装置から受け取ることを、を含む請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記選択した搬送装置は前記選択したボットが出入りするための単一の開口部を含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記選択した搬送装置は、前記選択したボットが入るための第 1 の開口部と前記選択したボットが出るための第 2 の開口部とを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記搬送装置を前記選択することは、少なくとも、複数の搬送装置の各搬送装置のステータス、前記選択したボットの現在位置、ボット種類、及び搬送装置容量に従って行う請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記選択した搬送装置に第 3 の制御信号を出力することであって、前記第 3 の制御信号は、前記選択した搬送装置の行き先に対応付けられる垂直レベルを示す障壁特定の関数である、前記出力すること、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

1 つ以上の搬送装置の組をゾーンに対応付けることと、

前記ゾーンにおいて緊急事象が検出されたときに前記組を作動停止させることと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記選択した搬送装置を起動して、前記選択したボットの前記最初の位置に対応する前記第 1 の垂直レベルから前記選択したボットの前記行き先に対応する前記第 2 の垂直レベルまで移動させることと、

前記搬送装置が前記第 2 の垂直レベルに到着したら障壁を閉位置から開位置まで駆動させることと、

前記選択した搬送装置が前記第 2 の垂直レベルに到着したことと、前記障壁が前記開位置にあることを示す確認応答を、前記選択した搬送装置から受け取ることと、

前記選択したボットに第 4 の制御信号を出力することであって、前記第 4 の制御信号は前記選択したボットを前記選択した搬送装置の内部の位置から前記選択した搬送装置の外部の第 2 の位置まで移動させる、前記出力することと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記選択した搬送装置は、1 つ以上のボット種類の複数のボットを搬送するように構成されている請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

特定の垂直レベルにおける物品に対する在庫レベルを決定することと、

1 つ以上のボットを制御して、前記在庫レベルが所定閾値を下回ったときに、前記物品の積み重ね体を前記特定の垂直レベルまで移動させることと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

ラックに対する垂直方向の利用レベルを決定することと、

前記垂直方向の利用レベルに基づいて積み重ね体の高さを決定することと、

1 つ以上のボットを制御して、前記決定した積み重ね体の高さを有する積み重ね体を前記ラックまで移動させることと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

マルチフロアロボットオートメーションに対するシステムであって、
ボットを垂直方向に移すように構成された１つ以上の搬送装置と、
複数のボットと、

処理回路を含むサーバと、を含み、前記処理回路は、

第１の場所から第２の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、

前記複数のボットから前記第１の場所から前記第２の場所へ前記物品を搬送するための
ボットを選択することであって、前記ボットは、少なくとも、搬送すべき前記物品の種類
に基づいて選択される前記選択することと、

前記ボットの最初の場所に対応付けられる第１の垂直レベルと、前記選択したボットの
行き先に対応付けられる第２の垂直レベルとを決定することと、

前記選択したボットの前記最初の場所に対応付けられる前記第１の垂直レベルが、前記
選択したボットの前記行き先に対応付けられる前記第２の垂直レベルと異なるか否かを判
定することと、

前記第１の垂直レベルが前記第２の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、

(a) 前記１つ以上の搬送装置から、前記選択したボットを前記第１の垂直レベルから
前記第２の垂直レベルへ移す搬送装置を選択することと、

(b) 前記選択したボットに制御信号を出力することであって、前記制御信号は前記選
択したボットを前記選択した搬送装置に対応付けられる第１の位置まで移動させる、前記
出力することと、を行うように構成されている、前記システム。

【請求項 18】

前記処理回路はさらに、

準備度レベルを示す前記搬送装置のステータスを決定することと、

前記選択した搬送装置の前記ステータスが、前記選択した搬送装置が前記選択したボッ
トを受け取る準備ができていることを示すときに、前記選択したボットに第２の制御信号
を出力して、前記選択した搬送装置の内部に位置する第２の位置まで移動させることと、
を行うように構成されている請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記選択したボットの前記最初の場所は、前記リクエストを受け取る前の前記選択した
ボットの元の場所であり、前記選択したボットの前記行き先は前記物品の前記第１の場所
である請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記選択したボットの前記最初の場所は、前記物品を積み込んだ後の前記物品の前記第
１の場所であり、前記選択したボットの前記行き先は前記物品を送り出すための前記第２
の場所である請求項 17 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

倉庫フロアには、それぞれに１つ以上の物品が含まれる複数の保管ラックが含まれてい
る場合がある。複数の保管ラックの１つから物品を取り出そうとすると、複数の保管ラ
ックの１つを、複数の保管ラックの１つから物品を取り出す取り出し場所まで搬送するた
めに、ロボットを用いる場合がある。ロボットが取る搬送経路は、倉庫フロアのレイアウ
トなどの種々の因子に依存する場合がある。

【0002】

前述の「背景技術」の説明は、本開示の状況を全般的に示すためのものである。発明者
の著作物（この背景セクションで説明する範囲内で）、ならびに出願時における従来技術
としては適格ではない場合がある説明の態様は、本発明に対する従来技術としては明示的
にも黙示的にも認められない。

【発明の概要】

【0003】

本開示の実施形態によれば、マルチフロアロボットオートメーションに対する方法が提

10

20

30

40

50

供される。本法には、第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、サーバの処理回路を用いて、複数のボットから第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するためのボットを選択することと、ボットは、少なくとも、搬送すべき物品の種類に基づいて選択される、選択することと、処理回路を用いて、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルと、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルとを決定することと、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルが、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、が含まれる。

本方法にはさらに、第 1 の垂直レベルが第 2 の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、(a) 選択したボットを第 1 の垂直レベルから第 2 の垂直レベルへ垂直方向に移すように構成された搬送装置を、処理回路を用いて選択することと、(b) 選択したボットに制御信号を出力することと、制御信号は選択したボットを選択した搬送装置に対応付けられる第 1 の位置まで移動させる、出力することと、が含まれる。

【 0 0 0 4 】

本開示の実施形態によれば、マルチフロアロボットオートメーションに対するシステムが提供される。システムには、ボットを垂直方向に移すように構成された 1 つ以上の搬送装置と、複数のボットと、処理回路を含むサーバとが含まれる。処理回路は、第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、複数のボットから第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するためのボットを選択することと、ボットは、少なくとも、搬送すべき物品の種類に基づいて選択される選択することと、ボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルと、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルとを決定することと、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルが、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、第 1 の垂直レベルが第 2 の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、(a) 1 つ以上の搬送装置から、選択したボットを第 1 の垂直レベルから第 2 の垂直レベルへ移す搬送装置を選択することと、(b) 選択したボットに制御信号を出力することと、制御信号は選択したボットを選択した搬送装置に対応付けられる第 1 の位置まで移動させる、出力することと、を行うように構成されている。

【 0 0 0 5 】

前述の段落は、一般的な導入として提供されており、以下の請求項の範囲を限定することは意図されていない。説明した実施形態は、さらなる利点とともに、添付図面と併用される以下の詳細な説明を参照することにより最良に理解される。

【 0 0 0 6 】

本開示及びその付随する利点の多くをより完全に理解することは、それらを添付図面と共に考慮して以下の詳細な説明を参照することでより良好に理解するときに、容易に得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】一実施例による保管及び取り出しシステムを示す概略図である。

【 図 2 】一実施例によるサーバ、ボット、及び搬送装置のコンポーネントを示すブロック図である。

【 図 3 】一実施例による搬送装置の座標系を示す概略図である。

【 図 4 】一実施例による保管及び取り出しシステムに対するシステムアーキテクチャを示す概略図である。

【 図 5 】一実施例による搬送装置及びボットを制御するためのプロセスに対するフローチャートである。

【 図 6 】 A 及び B は一実施例によるリフトに対応付けられる複数の位置を示す概略図である。

【 図 7 】一実施例により物品を第 1 の場所から第 2 の場所へ搬送するためのプロセスに対するフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 8】一実施例により搬送装置を制御するためのプロセスに対するフローチャートである。

【図 9】一実施例によるマルチフロアロボットオートメーションに対するプロセスのためのフローチャートである。

【図 10】一実施例によりロボットに対する好ましい経路を決定するためのプロセスに対するフローチャートである。

【図 11】一実施例によりマルチフロア倉庫を管理するためのプロセスに対するフローチャートである。

【図 12】一実施例により在庫場所を特定するためのプロセスに対するフローチャートである。

10

【図 13】一実施例によりコストに従ってロボットを選択するプロセスに対するフローチャートである。

【図 14】一実施例によりコストに従ってリフトを選択するプロセスに対するフローチャートである。

【図 15】一実施例によりロボットのナビゲーションを管理するプロセスに対するフローチャートである。

【図 16】一実施例によるシステムにおける注文フローを示す概略図である。

【図 17】一実施例によるコンピュータのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

20

用語「a」または「an」は、本明細書で用いる場合、1つ以上であると定義される。用語「複数」は、本明細書で用いる場合、2つ以上であると定義される。用語「別の」は、本明細書で用いる場合、少なくとも2番目またはそれ以上であると定義される。用語「含む」及び/または「有する」は、本明細書で用いる場合、含むと定義される（すなわち、オープンランゲージ）。用語「結合された」は、本明細書で用いる場合、接続されたと定義されるが、必ずしも直接的にではなく、また必ずしも機械的にではない。用語「プログラム」または「コンピュータプログラム」または同様の用語は、本明細書で用いる場合、コンピュータシステム上で実行するようにデザインされた一連の命令と定義される。「プログラム」、または「コンピュータプログラム」としては、サブルーチン、プログラムモジュール、スクリプト、関数、手順、オブジェクトメソッド、オブジェクトインプリメンテーション、実行可能アプリケーション、アプレット、サーブレット、ソースコード、オブジェクトコード、共有ライブラリ/ダイナミックロードライブラリ、及び/または他の命令列であって、コンピュータシステム上で実行するようにデザインされたものを挙げてもよい。

30

【0009】

この文献の全体にわたって、「一実施形態」、「ある実施形態」、「実施形態」、「実施態様」、「実施例」、または同様の用語に言及した場合、その実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造、または特性は、本開示の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書の全体にわたって、このような語句が現れることまたはいろいろな場所で現れることは必ずしも、すべてが同じ実施形態に言及しているわけではない。さらに、特定の特徵、構造、または特性を、限定することなく、1つ以上の実施形態において任意の好適な方法で組み合わせてもよい。

40

【0010】

用語「または」は、本明細書で用いる場合、包括的であるかまたは任意の一つもしくは任意の組み合わせを意味すると解釈すべきである。したがって、「A、B、またはC」は、「Aか、Bか、Cか、A及びBか、A及びCか、B及びCか、A、B、及びCかのいずれか」を意味する。この定義に対する例外が生じるのは、要素、機能、ステップ、または作用の組み合わせが何らかの方法で本来的に互いに排他的であるときのみである。

【0011】

次に図面を参照して、いくつかの図の全体にわたって、同様の参照符号は同一または対

50

応する部品を示しているが、以下の説明はマルチレベルロボットオートメーションに対するシステム及び対応付けられる方法に関する。

【0012】

本明細書では、倉庫における垂直方向及び水平方向スペースの両方の利用を最適化する柔軟なシステムについて説明する。倉庫はマルチフロア倉庫であってもよい。マルチフロア倉庫は、倉庫が水平方向にスペース制約されているときに必要な在庫保管能力を管理するために用いられる。以下でさらに説明するように、リフトを用いたロボットによって、ラックを垂直方向フロアにわたって搬送することができる。リフトを用いてロボットをフロア間で移動させてもよいし、またはロボットが在庫保管ラックをフロアを渡って最適な保管場所へ搬送するときには、ピック&バックワークステーションへ移動させてもよいし、搬送用のドックなどへ移動させてもよいことは、当業者であれば分かることである。

10

【0013】

開示した実施形態によって、著しく有利な特徴が得られる。たとえば、本明細書でさらに説明するように、垂直方向スペースの利用が最適化される。したがって、より大量の在庫を倉庫に保管し、したがって調達することができる。さらに、開示したシステムの実施形態は手動介入が必要ではないため、ピック/プット動作の効率が増加する。さらに、システムを、他のGTP（人に良い）技術と、既存の倉庫内で一体化してもよい。

【0014】

図1は、一実施例による保管及び取り出しシステム102を示す概略図である。保管及び取り出しシステム102は、小売店舗配送センターまたは倉庫内で実施してもよい。倉庫には、複数のレベル（たとえば、複数のフロア、複数のサブフロア、または中二階レベル）が含まれていてもよい。保管及び取り出しシステム102には、サーバ104、1つ以上の搬送装置106（たとえば、リフト、エレベータ）、及び1つ以上のロボット108（本明細書では「ボット」と言う）が含まれていてもよい。

20

【0015】

サーバ104は、複数の顧客から注文を受けてもよい。各注文は、倉庫内で入手可能な1つ以上の物品を特定してもよい。各注文の1つ以上の物品を保管場所から取り出してもよい。さらに、サーバ104は1つ以上の物品を保管するリクエストをオペレータから受け取ってもよい。保管または取り出すべき1つ以上の物品をボット108を介して搬送してもよい。サーバ104には、図2に示すようにプロセッサ202及び通信回路204が含まれていてもよい。

30

【0016】

サーバ104は、1つ以上の搬送装置106及び1つ以上のボット108間の動作を調整してもよい。またサーバ104は、1つ以上の各搬送装置106及びボット108の速度、位置、及び加速度を制御してもよい。

【0017】

サーバ104、1つ以上の搬送装置106、及び1つ以上のボット108はネットワーク110を介して通信してもよい。ネットワーク110は、有線ネットワーク、無線ネットワーク、または無線及び有線ネットワークの組み合わせであって、任意の好適な種類及び/または数の通信プロトコルを用いたものであってもよい。サーバ104はデータベース112に通信可能に結合されていてもよい。データベース112は、1つ以上の各搬送装置106及び1つ以上の各ボット108のステータスの記録を記憶してもよい。データベース112はクラウドベースのデータベースであってもよい。さらに、データベース112は、各搬送装置106に対応付けられる情報及び仕様を記憶してもよい。たとえば、データベース112は、各搬送装置106に対する搬送装置の種類、位置（たとえば、倉庫に対する座標）、最大負荷閾値、最高速度、最大容量、搬送装置106がサービスを提供するフロア及び/または場所のうちのいずれか一つまたは組み合わせを記憶してもよい。

40

【0018】

ボット108には、図2に示すようにプロセッサ210及び通信回路212が含まれて

50

いてもよい。ボット108をネットワーク110を介してサーバ104によって制御してもよい。いくつかの実施形態では、ボット108の移動をマーカー（たとえば、バーコード）によって制御してもよい。たとえば、サーバ104は、ボット108にコマンドを出力して、第1の場所に対応付けられる第1のバーコードから第2の場所に対応付けられる第2のバーコードへ移動させてもよい。ボット108は、サーバ104にボットパラメータ（たとえば、ボット位置、ボット速度、ボットステータスなど）を出力してもよい。ボットは光学的、Bluetooth（登録商標）、及び無線周波数（RF）ガイダンスメカニズムを用いて、種々の場所間を移動してもよい。

【0019】

搬送装置106には、図2に示すように処理回路206及び通信回路208が含まれていてもよい。搬送装置106は、同じかまたは異なる種類の1つ以上のボット（たとえば、ロードされているかまたはロードされていない）を搬送するように構成してもよい。搬送装置106は、エレベータ、エスカレータ、コンベア、カンチレバシステム、または任意の他の装置であって、ボット108を1つ以上の異なる場所まで移動させることができるものであってもよい。搬送装置106にはまた、搬送装置内部のボット108の位置を検出するセンサが含まれていてもよい。いくつかの実施形態では、サーバ104は、搬送装置106にボットがロードされる／ロードされない注文を最適化してもよい。搬送装置106には、移動可能及び移動不可能な搬送装置が含まれていてもよい（すなわち、固定場所でない）。搬送装置106を、フロア間または倉庫のフロアの種々の領域間で移動させてもよい。搬送装置106の座標を、搬送装置106の位置の変化の検出に応じて、データベース112内で更新してもよい。移動可能な搬送装置106の位置を、要求及び倉庫の領域のスループットに基づいて、システム102が決定してもよい。

【0020】

搬送装置106は、ボットを垂直方向及び／または水平方向に搬送してもよい。搬送装置106は単一の開口部、2つの開口部、または3つ以上の開口部を有していてもよい。開口部は同じかまたは異なる寸法であってもよい。開口部を、入口／出口、入口、または出口として用いてもよい。システム102には、同じ種類または異なる種類の搬送装置106が含まれていてもよい。種々の種類の搬送装置106は、異なる数の開口部、寸法、最大負荷閾値、最大容量（たとえば、1つ以上の寸法に基づいて）、サービスエリアなどのうちの1つまたは組み合わせを有していてもよい。

【0021】

ボット108及び搬送装置106は、通信における冗長性及びさらなるセキュリティ層を得るために、所定の通信チャネルを介して通信してもよい。一実施例としては、ボット108及び搬送装置106は、HTTPプロトコルを用いて通信してもよい。たとえば、サーバ104は、ボット108に1つ以上の制御信号を出力して、搬送装置106まで、及び搬送装置106の内部の位置まで移動させてもよい。ボット108に指示を出して、搬送装置106上に配置された複数のマーカーのうちの1つへ、または搬送装置106内に配置されたかまたは搬送装置106への入口に配置されたマーカーに対する場所へ、移動させてもよい。

【0022】

マルチフロア倉庫では、垂直方向スペースが倉庫内で用いられ、在庫は倉庫のすべてのフロアに保管される。在庫をラックに入れて種々のフロアに、搬送装置及び／またはボット108を用いて搬送して、ピック／プット動作または保管を行うことができる。ピック／プットステーションを、倉庫の1つ以上のフロアに配置してもよい。ボットを、ラックを伴ってまたは伴わずに、搬送装置106を用いてフロア間で移動させてもよい。システム102は、在庫（すなわち、最初の場所、再配置）、フロア、搬送装置、及びボットの移動を管理する。

【0023】

サーバ104は、複数の因子に基づいて倉庫内の好ましい保管レベルを特定してもよい。たとえば、好ましい保管レベルを、物品種類に基づいて品物／物品に対して選択しても

10

20

30

40

50

よい。また好ましい保管レベルを、物品種類のスループットに基づいて選択してもよい。たとえば、サーバ104は、物品を保管するリクエストを受け取ったときに、データベース112から物品のスループットを取り出してもよい。次に、サーバ104は、物品に対する保管ラックの保管場所を特定して、物品を搬送し及び/または搬送装置106を使用する時間を最小限にしてもよい。好ましい保管は、倉庫内の搬送装置、浮床、及び二重床の利用可能性の関数であってもよい。サーバ104は、倉庫の各フロアの好ましいレイアウトを決定してもよい。またサーバ104は、各フロアの(出入りの)在庫のフローを決定する。動きの速い在庫を倉庫の最も低いレベルに保管してもよく、一方で動きの遅い在庫を倉庫の上部レベルに保管してもよい。さらに、動きの速い在庫場所を、スループットに基づいて(すなわち、スループット効率を最大にするように)決定してもよい。動きの遅い在庫場所を、スペースに基づいて(すなわち、スペース効率を最大にするように)決定してもよい。たとえば、スループットが低い(すなわち、スループットが所定の値を下回る)物品の場所を決定するときには、サーバ104は、もっと高い重みを他の複数の因子間のスペース(たとえば、取り出し時間)に対応付けてもよい。

10

20

30

40

50

【0024】

またサーバ104は在庫の高さを決定してもよい。サーバ104は、ボットによって動かすことができる積み重ね体を形成してもよい。積み重ね体を互いに重ねて保管して、垂直方向スペースの利用を最大にしてもよい。たとえば、フロアの垂直高さは4メートルであってもよく、ラックは高さが3メートルであってもよい。最後のラックと天井との間のスペース(すなわち、1メートル)に、積み重ね体を充填してもよい。サーバ104は、上部レベルにおいて積み重ねるべき在庫の種類を選択する。サーバ104は在庫/情報に対する更新をデータベース112に記憶する。

【0025】

ボット108には、種々の垂直方向の在庫レベルから物品を取り出すことができる上昇ボットが含まれていてもよい。言い換えれば、ボット108を垂直方向に移動させて、高レベルに保管されたラック及び/またはパレットに到着させてもよい。一実施例では、ボット108は、上部レベルからラックを取り出して、ラックを倉庫の地上レベルまで搬送してもよい。サーバ104は、搬送すべきラックのサイズ及び重量に基づいて、ラックを搬送するボット108を選択してもよい。ラックを用いて、パレットを地上より上の高レベル(たとえば、9メートル)に保管してもよい。

【0026】

いくつかの実施形態では、上昇ボットをラックシステムを用いて実施する。ボット108をラック上で搬送する。ラックはボットを高い場所に上昇させて、任意の垂直レベルから在庫を引き出せるようにしてもよい。それに加えてまたはその代わりに、移動可能なパレット単位を用いてもよい。

【0027】

倉庫の各フロアには、重い物品を上げる機器などの種々の機能がある。他の機能としては、フロア容量、制限、及び特性(たとえば、制御された温度、非常に安全なゾーン)が挙げられる。したがって、各フロアを特定の種類の在庫に対応付けてもよい。在庫に基づいてさらなるフロアを倉庫に加えてもよい。たとえば、サーバ104は特定の種類の在庫の増加/減少の検出に応じて浮床を再構成してもよい。

【0028】

倉庫には2つ以上の建物が含まれていてもよい。サーバ104は、倉庫の種々の建物間でのボット108の移動を調整してもよい。

【0029】

一実施例では、サーバ104は、特定のレベル(たとえば、地上レベル)における各物品の在庫のレベルをモニタしてもよい。物品の在庫のレベルが所定閾値を下回っているという判定に応じて、サーバ104は、1つ以上のボットを制御して、物品の積み重ね体を保管レベルから特定のレベルまで移動させてもよい。たとえば、地上レベルが最短の取り出し時間であるときには、物品を上部レベルから地上レベルまで移動させてもよい。最適

な保管レベルを決定するための因子を独立に重み付けしてもよく、これには以下が含まれる（しかし、これらに限定されない）。（i）在庫管理単位（SKU）の消費パターン、（ii）SKUの重量及び物性、（iii）保管密度要求（たとえば、特定のフロアが、注文を満たすのに必要であり得る高密度保管を提供している場合がある）、及び（iv）類似性要求（たとえば、あるSKUは、動きが速くて全般的にもっと低いフロアに保持される他のSKUとは一緒に保持されない）。

【0030】

図3は、一実施例による搬送装置302の座標系の実施形態を示す概略図である。座標系の原点を搬送装置302に対応付けてもよい。一実施例では、各フロアの垂直レベルをz座標に対応付けてもよい。垂直レベルをフロア、動的フロア、または二重床に対応付けてもよい。サーバ104は、浮床を再構成したときに、データベース112内の各フロアの座標を更新してもよい。さらに、各搬送装置の場所の座標をデータベース112に記憶する。

10

【0031】

図4は、一実施例による保管及び取り出しシステム102に対するシステムアーキテクチャ400の実施形態を示す概略図である。システムアーキテクチャ400には、倉庫制御エンジン402、搬送装置エンジン404、及びボットエンジン406が含まれる。一実施例では、倉庫制御エンジン402、搬送装置エンジン404、及びボットエンジン406を、サーバ104が実施してもよい。本明細書で説明するエンジン及びモジュールを、ソフトウェア及び/またはハードウェアモジュールのいずれかとして実施してもよく、また任意の種類のコンピュータ可読媒体または他のコンピュータ記憶装置に記憶してもよい。たとえば、本明細書で説明するモジュールをそれぞれ、プログラム可能な回路（たとえばマイクロプロセッサベースの回路）または専用回路たとえば特定用途向け集積回路（ASIC）もしくはフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）において実施してもよい。一実施形態では、中央演算処理装置（CPU）がソフトウェアを実行して、本明細書で説明する各モジュールに起因する機能を実行することができる。CPUは、Java（登録商標）、C、またはアセンブリなどのプログラミング言語で書き込まれたソフトウェア命令を実行してもよい。モジュール内の1つ以上のソフトウェア命令を、消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（EPROM）などのファームウェアに埋め込んでよい。

20

30

【0032】

倉庫制御エンジン402は、搬送装置エンジン404及びボットエンジン406に制御コマンドを出力する。搬送装置エンジン404は搬送装置106を制御する。ボットエンジン406は、倉庫制御エンジン402から受け取った制御コマンドに基づいてボット108を制御する。倉庫制御エンジン402は倉庫412を管理してもよい。図4において、倉庫412には、第1のフロア408（または第1の垂直レベル）及び第2のフロア410が含まれていてもよい。搬送装置414が、第1のフロア408と第2のフロア410との間でボット416a及び416bを搬送する。倉庫412にはまた、ラック418a～dが含まれていてもよい。ボット416a及び416bは、第1のフロア408と第2のフロア410との間でラックを搬送してもよい。各フロアにはまた、ピック/ブット領域が含まれていてもよい。第1のフロア408には第1のピック/ブット領域420aが含まれ、第2のフロア410には第2のピック/ブット領域420bが含まれている。

40

【0033】

図5は、一実施例により搬送装置106及びボット108を制御するためのプロセス500の実施形態を例示するフローチャートである。ステップ502において、倉庫制御エンジン402は、ボット108を新しい場所（すなわち、行き先）まで移動させる必要がある注文を受け取ってもよい。ステップ504において、倉庫制御エンジン402は、新しい場所がボットの現在位置とは異なる垂直方向の場所であるか否かを判定してもよい。新しい場所は異なるレベルであると判定した結果、ステップ504でyesとなったことに応じて、プロセスはステップ506に進む。新しい場所とボットの現在位置とは同じ垂

50

直レベル（たとえば、等しい z 座標）であると判定した結果、ステップ504でNoとなったことに応じて、プロセスはステップ518に進む。ステップ518において、倉庫制御エンジン402はボットエンジン406に制御コマンドを出力して、ボット108を新しい場所まで移動させてもよい。

【0034】

ステップ506において、倉庫制御エンジン402はボットエンジン404にコマンドを出力して、ボットを搬送装置入口まで移動させてもよい。倉庫制御エンジン402は、図7及び10に示すプロセスを用いて、ボット108及び搬送装置106を選択してもよい。

【0035】

ステップ508において、倉庫制御エンジン402は搬送装置エンジン404にコマンドを出力して、搬送装置106をボットの現在位置の垂直レベルまで移動させてもよい。ステップ510において、倉庫制御エンジン402はボットエンジン406に制御コマンドを出力して、ボット108を搬送装置106内に移動させてもよい。その結果、ボットエンジン406は、ボット108に制御信号を出力して、搬送装置106内に移動させてもよい。ステップ512において、倉庫制御エンジン402は搬送装置エンジン404にコマンドを出力して、搬送装置106を新しい場所または行き先の垂直レベルまで移動させてもよい。ステップ514において、倉庫制御エンジン402は、搬送装置106が新しい場所の垂直レベルに到着したという決定に応じて、ボットエンジン406に制御コマンドを出力して、ボット108を行き先まで移動させる。ステップ516において、倉庫制御エンジン402は、ボットが新しい場所に到着したときに、ボットのステータスを「利用可能である」に更新してもよい。

【0036】

図6Aは、一実施例により各搬送装置106a、106bに対応付けられる所定の位置を示す概略図である。位置602aが搬送装置106aに対応付けられる。ボット108aは位置602aまで進み、次に、搬送装置106aの準備ができているときに搬送装置106aの内部の位置602bまで移動してもよい。たとえば、搬送装置108はボット108aを別の場所まで移動させる準備ができているとサーバ104が判定したときに、サーバ104はボット108aに指示を出して搬送装置106aに入らせる。また複数の所定の位置602c、602dを搬送装置106bに対応付けてもよい。

【0037】

図6Bは、一実施例によるボットの移動の説明を示す概略図である。概略図604に示すのは、ボット108bが所定の入口側から搬送装置106cに入るところ、及びボット108cが所定の出口側を介して搬送装置106cから出るところである。搬送装置が複数の開口部を伴う場合、各開口部を入口側または出口側に、動的にまたは固定ベースで割り当ててもよい。さらに、使用できる開口部の数は、搬送行き先フロアまたは場所に応じて異なってもよい。概略図606に、単一の側からリフト106dに出入りするボット108d、108eを示す。

【0038】

一実施形態では、サーバ104が、第1の位置から第2の位置へのボットに対する搬送経路を決定する。経路には、1つ以上の搬送装置106による垂直レベルの変化が含まれていてもよい。経路を、倉庫、搬送装置106などにおけるボットの場所についての情報に基づいて特定してもよい。サーバ104は、ボット108に経路に対応付けられる情報を送ってもよい。たとえば、サーバ104は、ボット108が従う特定の順序にあるマーカーに対する一連の命令を出力してもよい。サーバ104は、用いるべき搬送装置を複数の因子に基づいて特定してもよい。複数の因子としては、搬送装置106の種類、搬送装置106が運ぶ負荷の種類、搬送装置106までのボット108の近さ、搬送装置106の現在位置（たとえば、エレベータの場合）、搬送装置106がサービスを提供する領域（たとえば、フロア）、搬送装置106の搬送速度などを挙げてもよい。たとえば、ボット108が脆い物品を保持している場合は、動きの遅い搬送装置106を用いて搬送して

10

20

30

40

50

もよい。サーバ104は、脆い物品がロードされたすべてのボット108を単一の搬送装置106に割り当ててもよい。次に、サーバ104は搬送装置106に制御信号を出力して、リフトの速度を、物品種類に基づいてデータベース112から取り出した好適な速度に制御してもよい。重い物品は、物品の重量よりも負荷閾値が大きいリフトに割り当てられる。典型的なプロセスを図7に示す。

【0039】

図7は、一実施例により第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するようにボット108を制御するためのプロセス700の実施形態を例示するフローチャートである。いくつかの実施形態では、プロセス700はサーバ104が実施する。

【0040】

ステップ702において、サーバ104は物品を搬送するために利用できるボット108を特定する。タスクを実行するために複数のボット108が利用できるとき、複数のボット108のうちの1つを、保管ラックまでのボット108の近さに基づいて選択してもよい。

【0041】

ステップ704において、サーバ104は、利用できるボット108が第1の場所まで移動するのに搬送装置106が必要か否かを判定してもよい。たとえば、サーバ104は、第1の場所に対応付けられる垂直レベルが、利用できるボットの垂直レベルに対応するか否かを判定する。搬送装置106が必要でないという判定に応じて（たとえば、第1の場所に対応付けられる垂直レベルが、利用できるボットの垂直レベルに対応するとき）、プロセスはステップ708に進む。搬送装置106が必要であるという判定に応じて（たとえば、第1の場所に対応付けられる垂直レベルが、利用できるボットの垂直レベルに対応しないとき）、プロセスはステップ706に進む。

【0042】

ステップ706において、サーバ104は、ボットを搬送する搬送装置106を特定する。たとえば、本明細書で前述した複数の因子のうちのいずれか一つまたは組み合わせに基づいて、搬送装置106はボット108を第1の場所の垂直レベルまで搬送する。プロセスが、保管ラックを取り出して空の物品または保管ラックを記憶することである場合は、複数の因子には物品の種類が含まれていなくてもよい。

【0043】

ステップ708において、サーバ104はボット108に1つ以上の制御信号を出力して、ボット108を第1の場所まで移動させる。またサーバ104は、必要に応じて1つ以上の制御信号を搬送装置106に送ってもよい。ステップ710において、サーバ104はボット108に1つ以上の制御信号を出力して、物品を取り出し/保管させる。たとえば、ボット108は、物品を含む保管ラックを上げるかまたは下げるように指示される。

【0044】

ステップ712において、サーバ104は、ボット108が第2の場所まで移動するのに搬送装置106が必要であるか否かを判定する。たとえば、サーバ104は、ボットに対応付けられる垂直レベルが第2の場所の垂直レベルに対応するか否かを判定する。搬送装置106は必要ではないという判定に応じて（たとえば、第2の場所に対応付けられる垂直レベルが第1の場所の垂直レベルに対応するとき）、プロセスはステップ416に進む。搬送装置106が必要であるという判定に応じて（たとえば、第2の場所に対応付けられる垂直レベルが第1の場所の垂直レベルに対応しないとき）、プロセスはステップ714に進む。

【0045】

ステップ714において、本明細書で前述した複数の因子のうちのいずれか一つまたは組み合わせに基づいて、サーバ104は搬送装置106を特定する。リクエストが、保管ラックを取り出して空の物品または保管ラックを記憶することである場合には、複数の因子には物品の種類が含まれていなくてもよい。ステップ716において、サーバ104は

10

20

30

40

50

制御信号をボットに送って第2の場所まで移動させてもよい。またサーバ104は、必要に応じて制御信号を搬送装置106に送ってもよい。

【0046】

フローチャートでは機能上の論理ブロックを実行する特定の順序を示しているが、論理ブロックを実行する順序は示した注文に対して変えてもよいことは、当業者によって理解されるとおりである。また、連続して示される2つ以上のブロックは、同時にまたは部分的に同時に実行してもよい。

【0047】

ある実施形態では、1つ以上の障壁（たとえば、1つ以上のブーム障壁、ドア、移動可能なフロア障壁など）が、安全性を得るために、及び／または搬送装置106が利用できず及び／または準備ができていないときにボットが搬送装置106への出入りを試みないように、搬送装置106の開口部に設けられている場合がある。各障壁をサーバ104が別個に制御してもよい。サーバ104は障壁に制御信号を送って、搬送装置106のステータスに基づいて開いて／閉じてよい。また障壁を搬送装置106の処理回路206が制御してもよい。

10

【0048】

いくつかの実施形態では、障壁は実質的に、たとえば搬送装置106（たとえば、エレベータ）の入口／出口をブロックするために直線的に上げ下げされ得るバーまたはゲート状の障壁であってもよい。障壁の上げ下げは任意の好適な方法で行ってもよい。いくつかの実施形態では、特定のフロアでは入口及び出口障壁は同じである（たとえば、シングル種類の入口）。他の実施形態では、特定のフロアでは入口及び出口障壁は互いに反対側である（たとえば、ダブル種類の入口）。

20

【0049】

いくつかの実施形態では、搬送装置106は障壁識別情報（たとえば、障壁識別子）に基づいて制御される。たとえば、サーバ104は障壁識別情報を、その障壁識別子の障壁に対応付けられる搬送装置106に出力する。搬送装置106は、障壁特定に基づいて場所（たとえば、垂直レベル）を決定してもよい。障壁識別情報に第1の算術演算を適用してもよい。たとえば、障壁識別情報から第1の数を差し引いてもよい（たとえば、1）。次に、第2の算術演算を適用してもよい（たとえば、所定の数で割る）。第2の算術演算の後に取得した商が場所（たとえば、垂直レベル）を示してもよい。一実施例として、サーバ104は搬送装置106に、障壁識別情報として「1」を含む信号を送ってもよい。次に、搬送装置106は第1の算術演算： $1 - 1 = 0$ 、及び第2の算術演算 $0 / 2 = 0$ を実施する。その結果、搬送装置106は、「0」に対応付けられる場所（たとえば、垂直レベル）に進んでもよい。「0」に対応付けられる場所に搬送装置106が到着したら、搬送装置106は障壁に制御信号を出力して開いてもよい。別の実施例として、サーバ104は搬送装置106にコマンド「2」を送ってもよい。搬送装置106は、処理回路206を介して、第1の算術演算 $2 - 1 = 1$ 及び第2の算術演算 $1 / 2 = 0$ を実施してもよい。その結果、搬送装置106は、「0」に対応付けられる場所に進む。

30

【0050】

図8は、搬送装置106がエレベータである一実施例により搬送装置106を制御するためのプロセス800に対するフローチャートである。プロセス800は、搬送装置106、サーバ104、または搬送装置エンジン404によって実施してもよい。

40

【0051】

ステップ802において、搬送装置106はサーバ104から第1のコマンドを受け取る。第1のコマンドには、エレベータの場合に搬送装置106の行き先に対応付けられる垂直レベルが含まれていてもよい。さらに、第1のコマンドには移動速度などの情報が含まれていてもよい。第1のコマンドは本明細書で前述したように障壁識別情報であってもよい。

【0052】

ステップ804において、処理回路206は、搬送装置106の垂直方向／水平方向移

50

動制御装置を起動してもよい。

【0053】

ステップ806において、搬送装置106は、通信回路208を介して、搬送装置106が垂直レベルに到着したという確認応答を送る。搬送装置106またはサーバ104は、ポット108に制御信号を送って、搬送装置106の内部の所定の位置まで移動させてもよい。

【0054】

ステップ808において、搬送装置106は、サーバ104から受け取った第1のコマンドが示す制御信号を出力して、搬送装置106の開口部に位置する障壁を開いてもよい。

10

【0055】

ステップ810において、搬送装置106は、障壁が開いていることを示す確認応答をサーバ104に出力してもよい。サーバ104は1つ以上のポット108に制御信号を送って、搬送装置106に出入りさせてもよい。ステップ812において、搬送装置106は障壁を閉じてもよい。搬送装置106はサーバ104から信号を受け取って障壁を閉じてもよい。他の実施例では、搬送装置106は、第1のコマンドに含まれる所定時間に基づいて障壁を閉じてもよい。たとえば、サーバ104は、出入りするポットの数に基づいて、また各ポットの速度に基づいて、障壁の開閉間の時間を予め定めてもよい。

【0056】

ステップ812において、搬送装置106は、第1のコマンドに含まれる次の場所（たとえば、次の垂直レベル）に進んでもよいし、または第2のコマンドを受け取って（たとえば、第2のポットをロードして）もよい。

20

【0057】

ステップ804～812を繰り返して、さらなる搬送装置106を搬送してもよい。たとえば、第1のコマンドには複数の垂直レベルが含まれていてもよい。

【0058】

搬送装置106の各搬送装置を特定のゾーンに割り当ててもよい。救急事態の場合には、サーバ104は、作動停止すべき特定のゾーンに割り当てられたすべての搬送装置106に制御信号を送ってもよい。

【0059】

図9は、一実施例によるマルチフロアロボットオートメーションに対するプロセス900に対するフローチャートである。ステップ902において、サーバ104は第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取る。

30

【0060】

ステップ904において、サーバ104は、本明細書で前述したように複数の因子のうちのいずれか1つ以上に基づいてポット108を特定する。

【0061】

ステップ906において、サーバ104は、ポット108の最初の場所に対応付けられる第1の垂直レベルと、ポット108の最終行き先に対応付けられる第2の垂直レベルとを決定する。

40

【0062】

ステップ908において、サーバ104は本明細書で前述したように搬送装置106を特定する。

【0063】

ステップ910において、サーバ104は、ポット108に1つ以上の制御信号を出力して、搬送装置106に対応付けられる第1の位置まで移動させる。さらに、搬送装置106はサーバ104に、搬送装置106がポット108の垂直レベルに到着したときに確認応答信号を送ってもよい。サーバ104は、搬送装置106のステータスが準備ができているときに、ポット108に第2の制御信号を出力してもよい。いくつかの実施形態では、ポットが入口点に到着したときに、リフトとポットとの間のハンドシェイクが起こる

50

。いくつかの実施形態により、どのボットでも入口点に最初に到着したら、リフトを受け取ってそれを用いる。さらに、サーバ104は、搬送装置106に対応付けられる1つ以上の障壁に1つ以上の信号を出力して、開かせて、ボット108が搬送装置106に入れるように、または1つ以上の他のボットが最初に出られるようにしてもよい。

【0064】

図10は、一実施例によりボット108に対する好ましい経路を決定するためのプロセス1000に対するフローチャートである。ステップ1002において、サーバ104は、ボット108に対応付けられる搬送装置106を特定する。たとえば、サーバ104は、行き先に到着するためにボット108が利用得るすべての利用可能な搬送装置を特定してもよい。ステップ1004において、サーバ104は、在庫位置から最も近い搬送装置に対するコストを決定する。コストには、移動時間、エネルギー使用量などが含まれていてもよい。ステップ1006において、サーバ104は、利用できる各搬送装置に対する搬送装置の使用コストを決定してもよい。ステップ1008において、サーバ104は、各利用可能な経路に対して搬送装置が行き先フロアまで移動するコストを決定してもよい。ステップ1010において、サーバ104は、種々の経路及び利用可能な搬送装置に対する総コストを比べて、コストが最も低い経路を好ましい経路として選択してもよい。

【0065】

図11は、一実施例によりマルチフロア倉庫を管理するためのプロセス1100に対するフローチャートである。ステップ1102において、サーバ102は、ボット、ラック、浮床などに対して垂直方向の移動が必要か否かを判定してもよい。垂直方向の移動が必要であると判定した結果、ステップ1102でyesとなったことに応じて、プロセスはステップ1104に進む。垂直方向の移動は必要でないと判定した結果、ステップ1102でnoとなったことに応じて、プロセスはステップ1106に進む。マルチフロア動作エンジン1104は、ボット、ラック、浮床などの移動を制御してもよい。ステップ1108において、マルチフロア動作エンジン1104は、種々のレベル（たとえば、異なるフロアレベル）でナビゲーション及び在庫管理を出力してもよい。搬送装置106に対する制御コマンドを、搬送装置コアアーキテクチャ1106（搬送装置エンジン404（図4）に対応し得る）に出力してもよい。

【0066】

図12は、一実施例により在庫場所を特定するためのプロセス1200に対するフローチャートである。ステップ1202において、注文詳細をサーバ104が受け取ってもよい。ステップ1204において、サーバ104は注文詳細に対応付けられる在庫場所を特定する。注文は倉庫の種々の場所から取得してもよい。ステップ1206において、サーバ104は種々の在庫場所に対するコストを決定する。ステップ1208において、サーバ1208は、最小コストがマルチフロア動作（すなわち、注文品の取り出しが垂直レベルの変化を伴う）に対応するか否かをチェックしてもよい。最小コストはマルチフロア動作に対応するという判定に依拠して、プロセスはステップ1210に進む。最小コストはマルチフロアに対応しない動作という判定に依拠して、プロセスはステップ1214に進む。ステップ1214において、ボットエンジン406はボット108を制御して、最小コストに対応付けられる場所から注文に対応付けられる物品を取り出してもよい。ステップ1210において、マルチフロア経路プランニング機能を実施してもよい。たとえば、図10のプロセス1000を実施してもよい。

【0067】

図13は、コストによりボットを選択するためのプロセスに対するフローチャートである。いくつかの実施形態では、図13に例示するプロセスを倉庫制御エンジン402が行う。図13のプロセスは、ステップ904（図9）が実行されたときに行ってもよい。プロセスは全般的に、完全グリッド（A×A）に対する経路の静的または動的なコストC（R）をロードするステップ1300から開始してもよい。完全グリッド（A×A）は完全な倉庫を表してもよい。プロセスはステップ1302に進んで、サーバからのボットのリアルタイムの利用可能性を取り出す。たとえば、倉庫制御エンジン402は、倉庫内のボ

ットのいずれか1つが現時点で利用できるか否かを示すレポートを取り出してもよい。このレポートを所定の有効期間に対応付けてもよい。この期間が経過した後はレポートはもはや有効ではなく、新しいレポートを取り出す必要がある。たとえば、ボットが現時点で、在庫を移動させるタスクに割り当てられていないときには、ボットが利用できると考えてもよい。

【0068】

プロセスはステップ1304に進んで、在庫の供給源場所（たとえば、在庫の保管場所の当初位置）を特定する。プロセスはステップ1306に進んで、受け取ったC(R)に基づく最小コストのボットを選択する。たとえば、最も低い最小コストのボットを、物品を搬送するために選択する。ステップ1308において、リフトの要求をチェックする機能に対する呼び出しを行う。たとえば、ボットを選択した後で、物品を搬送するのにリフトが必要であるか否かを判定する。

【0069】

図14は、コストによりリフトを選択するためのプロセスに対するフローチャートである。いくつかの実施形態では、図13に例示したプロセスは倉庫制御エンジン402が行う。一実施例としては、図14のプロセスは、ステップ504（図5）での判定が「yes」である場合か、またはステップ1308（図13）後にリフトが必要であると判定された場合に行ってもよい。プロセスは、利用できるリフトの中のリフトを選択するステップ1400から開始してもよい。リフトが選択されたときに、選択したリフトが破損または停止を報告した場合には、ステップ1400iでプロセスを中断してもよい（たとえば、リフトが所望の行き先に到着する前に移動を停止する）。

【0070】

プロセスはステップ1402に進んで、特定したボットの位置を取り出す。特定したボットは、ステップ1302において利用可能であると示されたボットのうちの1つに対応してもよい。プロセスはステップ1404に進んで、特定したボットを位置P1から選択したリフトiまで移動させる静的または動的なコストを取り出す。プロセスはステップ1406に進んで、現在時刻で選択したリフトiを待つコスト(Cwi)を計算する。プロセスはステップ1406に進んで、リフトiを搬送に用いるコスト(Cti)を計算する。コストCtiは、たとえば、リフトの速度または行き先のフロアに基づいてもよい。プロセスはステップ1406に進んで、コスト(CDi)を計算して、ボットをリフトiから行き先点D1（たとえば、ロボットによって運ばれている在庫に対する行き先）まで移動させる静的または動的なコストを計算する。

【0071】

プロセスはステップ1410に進んで、すべてのリフトを処理したか否かを判定する。たとえば、ステップ1410では、各ステップ1404～1408で計算したすべてのコストがそれぞれの利用可能なリフトに対して決定されたか否かを判定する。すべてのボットが処理されてはいない場合、プロセスはステップ1404に戻る。すべてのリフトを処理した場合、プロセスはステップ1412に進んで、リフトiに対する総コスト（たとえば、 $C1i + Cwi + Cti + Cdi$ ）を計算する。プロセスはステップ1414に進んで、最小Ci（リフトiに対する総コスト）を決定する。プロセスはステップ1416に進んで、リフトiを選択して待ち時間を更新する。たとえば、最小Ciを有するリフトを選択する。

【0072】

いくつかの実施形態では、図13及び14で参照した静的コストは事前に計算したコストを指す。さらに、いくつかの実施形態では、図13及び14で参照した動的なコストは、特定の時間（たとえば、現在時刻または現在時刻プラス所定のずれ）における予測コストを指す。

【0073】

図15に、ボットのナビゲーションを制御するためのプロセスを例示する。図15のプロセスは、図14のステップ1416におけるリフトを選択したら行ってもよい。プロセ

10

20

30

40

50

スは全般的に、搬送すべき物品の供給源に対するボットの動作が始まるステップ1500から開始してもよい。プロセスはステップ1502に進んでリアルタイム経路を特定する。たとえば、リアルタイム経路は、ボットの最終行き先までの移動時間が最も短い現在時刻における経路であってもよい。リアルタイム経路を、供給源から行き先までの最良の経路を決定するための当業者に知られた任意のアルゴリズム（たとえば、DijkstraアルゴリズムまたはA*アルゴリズム）を用いて特定してもよい。

【0074】

プロセスはステップ1504に進んで、リフトが動作中であるか否かを判定する。チェックしているリフトは、ステップ1416（図14）で選択したリフトに対応してもよい。リフトが動作中である場合には、プロセスはステップ1506に進んで、リフトに向けてのボットのナビゲーションを開始する。リフトが動作中でない場合には、プロセスはステップ1508に進んで、別のリフトを特定する。たとえば、ステップ1508で、図14に例示したプロセスを繰り返してもよい。

10

【0075】

図16は、一実施例によるシステム102における注文フロー1600を示す概略図である。注文フロー1600には、クライアントインターフェース1602、在庫管理1604、タスク管理1606、タスク実行者1608、及びプロセスフロー1610が含まれていてもよい。クライアントインターフェース1602には、注文を生成することが含まれていてもよい。注文をネットワーク110を介して受け取ってもよい。注文は1つ以上の物品を取り出すかまたは保管するためであってもよい。在庫管理1604には、注文のコストを計算することと、ピック/プット動作が完了したら注文を更新することとが含まれていてもよい。タスク管理1606には好ましいボットを選択することが含まれる。たとえば、図9のプロセス900を実施してもよい。タスク実行者1608には、搬送装置エンジン404及びボットエンジン406から出力されたコマンド制御が含まれていてもよい。プロセスフロー1610にはピック/プット動作が含まれていてもよい。

20

【0076】

いくつかの実施形態では、サーバ104の機能及びプロセスをコンピュータ1726が実施してもよい。次に、典型的な実施形態によるコンピュータ1726のハードウェア記述について、図17を参照して説明する。図17において、コンピュータ1726には、本明細書で説明するプロセスを実行するCPU1700が含まれる。プロセスデータ及び命令をメモリ1702に記憶してもよい。またこれらのプロセス及び命令を記憶媒体ディスク1704（たとえば、ハードドライブ（HDD）または携帯型記憶媒体）上に記憶してもよいし、または遠隔に記憶してもよい。さらに、請求される進歩は、本発明のプロセスの命令が記憶されるコンピュータ可読媒体の形態によって限定されない。たとえば、命令をCD、DVD、フラッシュメモリ、RAM、ROM、PROM、EPROM、EEPROM、ハードディスク、または任意の他の情報処理装置であってコンピュータ1726が通信するもの（たとえば、サーバまたはコンピュータ）に記憶してもよい。

30

【0077】

さらに、請求される進歩を、特許出願、バックグラウンドデーモン、もしくはオペレーティングシステムのコンポーネント、またはそれらの組み合わせとして与えてもよく、それらは、CPU1700、及びオペレーティングシステム、たとえば、Microsoft（登録商標）、Windows（登録商標）、UNIX（登録商標）、Oracle（登録商標）、Solaris、Linux（登録商標）、Apple macOS（登録商標）、Apple macOS（登録商標）、及び当業者に知られている他のシステムとともに実行される。

40

【0078】

コンピュータ1726を実現するために、ハードウェア要素を当業者に知られた種々の回路要素によって実現してもよい。たとえば、CPU1700は、Xenon（登録商標）もしくはCore（登録商標）プロセッサ（AmericaのIntel Corporationより）、またはOpteron（登録商標）プロセッサ（Americaの

50

AMDより)であってもよいし、または当業者だったら分かるであろう他のプロセッサ種類であってもよい。代替的に、CPU 1700をFPGA、ASIC、PLD上で、またはディスクリート論理回路を用いて実施してもよいことは、当業者であれば分かることである。さらに、CPU 1700を、前述した本発明のプロセスの命令を実行するために協調して並列に動作する複数のプロセッサとして実施してもよい。

【0079】

また図17のコンピュータ1726には、ネットワーク制御装置1706、たとえばインテルイーサネットPROネットワークインターフェースカード(AmericaのIntel Corporation)が、ネットワーク1724とインターフェースで接続するために含まれる。理解できるように、ネットワーク1724は、パブリックネットワーク、たとえばインターネット、またはプライベートネットワーク、たとえばLANまたはWANネットワーク、またはそれらの任意の組み合わせとすることができ、またPSTNまたはISDNサブネットワークを含むこともできる。ネットワーク1724は有線とすることもできるし(たとえば、イーサネットネットワーク)、または無線とすることもできる(たとえば、セルラーネットワーク、たとえば、EDGE、3G及び4G無線セルラーシステム)。また無線ネットワークは、WiFi(登録商標)、Bluetooth(登録商標)、または知られている任意の他の無線形態の通信とすることもできる。

【0080】

コンピュータ1726にはさらに、ディスプレイ制御装置1708、たとえば、NVIDIA(登録商標)GeForce(登録商標)GTXまたはQuadro(登録商標)グラフィックスアダプタ(AmericaのNVIDIA Corporationより)が含まれる。これらは、ディスプレイ1710(たとえば、Hewlett Packard(登録商標)HPL2445w LCDモニター)にインターフェースで接続する。汎用I/Oインターフェース1712が、キーボード及び/またはマウス1714ならびに任意的なタッチスクリーンパネル1716(ディスプレイ1710上またはこれから離れて)とインターフェースで接続する。また汎用I/Oインターフェースは種々の周辺装置1718(たとえば、プリンタ及びスキャナ)に接続している。たとえば、OfficeJet(登録商標)またはDeskJet(登録商標)(Hewlett Packard(登録商標)製)である。

【0081】

汎用の記憶制御装置1720は記憶媒体ディスク1704を通信バス1722に接続している。通信バス1722は、ISA、EISA、VESA、PCI、または同様のものであってもよく、コンピュータ1726のコンポーネントをすべて相互接続するためのものである。ディスプレイ1710、キーボード及び/またはマウス1714、ならびにディスプレイ制御装置1708、記憶制御装置1720、ネットワーク制御装置1706、及び汎用I/Oインターフェース1712の一般的な特徴及び機能の説明は、これらの特徴は知られているため、本明細書では省略して簡略化している。

【0082】

明らかに、前述の教示を考慮すれば多くの変更及び変化が可能である。したがって、添付の請求項の範囲内で、本発明を本明細書で具体的に述べたこと以外で実施してもよいと理解すべきである。

【0083】

すなわち、前述の説明では、単に本発明の典型的な実施形態を開示して説明しただけである。当業者であれば分かるように、本発明を、本発明の趣旨または本質的特徴から逸脱することなく他の具体的な形式で具体化してもよい。したがって、本発明の開示は、本発明の範囲ならびに他の請求項を例示はしているが限定はしていないことを意図している。本開示では、本明細書で示した教示の容易に認められる任意の変形も含めて、部分的に、前述のクレーム用語の範囲を規定して、本発明の主題が公衆に供されることがないようにしている。

【0084】

また前述の開示内容には、以下に列記する実施形態も包含される。

【0085】

(1) マルチフロアロボットオートメーションに対する方法には、第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、サーバの処理回路を用いて、複数のボットから第1の場所から第2の場所へ物品を搬送するためのボットを選択することとあって、ボットは、少なくとも、搬送すべき物品の種類に基づいて選択される、選択することと、処理回路を用いて、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第1の垂直レベルと、選択したボットの行き先に対応付けられる第2の垂直レベルとを決定することと、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第1の垂直レベルが、選択したボットの行き先に対応付けられる第2の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、第1の垂直レベルが第2の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、(a) 選択したボットを第1の垂直レベルから第2の垂直レベルへ垂直方向に移すように構成された搬送装置を、処理回路を用いて選択することと、(b) 選択したボットに制御信号を出力することとあって、制御信号は選択したボットを選択した搬送装置に対応付けられる第1の位置まで移動させる、出力することと、が含まれる。

10

【0086】

(2) 選択したボットの最初の場所は、リクエストを受け取る前の選択したボットの元の場所であり、選択したボットの行き先は物品の第1の場所である特徴(1)に記載の方法。

【0087】

(3) 選択したボットの最初の場所は、物品を積み込んだ後の物品の第1の場所であり、選択したボットの行き先は物品を送り出すための第2の場所である特徴(1)または(2)に記載の方法。

20

【0088】

(4) 第1の場所は第1の建物であり、第2の場所は、第1の建物とは場所が異なる第2の建物である特徴(2)または(3)に記載の方法。

【0089】

(5) 搬送装置を選択することには、各利用可能な搬送装置に対して搬送装置の使用に対応付けられる第1のコストを決定することと、各利用可能な搬送装置を第2の場所まで移動させるための第2のコストを決定することと、ボットを各利用可能な搬送装置まで移動させるための第3のコストを決定することと、ボットがボットの最初の位置からボットの行き先まで移動するための複数の経路を決定することとあって、各経路は、各利用可能な搬送装置に対する第1のコスト、第2のコスト、及び第3のコストを含む総コストに対応付けられる、決定することと、複数の経路から好ましい経路を選択することとあって、好ましい経路は複数の経路から最も低い総コストを有する、選択することと、が含まれる特徴(1)~(4)のいずれか1つに記載の方法。

30

【0090】

(6) さらに、準備度レベルを示す選択した搬送装置のステータスを決定することと、選択した搬送装置の決定したステータスが、選択した搬送装置が選択したボットを受け取る準備ができていることを示すときに、選択したボットに第2の制御信号を出力して、選択した搬送装置の内部に位置する第2の位置まで移動させることと、を含む特徴(1)~(5)のいずれか1つに記載の方法。

40

【0091】

(7) 選択した搬送装置のステータスを決定することは、選択した搬送装置が第1の垂直レベルに対応する垂直レベルに到着したことと、障壁が開位置にあることを示す確認応答を、選択した搬送装置から受け取ることと、を含む特徴(6)に記載の方法。

【0092】

(8) 選択した搬送装置には、選択したボットが出入りするための単一の開口部が含まれる特徴(1)~(7)のいずれか1つに記載の方法。

【0093】

50

(9) 選択した搬送装置は、選択したボットが入るための第 1 の開口部と選択したボットが出るための第 2 の開口部とを含む特徴 (1) ~ (8) のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 9 4 】

(1 0) 搬送装置を選択することは、少なくとも、複数の搬送装置の各搬送装置のステータス、選択したボットの現在位置、ボット種類、及び搬送装置容量に従って行う特徴 (1) ~ (9) のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 9 5 】

(1 1) さらに、選択した搬送装置に第 3 の制御信号を出力することであって、第 3 の制御信号は、選択した搬送装置の行き先に対応付けられる垂直レベルを示す障壁特定の関数である、出力すること、を含む特徴 (1) ~ (1 0) のいずれか 1 つに記載の方法。

10

【 0 0 9 6 】

(1 2) さらに、1 つ以上の搬送装置の組をゾーンに対応付けることと、ゾーンにおいて緊急事象が検出されたときに組を作動停止させることと、を含む特徴 (1) ~ (1 1) のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 9 7 】

(1 3) さらに、選択した搬送装置を起動して、選択したボットの最初の位置に対応する第 1 の垂直レベルから選択したボットの行き先に対応する第 2 の垂直レベルまで移動させることと、搬送装置が第 2 の垂直レベルに到着したら障壁を閉位置から開位置まで駆動させることと、選択した搬送装置が第 2 の垂直レベルに到着したことと、障壁が開位置にあることを示す確認応答を、選択した搬送装置から受け取ることと、選択したボットに第 4 の制御信号を出力することであって、第 4 の制御信号は選択したボットを選択した搬送装置の内部の位置から選択した搬送装置の外部の第 2 の位置まで移動させる、出力することと、を含む特徴 (1) ~ (1 2) のいずれか 1 つに記載の方法。

20

【 0 0 9 8 】

(1 4) 選択した搬送装置は、1 つ以上のボット種類の複数のボットを搬送するように構成されている特徴 (1) ~ (1 3) のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 9 9 】

(1 5) さらに、特定の垂直レベルにおける物品に対する在庫レベルを決定することと、1 つ以上のボットを制御して、在庫レベルが所定閾値を下回ったときに、物品の積み重ね体を特定の垂直レベルまで移動させることと、を含む特徴 (1) ~ (1 4) のいずれか 1 つに記載の方法。

30

【 0 1 0 0 】

(1 6) さらに、ラックに対する垂直方向の利用レベルを決定することと、垂直方向の利用レベルに基づいて積み重ね体の高さを決定することと、1 つ以上のボットを制御して、決定した積み重ね体の高さを有する積み重ね体をラックまで移動させることと、を含む特徴 (1) ~ (1 5) のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 1 0 1 】

(1 7) マルチフロアロボットオートメーションに対するシステムであって、ボットを垂直方向に移すように構成された 1 つ以上の搬送装置と、複数のボットと、処理回路を含むサーバと、を含み、処理回路は、第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するリクエストを受け取ることと、複数のボットから第 1 の場所から第 2 の場所へ物品を搬送するためのボットを選択することであって、ボットは、少なくとも、搬送すべき物品の種類に基づいて選択される選択することと、ボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルと、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルとを決定することと、選択したボットの最初の場所に対応付けられる第 1 の垂直レベルが、選択したボットの行き先に対応付けられる第 2 の垂直レベルと異なるか否かを判定することと、第 1 の垂直レベルが第 2 の垂直レベルとは異なるという判定に応じて、(a) 1 つ以上の搬送装置から、選択したボットを第 1 の垂直レベルから第 2 の垂直レベルへ移す搬送装置を選択することと、(b) 選択したボットに制御信号を出力することであって、制御信号は選択したボットを選択した搬送装置に対応付けられる第 1 の位置まで移動させる、出力することと、を

40

50

行うように構成されている、システム。

【 0 1 0 2 】

(1 8) 処理回路はさらに、準備度レベルを示す搬送装置のステータスを決定することと、選択した搬送装置のステータスが、選択した搬送装置が選択したポットを受け取る準備ができていることを示すときに、選択したポットに第 2 の制御信号を出力して、選択した搬送装置の内部に位置する第 2 の位置まで移動させることと、を行うように構成されている特徴 (1 7) に記載のシステム。

【 0 1 0 3 】

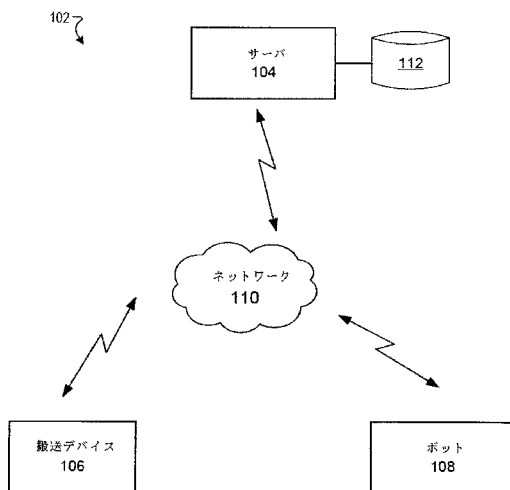
(1 9) 選択したポットの最初の場所は、リクエストを受け取る前の選択したポットの元の場所であり、選択したポットの行き先は物品の第 1 の場所である特徴 (1 7) または (1 8) に記載のシステム。

【 0 1 0 4 】

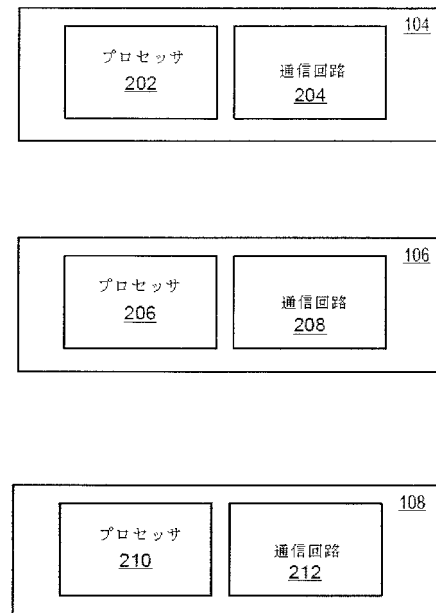
(2 0) 選択したポットの最初の場所は、物品を積み込んだ後の物品の第 1 の場所であり、選択したポットの行き先は物品を送り出すための第 2 の場所である特徴 (1 7) ~ (1 9) のいずれか 1 つに記載のシステム。

10

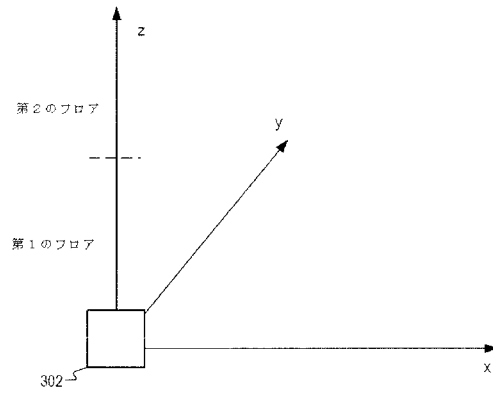
【 図 1 】



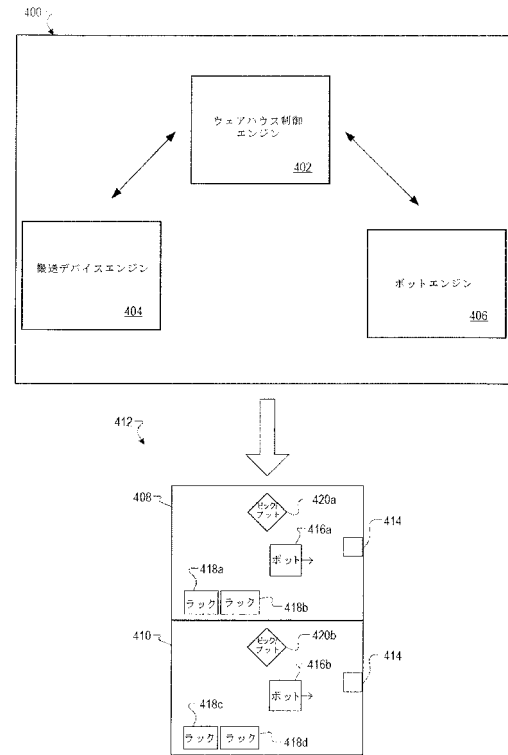
【 図 2 】



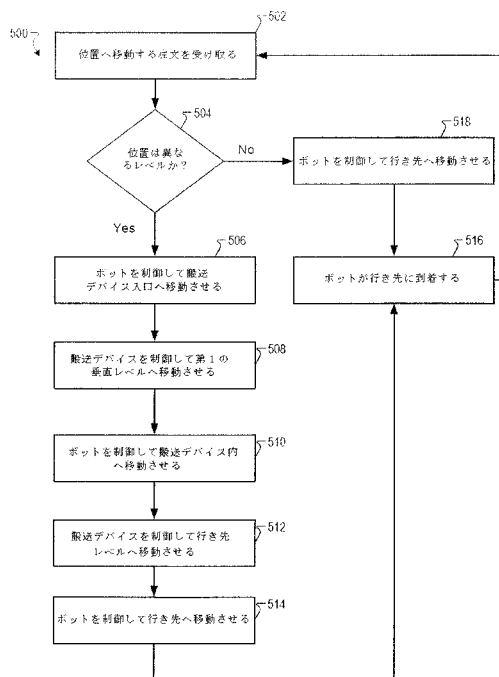
【図 3】



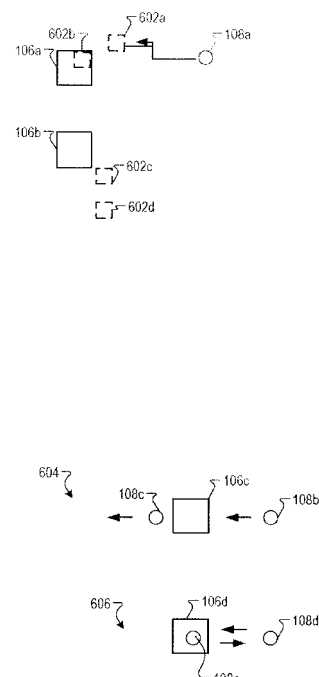
【図 4】



【図 5】



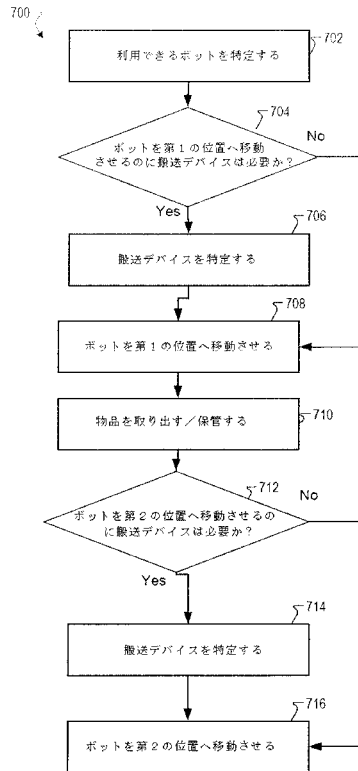
【図 6】



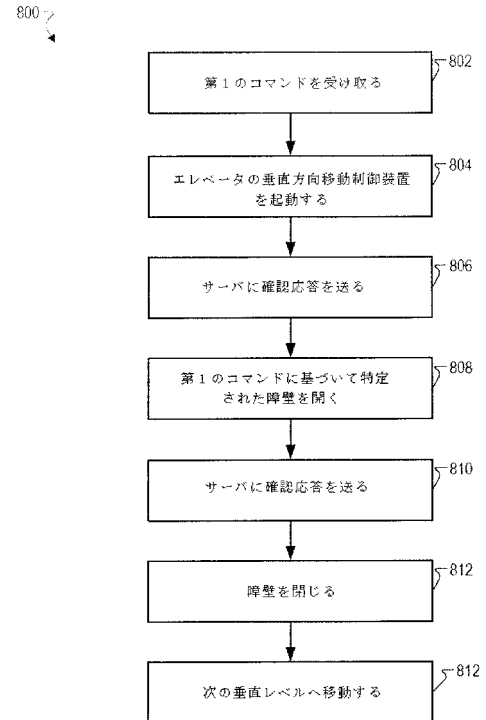
A

B

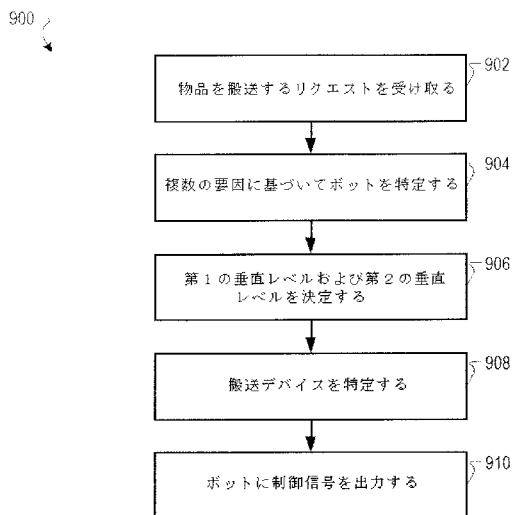
【図 7】



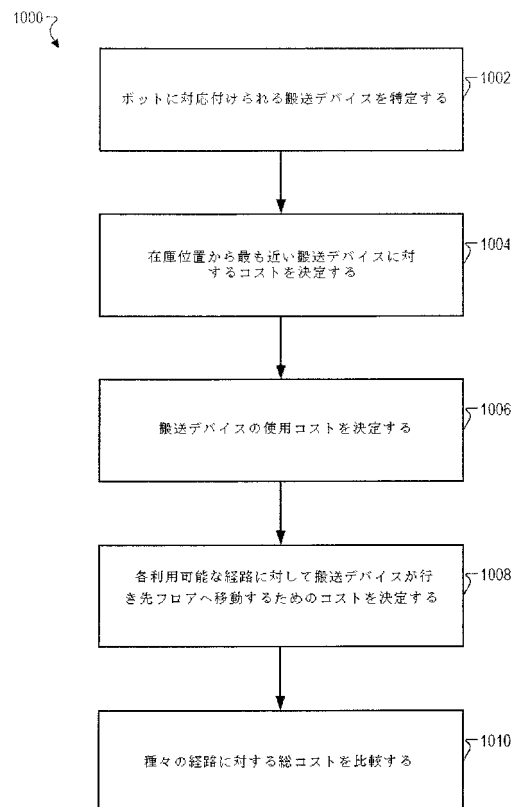
【図 8】



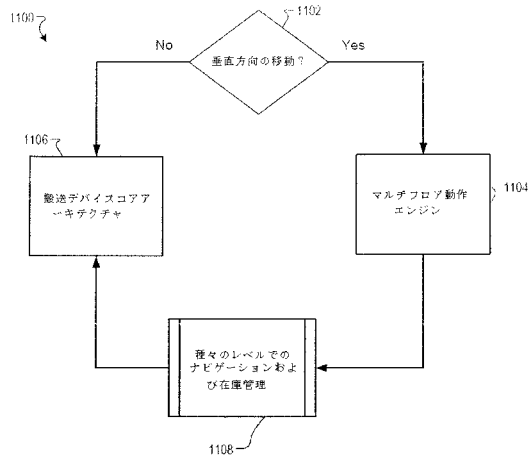
【図 9】



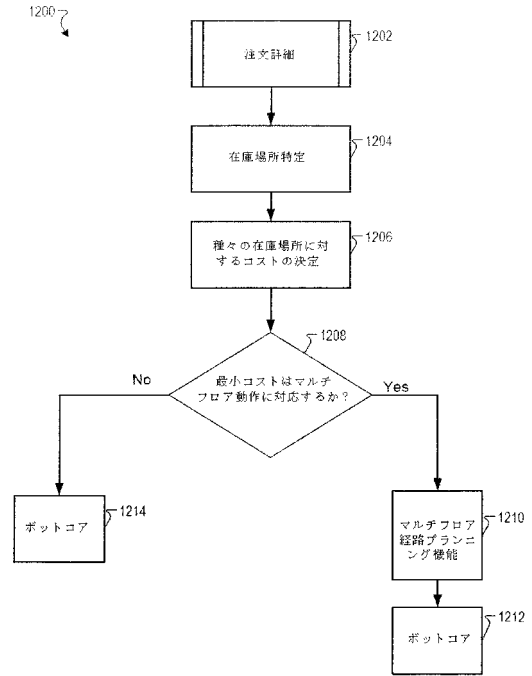
【図 10】



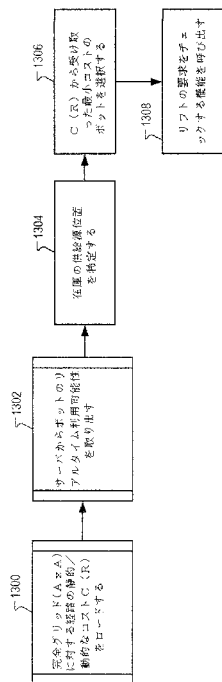
【図 1 1】



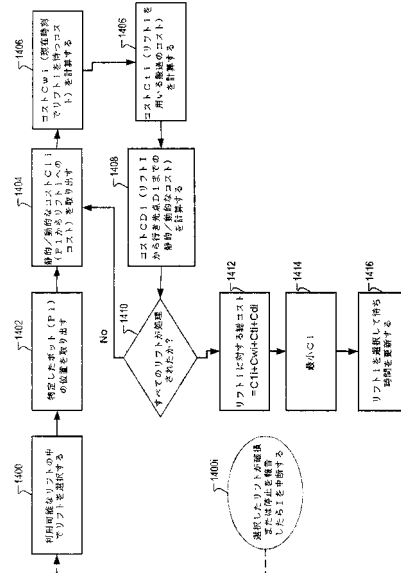
【図 1 2】



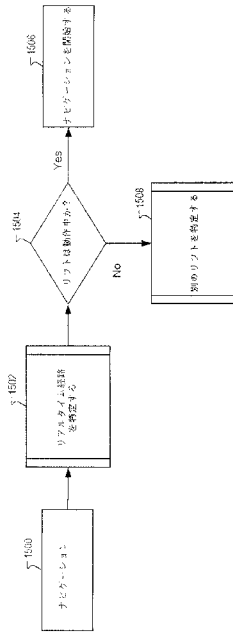
【図 1 3】



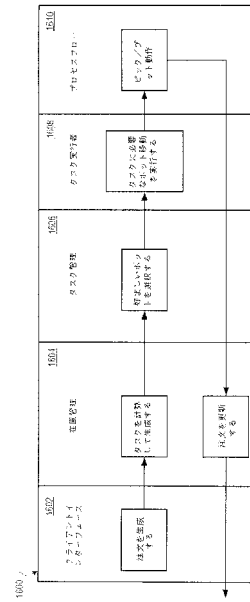
【図 1 4】



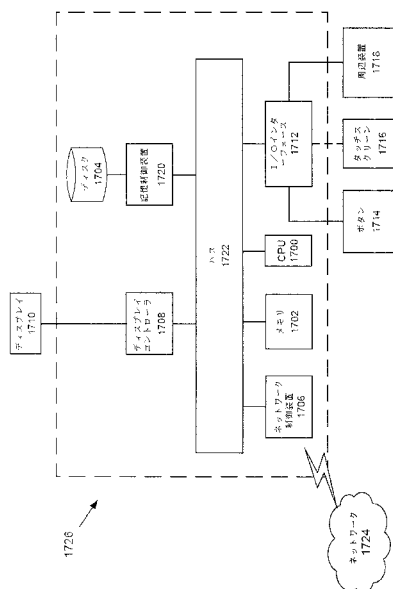
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラペシュ, アガーワル
インド国, ハリヤーナー州 122018, セクター 49 - 50 グルガーオン, ローズウッド
シティ, ウェンブリー エステート, エフ - 1206
- (72)発明者 ガウラヴ, クマール
インド国, ハリヤーナー州 122018, ソーナ ロード グルガーオン, シスパル ヴィハー
ル, ケー601
- (72)発明者 ジャイ, サッカー
インド国, ジャークハンド 826001, シャストリ ナガール イースト ダーンプッド, カ
ータール アpartment, 4番 フロア, フラット ナンバー 4エー
- (72)発明者 ガウラヴ, ケジェリワール
インド国, ウッター プラデッシュ 221010, ベルブラ ヴァラナシ, ビー 27 / 92
チェットマニ クロッシング, マッドハヴ クンジュ
- F ターム(参考) 3F522 AA02 BB01 CC09 JJ04 LL06 LL16
5H301 AA02 BB05 BB08 CC03 CC04 CC06 CC07 DD07 DD15 QQ01
QQ02

【外国語明細書】
2020061150000001.pdf