

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7069110号
(P7069110)

(45)発行日 令和4年5月17日(2022.5.17)

(24)登録日 令和4年5月9日(2022.5.9)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

B 2 5 J

13/08

A

B 6 5 G 1/137(2006.01)

B 6 5 G

1/137

E

請求項の数 15 (全28頁)

(21)出願番号	特願2019-503220(P2019-503220)	(73)特許権者	519016321 オドナー, ラエル
(86)(22)出願日	平成29年7月18日(2017.7.18)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 4 3, サマービル, デーン ストリ ート 2 8
(65)公表番号	特表2019-531907(P2019-531907 A)	(73)特許権者	519016332 ジェントフト, ライフ
(43)公表日	令和1年11月7日(2019.11.7)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 4 3, サマービル, デーン ストリ ート 2 8
(86)国際出願番号	PCT/US2017/042674	(73)特許権者	519016343 デンザー, ヤロスラブ
(87)国際公開番号	WO2018/017616		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 4 3, サマービル, デーン ストリ ート 2 8
(87)国際公開日	平成30年1月25日(2018.1.25)		
審査請求日	令和2年7月16日(2020.7.16)		
(31)優先権主張番号	62/363,446		
(32)優先日	平成28年7月18日(2016.7.18)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボット把持の査定

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットの把持技術を査定する方法であって、前記方法は、
倉庫管理システムにコマンドを発行し、ロボットマニピュレータによって把持するための物品を回収することと、
前記ロボットマニピュレータに、第1の命令を発行することであって、前記第1の命令は、実行されたとき、前記物品を把持する意図がなく、前記ロボットマニピュレータに非把持能力調査を実施させることにより、前記物品の付加的な見解を生成することと、物品剛度を確認することと、物品材料を確認することとのうちの少なくとも1つを実施することと、
前記ロボットマニピュレータに、第2の命令を発行することであって、前記第2の命令は、実行されたとき、前記ロボットマニピュレータに前記回収された物品を把持するように試みさせる、ことと、
少なくとも1つのセンサデバイスから、前記把持試行に関するデータを受信することと、メモリ上に記憶される分析モジュール実行命令を使用して、前記受信されたデータを分析し、前記ロボットマニピュレータが、前記物品を正常に把持したかどうかを決定することとを含み、

非把持能力調査を実施することは、前記物品に物理的に接触することを含む、方法。

【請求項 2】

前記ロボットマニピュレータに、第3の命令を発行することであって、前記第3の命令は

、実行されたとき、前記分析モジュールが、前記ロボットマニピュレータが前記物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、前記ロボットマニピュレータに前記回収された物品を把持するように試みさせる、ことをさらに含み、前記第3の命令は、少なくとも部分的に前記少なくとも1つのセンサデバイスから受信されたデータに基づく是正措置を組み込む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記把持試行を実施することは、ロボットハンドデバイス、吸引デバイス、または粘着性デバイスを使用して前記把持試行を実施することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記把持試行に関する前記受信されたデータは、重量データ、圧力データ、力データ、画像データのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項5】

前記倉庫管理システムは、前記ロボットマニピュレータが、第2の場所において前記把持試行を実施することができるように、物品輸送デバイスを使用して、前記物品を第1の場所から前記第2の場所に輸送することによって、前記物品を回収する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記ロボットマニピュレータが、第2の場所において前記把持試行を実施することができるように、マニピュレータ輸送デバイスを使用して、前記ロボットマニピュレータを第1の場所から前記第2の場所に輸送することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

20

【請求項7】

前記倉庫管理システムに前記コマンドを発行することは、週末、夜間の期間、または非繁忙期間の間に前記コマンドを発行することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

ロボットの把持技術を査定するためのシステムであって、前記システムは、ロボットマニピュレータであって、前記ロボットマニピュレータは、物品を把持する意図がなく、非把持能力調査を実施することにより、前記物品の付加的な見解を生成することと、物品剛度を確認することと、物品材料を確認することとのうちの少なくとも1つを実施する、ことと、

物品を把持することと

30

のためである、ロボットマニピュレータと、

物品を回収し、保管するための倉庫管理システムと、

分析モジュールであって、前記分析モジュールは、メモリ上に記憶される命令を実行することにより、

少なくとも1つのセンサデバイスから、前記ロボットマニピュレータによる第1の把持試行に関するデータを受信することと、

前記受信されたデータを分析し、前記ロボットマニピュレータが、前記物品を正常に把持したかどうかを決定することと

を行う、分析モジュールと

を備え、

40

非把持能力調査を実施することは、前記物品に物理的に接触することを含む、システム。

【請求項9】

前記ロボットマニピュレータは、前記分析モジュールが、前記ロボットマニピュレータが前記物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、是正措置を組み込む第2の把持試行を実施するように構成され、前記是正措置は、少なくとも部分的に前記少なくとも1つのセンサデバイスから受信されたデータに基づく、請求項8に記載のシステム。

【請求項10】

前記ロボットマニピュレータは、前記把持試行を実施するためのロボットハンドデバイス、前記把持試行を実施するための吸引デバイス、または前記把持試行を実施するための粘着性デバイスを含む、請求項8に記載のシステム。

50

【請求項 1 1】

前記受信されたデータは、重量データ、圧力データ、力データ、画像データのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 1 2】

前記倉庫管理システムは、前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記第 1 の把持試行を実施することができるように、前記物品を第 1 の場所から前記第 2 の場所に輸送するように構成される、物品輸送デバイスを備える、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記把持試行を実施することができるように、前記ロボットマニピュレータを第 1 の場所から前記第 2 の場所に輸送するように構成される、マニピュレータ輸送デバイスをさらに備える、請求項 8 に記載のシステム。

10

【請求項 1 4】

前記把持試行に関するデータを記憶するためのデータベースモジュールをさらに備える、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記ロボットマニピュレータは、週末、夜間の期間、または非繁忙期間の間に前記物品を把持する、請求項 8 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

(関連出願の相互参照)

本願は、2016 年 7 月 18 日に提出された同時係属中の米国仮出願第 62 / 363 , 446 号の利益を主張するものであり、該仮出願の全体の開示は、その全体が本明細書中に述べられているかのように参照により本明細書中に援用される。

【0002】

(技術分野)

本明細書に説明される実施形態は、概して、ロボットマニピュレータおよびロボットマニピュレータを動作させる方法に関し、より具体的には、限定ではないが、ロボットの把持を査定するためのシステム、デバイス、および方法に関する。

【背景技術】

30

【0003】

(背景)

倉庫等のインフラストラクチャシステムは、多くの場合、物品を受入、発送、および保管する。最近まで、物品移動の大部分は、人間の作業者によって手動で取り扱われた。しかしながら、最近、これらの仕事は、ロボットデバイスによって取り扱われることが多くなってきた。

【0004】

これらの仕事は、いくつかの輸送デバイス (例えば、コンベヤベルト) が、1 つ以上の物品を伴う箱または他の容器デバイスをロボットピッカーデバイスにもたらし、グッズトゥピッカーワークフローを伴い得る。ロボットピッカーデバイスは、次いで、容器から物品をピックアップし、物品を別の場所 (例えば、別の場所に発送するための別の格納容器) の中に設置する。

40

【0005】

これらの仕事は、加えてまたは代替として、ピッカートゥグッズワークフローを伴い得る。これらのワークフローでは、物品は、最初に、倉庫内 (例えば、箱の中、棚の上、または同等の場所) のある場所に存在し得る。ロボットピッカーデバイスが、物品に進行し、物品をピックアップし、さらなる処理または発送のために物品を別の場所に運び得る。

【0006】

これらのピックアップシステムおよび方法は、物流環境において、または物品が種々の場所に、またはそこから移動される必要がある環境において有用である。これらの環境は、倉

50

庫環境、小売店舗、および製造および組立工場を含み得る。

【 0 0 0 7 】

これらのロボットピッキングシステムは、人による手動ピッキングよりも大幅にコストが少なくすみ得る。故に、可能な場所、可能な時にロボットによるアプローチを使用することによって、経済的利点が存在する。加えて、これらの自動化システムは、機械を移動させる近傍に存在する人が少ないため、安全を促進する。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、これらのシステムの開発および展開は、全ての物品がロボットピッキングシステムによって確実に把持されることができないわけではないため、多くの場合、困難である。したがって、ロボットピッキングデバイスの把持試行を自律的に査定する方法、システム、およびデバイスに対する必要性が、存在する。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本概要は、以下の発明を実施するための形態の節においてさらに説明される、概念の選択を単純化された形態で紹介するために提供される。本概要は、請求される主題の重要となる特徴または不可欠な特徴を識別または除外することは意図されておらず、そして請求される主題の範囲の決定の補助として使用されることは意図されていない。

【 0 0 1 0 】

ある側面では、実施形態は、ロボットの把持技術を査定する方法に関する。本方法は、倉庫管理システムにコマンドを発行し、ロボットマニピュレータによって把持するための物品を回収するステップと、ロボットマニピュレータに、少なくとも1つの命令を発行するステップであって、前記命令は、実行されたとき、ロボットマニピュレータに回収された物品を把持するように試みさせる、ステップと、少なくとも1つのセンサデバイスから、把持試行に関するデータを受信するステップと、メモリ上に記憶される分析モジュール実行命令を使用して、受信データを分析し、ロボットマニピュレータが、物品を正常に把持したかどうかを決定するステップとを含む。

20

【 0 0 1 1 】

いくつかの実施形態では、本方法は、ロボットマニピュレータに、少なくとも1つの命令を発行するステップであって、前記命令は、実行されたとき、分析モジュールが、ロボットマニピュレータが物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、ロボットマニピュレータに回収された物品を把持するように試みさせる、ステップとをさらに含む。

30

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、本方法は、分析モジュールを使用して、ロボットマニピュレータに少なくとも第2の命令を発行するステップであって、第2の命令は、少なくとも部分的に受信センサデータに基づく是正措置を組み込む、ステップをさらに含む。

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、把持試行を実施するステップは、ロボットハンドデバイスを使用して把持試行を実施するステップを含む。

【 0 0 1 4 】

いくつかの実施形態では、把持試行を実施するステップは、吸引デバイスを使用して把持試行を実施するステップを含む。

40

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態では、把持試行を実施するステップは、粘着性デバイスを使用して把持試行を実施するステップを含む。

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態では、把持試行に関する受信データは、重量データを含む。

【 0 0 1 7 】

いくつかの実施形態では、把持試行に関する受信データは、圧力データを含む。

【 0 0 1 8 】

50

いくつかの実施形態では、把持試行に関する受信データは、力データを含む。

【 0 0 1 9 】

いくつかの実施形態では、把持試行に関する受信データは、画像データを含む。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、倉庫管理システムは、ロボットマニピュレータが、第2の場所において把持試行を実施することができるように、物品輸送デバイスを使用して、物品を第1の場所から第2の場所に輸送することによって、物品を回収する。いくつかの実施形態では、本方法は、ロボットマニピュレータが、第2の場所において把持試行を実施した後、物品輸送デバイスを使用して、物品を第2の場所から第1の場所に輸送するステップをさらに含む。いくつかの実施形態では、第1の場所は、物品保管場所である。

10

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施形態では、本方法は、ロボットマニピュレータが、第2の場所において把持試行を実施することができるように、マニピュレータ輸送デバイスを使用して、ロボットマニピュレータを第1の場所から第2の場所に輸送するステップをさらに含む。いくつかの実施形態では、本方法は、ロボットマニピュレータが、第2の場所において把持試行を実施した後、マニピュレータ輸送デバイスを使用して、ロボットマニピュレータを第2の場所から第1の場所に輸送するステップをさらに含む。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、本方法は、把持試行に関するデータをデータベースモジュールに記憶させるステップをさらに含む。

20

【 0 0 2 3 】

いくつかの実施形態では、倉庫管理システムにコマンドを発行するステップは、週末の間にコマンドを発行するステップを含む。

【 0 0 2 4 】

いくつかの実施形態では、倉庫管理システムにコマンドを発行するステップは、夜間の期間の間にコマンドを発行するステップを含む。

【 0 0 2 5 】

いくつかの実施形態では、倉庫管理システムにコマンドを発行するステップは、非繁忙期間の間にコマンドを発行するステップを含む。

【 0 0 2 6 】

30

別の側面によると、実施形態は、ロボットの把持技術を査定するためのシステムに関する。本システムは、物品を把持するためのロボットマニピュレータと、物品を回収し、保管するための倉庫管理システムと、メモリ上に記憶される命令を実行し、少なくとも1つのセンサデバイスから、ロボットマニピュレータによる第1の把持試行に関するデータを受信することと、受信データを分析し、ロボットマニピュレータが、物品を正常に把持したかどうかを決定することとを行う、分析モジュールとを含む。

【 0 0 2 7 】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、分析モジュールが、ロボットマニピュレータが物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、第2の把持試行を実施するように構成される。

40

【 0 0 2 8 】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、少なくとも部分的に受信センサデータに基づく是正措置を組み込む、第2の把持試行を実施するように構成される。

【 0 0 2 9 】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、把持試行を実施するためのロボットハンドデバイスを含む。

【 0 0 3 0 】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、把持試行を実施するための吸引デバイスを含む。

【 0 0 3 1 】

50

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、把持試行を実施するための粘着性デバイスを含む。

【0032】

いくつかの実施形態では、受信データは、重量データを含む。

【0033】

いくつかの実施形態では、受信データは、圧力データを含む。

【0034】

いくつかの実施形態では、受信データは、力データを含む。

【0035】

いくつかの実施形態では、受信データは、画像データを含む。

10

【0036】

いくつかの実施形態では、倉庫管理システムは、ロボットマニピュレータが、第2の場所において第1の把持試行を実施することができるように、物品を第1の場所から第2の場所に輸送するように構成される、物品輸送デバイスを備える。

【0037】

いくつかの実施形態では、物品輸送デバイスはさらに、ロボットマニピュレータが、第1の把持試行を実施した後、物品を第2の場所から第1の場所に輸送するように構成される。いくつかの実施形態では、第1の場所は、物品保管場所である。

【0038】

いくつかの実施形態では、本システムは、ロボットマニピュレータが、第2の場所において把持試行を実施することができるように、ロボットマニピュレータを第1の場所から第2の場所に輸送するように構成される、マニピュレータ輸送デバイスをさらに含む。いくつかの実施形態では、マニピュレータ輸送デバイスはさらに、ロボットマニピュレータが、把持試行を実施した後、ロボットマニピュレータを第2の場所から第1の場所に輸送するように構成される。

20

【0039】

いくつかの実施形態では、本システムは、把持試行に関するデータを記憶するためのデータベースモジュールをさらに含む。

【0040】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、週末の間に物品を把持する。

30

【0041】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、夜間の期間の間に物品を把持する。

【0042】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータは、非繁忙期間の間に物品を把持する。
本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

ロボットの把持技術を査定する方法であって、前記方法は、
倉庫管理システムにコマンドを発行し、ロボットマニピュレータによって把持するための物品を回収するステップと、

前記ロボットマニピュレータに、少なくとも1つの命令を発行するステップであって、
前記命令は、実行されたとき、前記ロボットマニピュレータに前記回収された物品を把持するように試みさせる、ステップと、

40

少なくとも1つのセンサデバイスから、前記把持試行に関するデータを受信するステップと、

メモリ上に記憶される分析モジュール実行命令を使用して、受信データを分析し、前記ロボットマニピュレータが、前記物品を正常に把持したかどうかを決定するステップと
を含む、方法。

(項目2)

前記ロボットマニピュレータに、少なくとも1つの命令を発行するステップであって、
前記命令は、実行されたとき、前記分析モジュールが、前記ロボットマニピュレータが前

50

記物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、前記ロボットマニピュレータに前記回収された物品を把持するように試みさせる、ステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 3)

前記分析モジュールを使用して、前記ロボットマニピュレータに少なくとも第 2 の命令を発行するステップであって、前記第 2 の命令は、少なくとも部分的に受信センサデータに基づく是正措置を組み込む、ステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 4)

前記把持試行を実施するステップは、ロボットハンドデバイスを使用して前記把持試行を実施するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 5)

前記把持試行を実施するステップは、吸引デバイスを使用して前記把持試行を実施するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 6)

前記把持試行を実施するステップは、粘着性デバイスを使用して前記把持試行を実施するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 7)

前記把持試行に関する前記受信データは、重量データを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 8)

前記把持試行に関する前記受信データは、圧力データを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 9)

前記把持試行に関する前記受信データは、力データを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 10)

前記把持試行に関する前記受信データは、画像データを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 11)

前記倉庫管理システムは、前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記把持試行を実施することができるように、物品輸送デバイスを使用して、前記物品を第 1 の場所から第 2 の場所に輸送することによって、前記物品を回収する、項目 1 に記載の方法。

(項目 12)

前記ロボットマニピュレータが、前記第 2 の場所において前記把持試行を実施した後、前記物品輸送デバイスを使用して、前記物品を前記第 2 の場所から前記第 1 の場所に輸送するステップをさらに含む、項目 11 に記載の方法。

(項目 13)

前記第 1 の場所は、物品保管場所である、項目 11 に記載の方法。

(項目 14)

前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記把持試行を実施することができるように、マニピュレータ輸送デバイスを使用して、前記ロボットマニピュレータを第 1 の場所から第 2 の場所に輸送するステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 15)

前記ロボットマニピュレータが、前記第 2 の場所において前記把持試行を実施した後、前記マニピュレータ輸送デバイスを使用して、前記ロボットマニピュレータを前記第 2 の場所から前記第 1 の場所に輸送するステップをさらに含む、項目 14 に記載の方法。

(項目 16)

前記把持試行に関するデータをデータベースモジュールに記憶させるステップをさらに含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 17)

前記倉庫管理システムに前記コマンドを発行するステップは、週末の間に前記コマンドを発行するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 18)

前記倉庫管理システムに前記コマンドを発行するステップは、夜間の期間の間に前記コ

10

20

30

40

50

マンドを発行するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 1 9)

前記倉庫管理システムに前記コマンドを発行するステップは、非繁忙期間の間に前記コマンドを発行するステップを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 2 0)

ロボットの把持技術を査定するためのシステムであって、前記システムは、
物品を把持するためのロボットマニピュレータと、
物品を回収し、保管するための倉庫管理システムと、
分析モジュールであって、前記分析モジュールは、メモリ上に記憶される命令を実行することにより、

10

少なくとも 1 つのセンサデバイスから、前記ロボットマニピュレータによる第 1 の把持試行に関するデータを受信することと、

受信データを分析し、前記ロボットマニピュレータが、前記物品を正常に把持したかどうかを決定することと

を行う分析モジュールと

を備える、システム。

(項目 2 1)

前記ロボットマニピュレータは、前記分析モジュールが、前記ロボットマニピュレータが前記物品を正常に把持しなかったことを決定したことに応じて、第 2 の把持試行を実施するように構成される、項目 2 0 に記載のシステム。

20

(項目 2 2)

前記ロボットマニピュレータは、少なくとも部分的に受信センサデータに基づく是正措置を組み込む、第 2 の把持試行を実施するように構成される、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 3)

前記ロボットマニピュレータは、前記把持試行を実施するためのロボットハンドデバイスを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 4)

前記ロボットマニピュレータは、前記把持試行を実施するための吸引デバイスを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 5)

30

前記ロボットマニピュレータは、前記把持試行を実施するための粘着性デバイスを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 6)

前記受信データは、重量データを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 7)

前記受信データは、圧力データを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 8)

前記受信データは、力データを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 2 9)

前記受信データは、画像データを含む、項目 2 0 に記載のシステム。

40

(項目 3 0)

前記倉庫管理システムは、前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記第 1 の把持試行を実施することができるように、前記物品を第 1 の場所から第 2 の場所に輸送するように構成される、物品輸送デバイスを備える、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 3 1)

前記物品輸送デバイスはさらに、前記ロボットマニピュレータが、前記第 1 の把持試行を実施した後、前記物品を前記第 2 の場所から前記第 1 の場所に輸送するように構成される、項目 3 0 に記載のシステム。

(項目 3 2)

前記第 1 の場所は、物品保管場所である、項目 3 0 に記載のシステム。

50

(項目 3 3)

前記ロボットマニピュレータが、第 2 の場所において前記把持試行を実施することができるよう、前記ロボットマニピュレータを第 1 の場所から第 2 の場所に輸送するように構成される、マニピュレータ輸送デバイスをさらに備える、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 3 4)

前記マニピュレータ輸送デバイスはさらに、前記ロボットマニピュレータが、前記把持試行を実施した後、前記ロボットマニピュレータを前記第 2 の場所から前記第 1 の場所に輸送するように構成される、項目 3 3 に記載のシステム。

(項目 3 5)

前記把持試行に関するデータを記憶するためのデータベースモジュールをさらに備える、項目 2 0 に記載のシステム。

10

(項目 3 6)

前記ロボットマニピュレータは、週末の間に前記物品を把持する、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 3 7)

前記ロボットマニピュレータは、夜間の期間の間に前記物品を把持する、項目 2 0 に記載のシステム。

(項目 3 8)

前記ロボットマニピュレータは、非繁忙期間の間に前記物品を把持する、項目 2 0 に記載のシステム。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 3 】

本発明の非限定的および非包括的な実施形態が、以下の図を参照して説明され、同様の参照番号は、別様に規定されない限り、種々の図面全体を通して同様の部分を指す。

【 0 0 4 4 】

【図 1】図 1 は、1 つの実施形態による、ロボットマニピュレータの写真を提供する。

【図 2】図 2 は、1 つの実施形態による、ロボットの把持技術を査定するためのシステムを図示する。

【図 3】図 3 は、1 つの実施形態による、ロボットマニピュレータを図示する。

【図 4】図 4 は、別の実施形態による、ロボットマニピュレータを図示する。

30

【図 5】図 5 は、1 つの実施形態による、グズトゥピッカーワークフローのフローチャートを描写する。

【図 6】図 6 は、1 つの実施形態による、ピッカートゥグズワークフローのフローチャートを描写する。

【図 7】図 7 は、1 つの実施形態による、把持試験ワークフローのフローチャートを描写する。

【図 8】図 8 は、1 つの実施形態による、パラメータ最適化手順のフローチャートを描写する。

【図 9】図 9 は、1 つの実施形態による、ロボットの把持技術を査定する方法のフローチャートを描写する。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 5 】

種々の実態が、その一部を形成し、そして具体的な例示の実施形態を示す、添付図面を参照して、以下により完全に説明される。しかしながら、本開示の概念は、多くの異なる形態で実装されてもよく、本明細書に述べられる実施形態に限定されるように解釈されるべきではなく、むしろ、これらの実施形態は、徹底的かつ完全な開示の一部として開示され、当業者に本開示の概念、技術、および実装の範囲を完全に伝達する。実施形態は、方法、システム、またはデバイスとして実践されてもよい。故に、実施形態は、ハードウェア実装、完全なソフトウェア実装、またはソフトウェアおよびハードウェア側面を組み合わせる実装の形態を呈してもよい。したがって、以下の詳細説明は、限定する意味として理

50

解されないものとする。

【 0 0 4 6 】

本明細書における「 1 つの実施形態」または「ある実施形態」という言及は、実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造、または特性が、本開示による、少なくとも 1 つの例示的実装または技術内に含まれることを意味する。本明細書の種々の位置での「 1 つの実施形態では」の出現は、必ずしも全て同一の実施形態を指すわけではない。

【 0 0 4 7 】

後に続く説明のいくつかの部分は、コンピュータメモリ内に記憶される非一過性信号上の動作の象徴的表現の観点からもたらされる。これらの説明および表現は、データ処理分野における当業者によって使用され、その研究の内容を他の当業者に最も効率的に伝達する。そのような動作は、典型的には、物理量の物理的操作を要求する。通常、必ずしもというわけではないが、これらの量は、記憶、転送、組み合わせ、比較、そして別様に操作されることが可能である、電気、磁気、または光学信号の形態を呈する。主として、一般的な使用の理由のために、これらの信号を、ビット、値、要素、記号、文字、項、数、または同等物と称することは、時として、便宜的である。さらに、物理量の物理的操作を要求するステップのある配列を、モジュールまたはコードデバイスと称することもまた、時として、一般性を失うことなく、便宜的である。

【 0 0 4 8 】

しかしながら、これらおよび同様の用語は全て、適切な物理量と関連付けられるべきであり、これらの量に適用される単なる便宜的な標識にすぎない。具体的に、以下の議論から明白なものとして別様に述べられない限り、説明全体を通して、「処理する」または「算出する」または「計算する」または「決定する」または「表示する」または同等物等の用語を利用する議論は、コンピュータシステムメモリまたはレジスタ、または他のそのような情報記憶、伝送、または表示デバイス内に物理（電子）量として表されるデータを操作および変換させる、コンピュータシステムまたは同様の電子コンピューティングデバイスの作用およびプロセスを指す。本開示の一部は、ソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェア内に具現化され得、そしてソフトウェア内に具現化されるとき、ダウンロードされ、種々のオペレーティングシステムによって使用される異なるプラットフォーム上に常駐し、そしてそれから動作され得る、プロセスと、命令とを含む。

【 0 0 4 9 】

本開示はまた、本明細書の処理を実施するための装置に関する。この装置は、要求される目的のために特別に構成されてもよい、または選択的にアクティブ化された、またはコンピュータ内に記憶されたコンピュータプログラムによって再構成された汎用コンピュータを備えてもよい。そのようなコンピュータプログラムは、限定ではないが、フロッピー（登録商標）ディスク、光学ディスク、CD-ROM、光磁気ディスク、読取専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、EPROM、EEPROM、磁気または光学カード、特定用途向け集積回路（ASIC）を含む任意のタイプのディスク、または電子命令を記憶するために好適な任意のタイプの媒体であって、それぞれが、コンピュータシステムバスに結合され得る媒体等の、コンピュータ可読記憶媒体内に記憶されてもよい。さらに、本明細書に言及されるコンピュータは、単一のプロセッサを含んでもよい、または増加する計算能力のために複数のプロセッサ設計を採用するアーキテクチャであってもよい。

【 0 0 5 0 】

本明細書に提供されるプロセスおよびディスプレイは、本質的に、いかなる特定のコンピュータまたは他の装置とも関連しない。種々の汎用システムが、本明細書の教示によるプログラムと併用されてもよい、またはより特殊な装置を構築し、1 つ以上の方法ステップを実施することが、便宜的であることが証明され得る。種々のこれらのシステムのための構造が、以下の説明において議論される。加えて、本開示の技術および実装を達成するために十分である、任意の特定のプログラミング言語が、使用されてもよい。種々のプログラミング言語が、本明細書に議論されるように、本開示を実装するために使用されてもよ

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 5 1 】

加えて、本明細書に使用される言語は、主として、可読性および指導的目的のために選択されており、開示される主題を境界または範囲を定めるために選択されてはいない場合がある。故に、本開示は、本明細書に議論される概念の範囲を例証しているものであり、そしてそれを限定するものではないことが意図される。

【 0 0 5 2 】

本明細書に説明される種々の実施形態は、ロボットの把持技術を査定するためのシステム、方法、およびデバイスに関する。これらのロボットマニピュレータは、倉庫設備等の設備内に位置してもよく、設備内の物品を把持する、移動させる、または別様にそれと相互作用することに関連する、種々の仕事を割り当てられてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

本明細書に説明される種々の実施形態の特徴が、使用され、受信センサデータを分析することによってロボットの把持技術を査定し、ロボットマニピュレータが物品を正常に把持したかどうかを決定してもよい。これは、ロボットマニピュレータによって実装される種々の技術を改良し、それらの処理能力を拡張させることに役立ち得る。

【 0 0 5 4 】

倉庫設備の文脈において説明されているが、本明細書に説明される種々の実施形態の特徴は、任意の他のタイプの環境内に実装される、および／または物品が、把持、操作、または別様に種々の場所におよび／またはそこから移動される必要がある、任意の他のタイプの用途のために使用されてもよい。種々の実施形態の特徴は、例えば、小売業環境、建設環境、および政府または軍事用活動において実装されてもよい。

20

【 0 0 5 5 】

本明細書に説明されるロボットマニピュレータは、物品を把持、ピッキング、操作、移動、または別様にそれと相互作用するために使用される任意の種類のロボットデバイスを指してもよい。いくつかの実施形態では、これらのロボットマニピュレータは、1つ以上の（例えば、空気圧式または油圧式の）アクチュエータによって制御される一連のアームデバイス、および／または物品を把持するためのエンドエフェクタデバイスを伴って動作可能に構成される、伸縮自在な区分を含んでもよい。例えば、図1は、アームデバイス104と、エンドエフェクタ106とを伴うロボットマニピュレータ102の写真100を示す。この実施形態では、エンドエフェクタ106は、ハンドデバイスとして構成されてもよい。また、物品およびロボットマニピュレータ102の周囲の環境に関する画像データを収集するためのセンサデバイス108が、図1に示される。

30

【 0 0 5 6 】

ロボットマニピュレータは、インフラストラクチャ管理システムとインターフェース接続し、物品を回収し、把持試行を行ってもよい。例えば、ロボットマニピュレータが、訓練用の特定の物品に関する要求を伝送し、インフラストラクチャ管理システムが、それを受信してもよい。インフラストラクチャ管理システムは、要求された物品をマニピュレータに送達することによって、要求に応答してもよい。ロボットマニピュレータは、次いで、要求された物品に対して1つ以上の把持試行を実施してもよい。物品は、次いで、マニピュレータが把持試行を実行した後、その送達場所またはインフラストラクチャ管理システムに戻されてもよい。したがって、この方法は、把持される物品を選択し、インフラストラクチャ管理システムとインターフェース接続し、把持試行を実施し、そして把持試行結果を分析し、それを活用するための種々の方法を提供する。

40

【 0 0 5 7 】

図2は、1つの実施形態による、ロボットの把持技術の査定を訓練するためのシステム200を図示する。システム200は、1つ以上のネットワーク208を経由してロボットマニピュレータ204およびインフラストラクチャ管理システム206と通信する、ピッキング協調システム202を含んでもよい。

【 0 0 5 8 】

50

ネットワーク 208 は、種々のタイプのネットワーク接続を用いて種々のデバイスと連結してもよい。ネットワーク 208 は、インターネット、イントラネット、パーソナルエリアネットワーク (PAN)、ローカルエリアネットワーク (LAN)、広域ネットワーク (WAN)、メトロポリタンエリアネットワーク (MAN)、ストレージエリアネットワーク (SAN)、フレームリレー接続、高度インテリジェントネットワーク (AIN) 接続、同期光通信網 (SONET) 接続、デジタル T1、T3、E1、または E3 ライン、デジタルデータサービス (DDS) 接続、デジタル加入者回線 (DSL) 接続、イーサネット (登録商標) 接続、総合デジタル通信網 (ISDN) ライン、V.90、V.34、または V.34bis アナログモデム接続等の電話回線ポート、ケーブルモデム、非同期転送モード (ATM) 接続、光ファイバ分散データインタフェース (FDDI) 接続、銅線分散データインタフェース (CDDI) 接続、または光/DWDM ネットワークのうちの任意の 1 つ以上のものから成ってもよい、またはそれにインターフェース接続してもよい。

10

【0059】

ネットワーク 208 はまた、ワイヤレスアプリケーションプロトコル (WAP) リンク、Wi-Fi リンク、マイクロ波中継装置、汎用パケット無線サービス (GPRS) リンク、グローバルシステムフォーモバイルコミュニケーション G (SM) リンク、符号分割多元接続 (CDMA) リンク、または携帯電話チャネル、全地球測位システム (GPS) リンク、セルラーデジタルパケットデータ (CDPD) リンク、リサーチインモーション社 (RIM) デュプレックスページングタイプデバイス、Bluetooth (登録商標) 無線リンク、または IEEE 802.11 系リンク等の、時分割多元接続 (TDMA) リンクのうちの任意の 1 つ以上のものから成る、それを含む、またはそれとインターフェース接続してもよい。

20

【0060】

ピッキング協調システム 202 は、複数のロボットマニピュレータ 204 を監視、命令、監督、および/または維持する、(例えば、クラウド系の) ネットワーク化されたシステムとして作用してもよい。ピッキング協調システム 202 は、適切なときに、任意のソフトウェア更新を提供してもよく、例えば、システム 200 の種々の構成要素の機能を同様に監視してもよい。ピッキング協調システム 202 はまた、把持データおよびセンサデータを収集してもよく、収集データを分析し、ロボットマニピュレータ 204 の将来の性能を改良してもよい。

30

【0061】

ロボットマニピュレータ 204 は、図 1 のロボットマニピュレータ 102 と同様であってもよい。ロボットマニピュレータ 204 は、1 つ以上のアームデバイス 210 と、1 つ以上のエンドエフェクタ 212 と、プロセッサ 214 と、メモリ 216 と、センサデバイス 218 と、輸送デバイス 220 と、インターフェース 222 とを伴って構成されるように示される。

【0062】

アームデバイス 210 は、エンドエフェクタ 212 を位置付け、物品を把持してもよい。アームデバイス 210 は、(例えば、油圧式または空気圧式の) アクチュエータまたは伸縮自在な区分等の、1 つ以上の機械的または電氣的にアクティブ化された部分を含んでもよい。これらの実施形態では、ロボットマニピュレータ 204 は、任意の要求されるリザーバ、弁、ポンプ、アクチュエータ、または同等物を伴って構成されてもよい。

40

【0063】

1 つ以上のエンドエフェクタ 212 は、アームデバイス 210 に動作可能に取り付けられてもよい。いくつかの実施形態では、図 1 の写真 100 におけるもののよう、エンドエフェクタ 212 は、物品を把持する、または別様にそれと相互作用するための複数の「フィンガ」部分を伴うハンドデバイスとして構成されてもよい。

【0064】

他の実施形態では、エンドエフェクタ 212 は、吸引デバイスとして構成されてもよい。

50

これらの実施形態では、吸引デバイスは、要求される管、ポンプ、または同等物を伴って動作可能に接続され、物品を把持するために要求される吸引力を作成してもよい。

【 0 0 6 5 】

他の実施形態では、エンドエフェクタ 2 1 2 は、1 つ以上の磁気デバイスとして構成されてもよい。これらの実施形態では、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、任意の要求されるソレノイドまたは電気機器を伴って構成され、物品を把持するために要求される磁力を生成してもよい。これらの実施形態は、当然ながら、その磁気を帯びている物品の用途に好適である。

【 0 0 6 6 】

さらに他の実施形態では、エンドエフェクタ 2 1 2 は、粘着性物質または材料を伴って構成されてもよい。例えば、エンドエフェクタ 2 1 2 は、物品を把持するための面ファスナを伴って構成されてもよい。

【 0 0 6 7 】

上記の構成は、例示的にすぎない。他のタイプのエンドエフェクタおよび構成は、現在利用可能であるか、またはその後発明されるかどうかにかかわらず、本明細書に説明される種々の実施形態の特徴が遂行され得る限り、使用されてもよい。

【 0 0 6 8 】

プロセッサ 2 1 4 は、メモリ 2 1 6 上に記憶される命令を実施し、ロボットマニピュレータ 2 0 4 を制御し、1 つ以上の把持試行を実施することが可能である、任意のハードウェアデバイスであってもよい。プロセッサ 2 1 4 は、マイクロプロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (F P G A)、特定用途向け集積回路 (A S I C)、または他の同様のデバイスであってもよい。いくつかの実施形態では、1 つ以上の A S I C に依拠するもの等、部分的に、ソフトウェアを介して提供されているものとして説明される機能性が、代わりに、A S I C の設計の中に構成され得、したがって、関連付けられるソフトウェアが、省略され得る。

【 0 0 6 9 】

メモリ 2 1 6 は、L 1、L 2、L 3 キャッシュ、R A M メモリ、またはハードディスク構成であってもよい。メモリ 1 1 2 は、前述で議論されたように、フラッシュメモリ、E P R O M、E E P R O M、R O M、および P R O M 等の不揮発性メモリ、またはスタティックまたはダイナミック R A M 等の揮発性メモリを含んでもよい。メモリ 2 1 6 の厳密な構成 / タイプは、当然ながら、少なくとも把持試行を実施するための命令が、プロセッサ 2 1 4 によって実行され得る限り変動し得る。

【 0 0 7 0 】

ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、1 つ以上のセンサデバイス 2 1 8 を伴って構成され、少なくとも、その中に位置する物品を含むロボットマニピュレータの環境、および把持試行の結果、すなわち、把持試行が成功したか、またはそうでなかったかどうかに関するデータを採集してもよい。

【 0 0 7 1 】

このセンサデータは、把持されるべき物品の場所、物品の配向 (例えば、物品が横倒しの状態であるかどうか等)、物品の形状、物品のサイズに関するデータ、または把持試行の実行に役立ち得る他のデータを含んでもよい。センサデバイス 2 1 8 はまた、把持試行が成功したかどうかの決定に役立つデータを採集してもよい。

【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態では、センサデバイス 2 1 8 は、立体カメラまたは電荷結合素子カメラ等の 1 つ以上のカメラを含んでもよい。他の実施形態では、センサデバイス 2 1 8 は、ロボットマニピュレータ 2 0 4 および物品に対して動作可能に位置付けられたライダカメラデバイスを含んでもよい。他の実施形態では、センサデバイス 2 1 8 は、赤外線またはソナー撮像デバイスを含んでもよい。ロボットマニピュレータ 2 0 4 (すなわち、プロセッサ 2 1 4) はまた、任意の要求されるコンピュータビジョンまたは他の画像処理ツールを含む、または別様にそれを実行してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

画像採集デバイスに加え、またはその代わりに、センサデバイス 2 1 8 が、圧力または圧電性センサデバイス、または適切に位置付けられた測量計を含んでもよい。これらのタイプのセンサデバイス 2 1 8 は、（例えば、エンドエフェクタデバイス 2 1 2 を伴う）ロボットマニピュレータ 2 0 4 の一部として実装され、物品によってもたらされる任意の力を測定してもよい。例えば、エンドエフェクタ 2 1 2 が、物品を把持し、物品を手放さないでいる場合、エンドエフェクタ 2 1 2 を伴って構成された任意の圧電性センサ上の力は、エンドエフェクタ 2 1 2 が物品を把持し、そして保持していることを示すレベルまで増加し得る。そのような力が検出されない場合、エンドエフェクタ 2 1 2 が、特定の把持方略を実行することによって、物品を把持しなかった、または保持していないと結論付けられてもよい。

10

【 0 0 7 4 】

輸送デバイス 2 2 0 が、ロボットマニピュレータ 2 0 4 が環境内の種々の場所に、そしてそこから移動することを可能にしてもよい。例えば、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、それが異なる場所から物品を採集するための倉庫内で進行することを可能にする、複数の車輪およびモータを含んでもよい。例えば、図 3 は、倉庫等の環境内のロボットマニピュレータ 3 0 2 の写真 3 0 0 を描写する。ロボットマニピュレータ 3 0 2 はまた、輸送デバイス 3 0 4 を伴って構成されるように図示される。輸送デバイス 3 0 4 は、ロボットマニピュレータ 3 0 2 が、環境の至るところに進行し、種々の場所において把持試行を実行することを可能にする。

20

【 0 0 7 5 】

インターフェース 2 2 2 は、ロボットマニピュレータ 2 0 4 がピッキング協調システム 2 0 2 およびインフラストラクチャ管理システム 2 0 6 とインターフェース接続することを可能にしてもよい。このように、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、他のシステム構成要素と命令を交換し、そして把持試行に関するデータを提供することができる。

【 0 0 7 6 】

インフラストラクチャ管理システム 2 0 6 は、種々の実施形態による、ロボットマニピュレータ 2 0 4 の訓練に関する種々のサブシステムを含む、または別様にそれを実行してもよい。これらのサブシステムは、自動倉庫システム（A S R S）2 2 4 と、倉庫制御ソフトウェア 2 2 6 と、倉庫管理システム（W M S）2 2 8 と、管理ソフトウェア自動化システム（W S A S）2 3 0 とを含んでもよい。

30

【 0 0 7 7 】

A S R S 2 2 4 は、概して、物品が装填または装填解除され得るステーション間に存在するシャトルまたはコンベヤに依拠する物品を移動させるための自動化システムであってもよい。そのようなシステムは、概して、保管ラック、およびラックの中に、そしてそこから外に容器を移動させるシャトルカートを伴うガントリのセットから成ってもよい。

【 0 0 7 8 】

物品にアクセスするために、システム 2 0 0 は、割り当てられた保管場所からそれを回収し、相互作用場所に移動させる。相互作用場所は、物品が、箱、容器、棚等からピッキング/把持されることができる場所であってもよい。

40

【 0 0 7 9 】

W C S 2 2 6 は、インターフェースを介して、これらのステーションを制御し得、そして A S R S システム 2 2 4 にコマンドし、後の回収のために物品を保管し、かつ/または倉庫から物品を回収することができる。インターフェースは、一連の論理回線、シリアルポート、パラレルポート、または C A N、イーサネット（登録商標）、M o d b u s、または同等物等のネットワークアーキテクチャであってもよい。加えて、ある物品に特有の識別情報が、このインターフェースを経由して送信され、A S R S 2 2 4 に、具体的な物品をステーションに送出させる、または倉庫に物品を送出させることができる。

【 0 0 8 0 】

W C S 2 2 6 は、より下位レベルの作業を制御するソフトウェアを含む、または別様にそ

50

れを実行してもよい。これらの作業は、WMS 228 からコマンドを受信するステップと、それを他のシステム構成要素のための実行可能な制御信号に変換するステップとを含んでもよい。例えば、WCS 226 は、どのコンベヤを作動させるか、シャトルをどこに送出して容器を回収し、信号伝達してインターフェースライトをアクティブ化させるか、または同等の内容等のコマンドを発行してもよい。

【0081】

WMS 228 は、在庫および倉庫リソースを管理するソフトウェアシステムを含んでもよい。これは、概して、受注を処理するステップ、補充を追跡およびトリガするステップ、在庫を相互作用ポイントに輸送するステップ、または同等のステップを含んでもよい。

【0082】

WSAS 230 は、倉庫業務を管理するために使用される、ハードウェアおよびソフトウェアを含む、または別様にソフトウェアを実行してもよい。これらは、WCS 226、WMS 228、および他の自動化ハードウェアを含んでもよい。

【0083】

いくつかの実施形態では、ピッキング協調システム 202 は、システム 200 の動作を制御し、そして試験手順を開始 / 停止させてもよい。しかしながら、他の実施形態では、倉庫従業員等のオペレータが、システム 200 の種々の構成要素の動作を制御してもよい。オペレータは、例えば、ネットワーク化コンピュータまたはクラウド系サービスを使用して、コマンドを発行してもよい。

【0084】

試験（すなわち、訓練）手順は、活動休止期間の間に生じてもよい。例えば、倉庫環境は、1 日または 1 週間のある部分の間に能動的な商品物流業務のために使用されてもよい。他の期間の間には、倉庫は、その際に発生している物流業務が存在しない、活動休止状態になり得る。

【0085】

この活動休止の期間の間に、ピッキング協調システム 202 が、具体的な物品に対する要求をインフラストラクチャ管理システム 204 に送信してもよい。具体的には、これらの要求が、ASRS 224 および WMS 228 に通信されてもよい。

【0086】

ロボットマニピュレータ 204 によって試験されるべき物品または物品のタイプに影響を及ぼし得る、いくつかの基準またはファクターが存在し得る。ピッキング協調システム 202 は、例えば、平均より高い把持エラー率を有する物品を選択し得る。または、ピッキング協調システム 202 は、所定の期間内に試験されていない物品を選択し得る。個別に、または組み合わせられて考慮される、試験のために選択される物品または物品のタイプに影響を及ぼし得るいくつかの異なるファクターが、存在し得る。いくつかの実施形態では、当然ながら、物品は、注文を満足させるために選択されてもよい。

【0087】

本要求が、WMS 228 に通信され得る。WMS 228 は、次いで、適切なコマンドを ASRS 224 に送信し、次いで、容器または他のタイプの物品容器を相互作用ポイントに移動させてもよい。

【0088】

本願の文脈では、「相互作用ポイント」は、ロボットマニピュレータ 204 が把持試行を実行する場所を指す。「グズトゥピッカー」ワークフローでは、物品は、第 1 の場所（倉庫等）からロボットマニピュレータ 204 の相互作用ポイントに移動され得る。

【0089】

例えば、図 4 は、物品の箱 402 が、コンベヤベルトの輸送システム 406 を介してロボットマニピュレータ 404 にもたらされる、相互作用ポイント 400 を図示する。いったん物品が相互作用ポイント 400 にもたらされると、ロボットマニピュレータ 404 が、把持試行を実行し、それらを発送のためまたはさらなる保管のための容器 408 の中に設置し得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

前述で議論されたように、ロボットマニピュレータ 2 0 4 はまた、相互作用ポイントに進
行し、物品を把持してもよい。そのために、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、図 3 に示
されるもの等の輸送デバイス 2 2 0 を伴って構成されてもよい。

【 0 0 9 1 】

いったんロボットマニピュレータ 2 0 4 および把持されるべき物品が、相互作用ポイント
にもたらされると、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、把持方略に従って、1 回以上の把
持試行を実施してもよい。ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、いくつかの把持試行を実施
し、特定の把持方略の有効性を決定してもよい。

【 0 0 9 2 】

本願の文脈では「把持方略」は、ロボットマニピュレータ 2 0 4 が把持試行を実行する方
法を定義する、ステップ、移動、印加力、アプローチ、および他の特性を指す。これらの
作用はまた、感知作用、信号処理作用、計画、実行、確認およびこれらの作用の全てのパ
ラメータを含み得る。

【 0 0 9 3 】

図 2 に戻って参照すると、ピッキング協調システム 2 0 2 は、メモリ 2 3 4 上に記憶され
る命令を実行し、分析モジュール 2 3 6 を提供するプロセッサ 2 3 2 を伴って構成されて
もよい。ピッキング協調システム 2 0 2 のプロセッサ 2 3 2 は、上記に説明されたロボッ
トマニピュレータ 2 0 4 のプロセッサ 2 1 4 と同様に構成されてもよい。

【 0 0 9 4 】

プロセッサ 2 3 2 は、メモリ 2 3 4 上に記憶される命令を実行し、分析モジュール 2 3 6
を提供し、ロボットマニピュレータ 2 0 4 によって実行されるべき把持方略を生成しても
よい。例えば、分析モジュール 2 3 6 は、アームデバイス 2 1 0 およびエンドエフェクタ
2 1 2 が物品に接近すべき方法、エンドエフェクタ 2 1 2 が開くべきその「手」の幅、画
像が処理されるべき方法、物品を把持するためにエンドエフェクタ 2 1 2 によって生成さ
れるべき力の量等の把持方略の種々のパラメータを定義し得る。生成された把持方略を定
義するパラメータおよび命令は、次いで、実行のためにロボットマニピュレータ 2 0 4 に
通信されてもよい。

【 0 0 9 5 】

システム 2 0 0、すなわち、ピッキング協調システム 2 0 2 は、いくつかの基準を使用し
、把持試行を実施する時期を決定することができる。それは、オペレータから明示的なコ
マンドを受信し、把持試行の実行を開始 / 停止することができ、かつ / または夜間または
他の活動休止期間の間等の、設定可能な時間窓を使用することができる。それはまた、他
の基準の中でも、休止期間の間、または WMS 2 2 8 から在庫の最新情報を受信するとき
等の、局所的な評価された基準を使用することができる。ロボットマニピュレータ 2 0 4
はまた、注文を満足させるために必要であるように、把持試行を実施してもよい。

【 0 0 9 6 】

同様に、システム 2 0 0 は、ASRS 2 2 4 または WMS 2 2 8 からの具体的な割込信号
等の種々の基準に基づいて、任意の試験、把持試行、およびデータ採集手順を中止するこ
とができる。システム 2 0 0 は、次いで、元の物流ピッキング動作の実施に戻ってもよい
。システム 2 0 0 はまた、日和見的に動作し、着目物品が、注文を満足させるためにシス
テム 2 0 0 にもたらされたときに、それを試験してもよい。

【 0 0 9 7 】

プロセスの試験を実行するために、ピッキング協調システム 2 0 2 は、ASRS 2 2 4 に
通信し、採集されるべき物品を示し得る。システム 2 0 2 はまた、把持能力試験プロセス
内で使用される、いくつかの異なる配列の容器を通信してもよい。これは、物品をピッキ
ングするための宛先と同一の容器または別の容器を回収するステップを含み得る。

【 0 0 9 8 】

加えて、または代替として、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、データ採集プロセス全体
を通して、相互作用ポイントにおいて同一の容器を確保することができる。物品が、次い

10

20

30

40

50

で、ピッキングされ得、把持の成功および／または安定性が、決定され得、物品が、同一の容器に戻され得る。これは、物品を在庫に戻すプロセスを単純化させるため、有利である。

【 0 0 9 9 】

図 5 は、1つの実施形態による、グズトゥピッカーワークフローのフローチャート 5 0 0 を図示する。この実施形態では、ピッキング協調システム 2 0 2 は、倉庫ソフトウェア自動化システム 2 3 2 に 1 つ以上の物品要求を発行し得る。具体的には、任意の要求が、商品注文をも受信し得る、適切な倉庫ソフトウェア 5 0 2 によって受信され得る。

【 0 1 0 0 】

本要求は、倉庫内の物品の場所を示してもよい。加えて、または代替として、倉庫ソフトウェア 5 0 2 は、図 2 のデータベースモジュール 2 3 8 を検索し、要求された物品の場所を習得してもよい。任意の適切なグズトゥピッカー自動化システム 5 0 4 が、次いで、要求された物品を第 1 の場所（例えば、倉庫）から第 2 の場所（例えば、相互作用ポイント）のロボットマニピュレータ 2 0 4 に輸送してもよい。この実施形態では、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、定常状態のピッカーロボットである。

10

【 0 1 0 1 】

ピッキング協調システム 2 0 2 は、任意の時間に、ロボットマニピュレータ 2 0 4 に把持方略を通信し得る。いったん物品がロボットマニピュレータ 2 0 4 にもたらされると、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、方略を実行することができる。

【 0 1 0 2 】

図 6 は、ピッカートゥグズワークフローのフローチャート 6 0 0 を図示する。この実施形態では、ピッキング協調システム 2 0 2 は、倉庫ソフトウェア自動化システム 2 3 2 に 1 つ以上の物品要求を発行し得る。具体的には、任意の要求が、商品注文をも受信し得る、適切な倉庫ソフトウェア 6 0 2 によって受信され得る。

20

【 0 1 0 3 】

本要求は、倉庫内の物品の場所を示してもよい。加えて、または代替として、倉庫ソフトウェア 6 0 2 は、図 2 のデータベースモジュール 2 3 8 を検索し、要求された物品の場所を習得してもよい。ピッカートゥグズスケジューラ 6 0 4 が、次いで、ロボットマニピュレータに命令し、物品に進行させてもよい。図 2 におけるように、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、輸送デバイスを伴って構成され、ロボットマニピュレータ 2 0 4 を第 1 の場所から物品を保管する第 2 の場所（例えば、相互作用ポイント）に輸送してもよい。

30

【 0 1 0 4 】

ピッキング協調システム 2 0 2 は、任意の時間に、ロボットマニピュレータ 2 0 4 にピッキング方略を通信し得る。ロボットマニピュレータ 2 0 4（この実施形態では、モバイルピッカーロボットである）は、いったん物品に進行すると、把持試行を実施することができる。

【 0 1 0 5 】

物品が、固定状態または可動状態のいずれか一方でロボットマニピュレータ 2 0 4 に手動でもたらされ得ることに留意されたい。オペレータは、ピッキング／試験されるべき複数の容器または物品容器をマニピュレータ 2 0 4 に提供することができる、またはオペレータは、マニピュレータ 2 0 4 を棚、容器のラック、または同様に、保管手段上の複数の場所に指向させることができる。

40

【 0 1 0 6 】

把持されるべき物品の選択は、ピッキング協調システム 2 0 2、ロボットマニピュレータ 2 0 4、倉庫ソフトウェア自動化システム 2 3 0、または人間のオペレータによって成されることができる。ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、把持試行の一部として、物品を元の容器に戻す、または新たな容器に移送してもよい。オペレータは、ロボットマニピュレータ 2 0 4 に物品に関する情報を通信し得る、またはしない場合があり、採集データは、ピッキング協調システム 2 0 2 および／またはインフラストラクチャ管理システム 2 0 6 に手動または自動的に転送され得る。このデータは、次いで、任意の好適なデータベース

50

、またはクラウド系ピッキング協調システム 2 0 2 と統合され、将来のピッキング動作を改良し得る。

【 0 1 0 7 】

ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、次いで、任意の数の物品に対して把持試行を実施し得る。概して、実行は、ロボットマニピュレータが、容器内の物品を撮像するステップと、任意の要求される感知、信号伝達、または画像処理を実施し、把持されるべき 1 つ以上の物品を定義するステップと、1 つ以上のパラメータに従って物品を把持するよう試みるステップと、把持試行を評価する（例えば、物品が正常に持ち上げられたかどうかを決定する）ステップと、そして随意に、エンドエフェクタ 2 1 2 および物品を振動させ、外乱下での安定性を決定するステップを伴う。

10

【 0 1 0 8 】

いくつかの実施形態では、把持方略は、把持プロセスの部分的な実行を伴うのみであり得る。例えば、いくつかの把持方略は、プロセスの一部の撮像を要求し、選択されるセンサデバイス 2 1 8 を用いて、具体的な物品が、良好に撮像され得る程度を明らかにするのみであり得る。これらの部分的な把持方略はまた、信号および / または画像処理ステップ、および把持計画側面を含み、対応する構成要素が良好に実施し得る程度を査定し得る。

【 0 1 0 9 】

いくつかの実施形態では、把持方略は、物品を把持するステップを伴い得るが、それを持ち上げるステップは伴わない場合がある。これは、触覚センサ信号に関する役立つ情報を提供し得る。他の実施形態では、把持方略はまた、物品を持ち上げるステップを伴い得る。物品が持ち上げられたかどうかを決定するために、エンドエフェクタが撮像され、物品が正常に持ち上げられたかどうかを判断し得る。

20

【 0 1 1 0 】

加えて、または代替として、エンドエフェクタ 2 1 2 またはアームデバイス 2 1 0 を伴って構成される、任意のセンサデバイス 2 1 8 が、物品重量を検出することができる。同様に、物品が、この目的のために提供される測量計上に設置され得る。または、出発地または目的地の容器の下に、またはそれにわたって位置するセンサデバイスであって、物品が該容器の上から除去されたかまたは該容器に設置されたかを検出するためのセンサデバイスが、存在してもよい。

【 0 1 1 1 】

いくつかの実施形態では、ロボットマニピュレータ 2 0 4 は、物品の非把持能力調査を実施するように構成されてもよい。本願の文脈では、「非把持能力調査」は、把持する意図のない、物品に接触する作用を指し得る。非把持能力調査は、物品に関する付加的な見解の生成または物品較正および / または物体剛度または材料の確認に有用であり得る。

30

【 0 1 1 2 】

いくつかの実施形態では、把持方略は、容器内の物品を「攪拌」する、または容器を傾斜させるステップを伴い、物品が相互に、そして容器壁と相互作用する方法を決定し得る。また、センサデバイス 2 1 8 を使用した、バーコードまたは他の標識の検出および位置特定は、標的物品の移動に関する情報を提供することができる。

【 0 1 1 3 】

ロボットマニピュレータ 2 0 4 およびそのセンサデバイス 2 1 8 が、試験の間に種々のデータを採集し得る。このデータは、試行が成功したかどうか等の、物品および把持試行に関する画像データを含んでもよい。この画像データは、モノクロ、カラー、ハイパースペクトル、深度 / 点群、および他のタイプのデータ、およびその組み合わせを含み得る。採集される画像データのタイプは、当然ながら、センサデバイス 2 1 8 のタイプおよび構成に応じて変動し得る。

40

【 0 1 1 4 】

加速度計、ジョイントエンコーダ、および電位差計等のセンサデバイスが、アームデバイス 2 1 0 および輸送デバイス 2 2 0 の空間位置および運動に関するデータを採集し得る。ロボットマニピュレータ 2 0 4 内に位置する、または別様にそれを伴って構成される、力

50

トルクセンサまたは触覚センサ等のセンサデバイスは、印加力および物品質量に関するデータを採集し得る。

【 0 1 1 5 】

加えて、システム 2 0 0 は、物品の幾何学形状情報を採集するために、ロボットマニピュレータ 2 0 4 を伴って構成されるかまたはその外部にあるスキャナを含み得る。これらのスキャナは、三角測量方式、立体撮像、または同等物に基づいて動作してもよい。これらのスキャナまたは他のタイプのセンサデバイス 2 1 8 は、把持成功率および把持安定性の推定のために使用されるデータに関するデータを採集してもよい。

【 0 1 1 6 】

把持試行の結果として収集されるデータは、データベースモジュール 2 3 8 内で記憶され、ピッキング協調システム 2 0 2 およびインフラストラクチャ管理システム 2 0 6 に通信されてもよい。分析モジュール 2 3 6 はさらに、このデータを処理し、ロボットマニピュレータ 2 0 4 の予期される将来の性能を特徴付けてもよい。例えば、このデータは、特定の把持方略を前提とした、特定の物品に関するピッキング時間、エラー率、または同等物に関する見識を提供し得る。

10

【 0 1 1 7 】

このデータは、オペレータまたは他の関係者に通信され、オペレータに把持の失敗およびそのような失敗の理由を通知し得る。この情報は、次いで、性能を改良するために役立ち得る。例えば、比較的に高いエラー率を伴う物品または把持方略は、より多くの場合、将来の試験のために選択され、将来の把持方略またはそのパラメータは、性能を改良しようとして改変され得る。変更され得るパラメータは、例えば、ビジョンセグメント化、モデル構築、把持する場所の選択 / 計画、把持制御、または同等物を含み得る。

20

【 0 1 1 8 】

図 7 は、試験の間のデータの流れを示す、フローチャート 7 0 0 を描写する。具体的には、図 7 は、物品選択およびデータ採集の間に、1 つ以上の最適化アルゴリズムが、分析モジュール 2 3 6 によって実行され、把持方略のパラメータを最適化し得ることを示す。

【 0 1 1 9 】

ステップ 7 0 2 では、ピッキング協調システム 2 0 2 が、データベースモジュール 2 3 8 内に記憶される統計値に基づいて、試験のための 1 つ以上の物品を選択する。図 7 では、ピッキング協調システム 2 0 2 が、最小在庫管理単位 (S K U) に関する統計値を採集し、そしてそれに基づいて物品を要求し得ることに留意されたい。S K U は、特定の物品またはタイプの物品に関する識別呼称を指し得る。

30

【 0 1 2 0 】

1 つ以上の S K U が、以前の把持試行の結果に基づいて選択され得る。例えば、特定の S K U (すなわち、物品) が、高い失敗率を有する (すなわち、比較的に低い把持成功量しか存在していない) 場合、その物品は、試験のための好適な候補であり得る。

【 0 1 2 1 】

ステップ 7 0 4 は、反復して物品をピッキングするステップ、または別様に反復して物品を把持するように試みるステップを伴う。反復試行は、1 つ以上のパラメータによって定義される把持方略に従って行われ得る。

40

【 0 1 2 2 】

ステップ 7 0 6 は、把持試行から結果として生じる新たなデータの受信に応じて、1 つ以上のパラメータを更新するステップを伴う。理想的には、更新パラメータは、把持性能を改良するために役立つであろう。

【 0 1 2 3 】

例えば、1 つの特定の把持方略は、センサデータに基づいて、把持が失敗するであろうかどうかを予測する、習得された分類指標を有し得る。この分類指標のパラメータは、新たなピッキング試行およびその成功率に基づいて調整され得る。任意の要求された分析が、プロセッサ 2 1 4 および / または 2 3 2 または局所的な設備内の構成要素上で局所的に実施されることができる。

50

【 0 1 2 4 】

代替として、データが、遠隔分析およびデータマイニングのために、中央サーバまたはクラウドサーバにアップロードされることができる。これらのサーバは、例えば、ロボットマニピュレータ供給業者および/または A S R S 2 2 4 または W M S 2 2 8 オペレータによって提供され得る。

【 0 1 2 5 】

本明細書に説明される実施形態は、幅広い範囲の機械学習方法を利用し、これらの把持方略パラメータを更新することができる。いくつかの実施形態では、計画モジュール 2 3 6 が、収集されたデータ上のあるパラメータ（例えば、フィンガ位置）に関するコスト関数（例えば、成功確率）の勾配を計算し得る。（確率的）勾配降下法として公知であるこの方法は、図 8 にフローチャート 8 0 0 として描写される。

10

【 0 1 2 6 】

図 8 では、アルゴリズムパラメータが、

【 化 1 】

①

によって示され、そして物品が把持された、または把持されようと試みられた回数に関し得る現在の信頼パラメータが、成功率の推定値に影響率を及ぼし得る。いったん把持試行が実行されると、予測値は、真の値（物品が正常に把持されたかどうか）と比較され得、適切なパラメータが、この関数の導関数を計算することによって更新され得る。

20

【 0 1 2 7 】

深層学習において一般的である、これらの勾配法によるアプローチは、所与の既存の自動微分ツール（例えば、TensorFlow (R)）を実装することが比較的に容易であり、各パラメータの完全なベイズモデルを要求しない。なお、パラメータを更新するために、他の最適化アルゴリズムも、使用され得る。例えば、マルコフ連鎖、モンテカルロシミュレーション、および変分推論および進化戦略等の手法が、使用され得る。

【 0 1 2 8 】

方略を新たに計画するためのパラメータが、既存のパラメータに基づいて迅速に推測され得ることに留意されたい。これは、新たな物品が、すでに試験されている物品と同様であるときに、有利であり得る。

30

【 0 1 2 9 】

例えば、特定の企業から新たな携帯電話が発売され、以前のモデルと同様のパッケージを含む場合、新たなモデルに対して成功把持のために要求される把持方略は、以前のモデルに対して要求されたものと同様である可能性があるであろう。故に、以前のモデルに対する把持方略およびそれに関する他の情報が、開始点として使用され得る。

【 0 1 3 0 】

概して、転移学習として公知である、この知識の転移は、新たな方略を「ブートストラップ」するために使用され得る。以前の物品の属性が、次いで、低次元表現メトリック内に組み込まれ得る。したがって、同様の物品のためのパラメータが、新たなパラメータおよび新たな物品のための開始値として、これらのメトリックに依拠し得る。

40

【 0 1 3 1 】

これらのブートストラップ手法は、必然的に訓練時間を低減させる。さらに、これらの手法が、使用され、以前の方略と同様のパラメータを有する、新たに開発される計画方略要素（例えば、新たな画像セグメント化アルゴリズム）のためのパラメータを迅速に選択することができる。

【 0 1 3 2 】

上記に説明された手法に加え、他の機械学習方法が、使用され、本明細書に説明される種々の特徴を遂行してもよい。これらは、クラスタリングおよびサポートベクタマシン等の分類手法と、カルマンフィルタおよび最尤法等の推算方法とを含む。

【 0 1 3 3 】

50

図 9 は、1つの実施形態による、ロボットの把持技術を査定する方法 900 のフローチャートを描写する。この方法 900 が、実施され、例えば、どの把持技術または方略が、少なくとも特定の物品に対して成功把持試行を産出する可能性があるかを決定してもよい。加えて、または代替として、この方法 900 が、実行され、把持試行が成功したかどうかを決定し、該当しない場合、後続の把持試行が実行されるべきであることを決定してもよい。

【0134】

ステップ 902 は、倉庫管理システムにコマンドを発行し、ロボットマニピュレータによって把持されるための物品を回収するステップを伴う。いくつかの実施形態では、図 2 のピッキング協調システム 202 は、このタイプのコマンドを、1つ以上のネットワーク 208 を経由して倉庫管理システム 228 に発行するように構成され得る。

10

【0135】

このコマンドのタイミングは、いくつかの基準の関数であってもよい。例えば、上記で議論されたように、ピッキング協調システム 202 が、このコマンドを発行し、休止状態の期間の間に把持試行を開始し、特定の物品に関する特定の把持方略を試験してもよい。または、ピッキング協調システム 202 は、このタイプのコマンドを発行し、商品注文を満足してもよい。倉庫管理システムは、図 2 の倉庫管理システム 228 と同様であってもよく、そしてコマンド内で識別される商品を回収することによって、そのような発行コマンドに応答するように構成されてもよい。

【0136】

方法 900 は、グズトゥピッカーワークフローまたはピカートゥグズワークフローのいずれかと併せて実行されてもよい。故に、以前のタイプのワークフローでは、ピッキング協調システムおよび/または倉庫管理システムが、任意の適切な輸送デバイス（例えば、シェルフユニット、コンベヤベルト等）にコマンド信号を発行し、物品を第 1 の場所からロボットマニピュレータの相互作用ポイントにもたらし得る。昨今のタイプのワークフローでは、倉庫管理システムおよび/またはピッキング協調システムが、ロボットマニピュレータにコマンド信号を発行し、ロボットマニピュレータに第 1 の場所から相互作用ポイントにおける物品まで進行させるように命令し得る。

20

【0137】

ステップ 904 は、ロボットマニピュレータに、少なくとも 1 つの命令を発行し、実行されると、ロボットマニピュレータに回収物品を把持するよう試みさせるステップを伴う。このコマンドは、ピッキング協調システム 202 によって発行されてもよい。本コマンドは、ロボットマニピュレータが把持試行を実行すべき方法を定義するパラメータを含み得んでもよい。例えば、ロボットマニピュレータのエンドエフェクタが、ハンドデバイスである場合、パラメータのうちの 1 つが、把持試行を実行する前に開放すべき幅を定義してもよい。

30

【0138】

ステップ 906 は、把持試行に関するデータを、少なくとも 1 つのセンサデバイスから受信するステップを伴う。ロボットマニピュレータおよび/またはそれが把持試行を実施するときのロボットマニピュレータの周囲環境は、1つ以上のセンサデバイスを伴って構成されてもよい。ロボットマニピュレータを伴って構成されるか、またはロボットマニピュレータの外部にあるかに関わらず、これらのセンサデバイスは、動作可能に位置付けられ、把持試行が成功したかどうかを示すデータを採集してもよい。

40

【0139】

これらのセンサデバイスは、任意の要求されるコンピュータビジョンまたは画像処理ツール、トルク力センサ、赤外線センサ、温度計、熱電対、圧力センサ、圧電センサ、重量計、または同等物と併せて使用されるカメラデバイスを含んでもよい。このセンサデバイスの列挙は、例示的にすぎない。現在利用可能であるか、またはその後発明されるかどうかにかかわらず、任意のタイプのセンサデバイスが、把持試行が成功したかどうかを決定するために使用され得るデータを採集することができる限り、使用されてもよい。

50

【 0 1 4 0 】

ステップ 9 0 8 は、メモリに記憶された分析モジュール実行命令を使用して、受信データを分析し、ロボットマニピュレータが物品を正常に把持したかどうかを決定するステップを伴う。本願の文脈では、把持試行が「成功した」かどうかは、種々の基準に依存し得る。例えば、いくつかの実施形態では、把持試行は、ロボットマニピュレータが、物品を掴み、それを持ち上げ、そしてそれをある場所（例えば、把持試行前の物品の場所、または把持試行前の物品の場所から異なる場所）に設置した場合にのみ、成功したと見なされ得る。他の実施形態では、把持試行は、ロボットマニピュレータが、物品を掴み、それを持ち上げ、そしてそれを落下させずに振動させた場合にのみ、成功したと見なされ得る。他の実施形態では、把持試行は、ロボットマニピュレータが、単に物品に接触した場合に、成功したと見なされ得る。成功した把持試行を定義する基準の上記の列挙は、例示的にすぎず、他の基準が、考慮されてもよいと考えられる。

10

【 0 1 4 1 】

述べられるように、分析モジュールは、1つ以上のセンサデバイスからの入力进行分析するように構成され、把持試行が成功したかどうかを決定してもよい。分析のために依拠されるセンサデバイスのタイプは、成功した把持に対する基準に依存してもよい。逆に、使用されるセンサデバイスのタイプは、分析が実行され、基準が使用される方法に影響を及ぼし得る。

【 0 1 4 2 】

成功した把持試行に対する基準が、場所から物品を持ち上げるステップと、それを別の場所に設置するステップとを含む場合、センサデバイスは、物品重量を検出するための一連の測量計を含んでもよい。例えば、シェルフユニットで、または別様に物品の元の場所で構成される測量計が、存在し得る。いったん物品がその元の場所から持ち上げられると、重量の変化が、元の場所における測量計によって検出され得る。この測量計は、図 2 の分析モジュール 2 3 6 等のシステム構成要素と連動してもよい。故に、重量のこの変化は、物品が元の場所から持ち上げられたことを確認し得る。

20

【 0 1 4 3 】

ロボットマニピュレータおよび/または第 2 の場所はまた、重量計を伴って構成されてもよい。したがって、第 2 の場所で検出される重量の増加は、物品が、第 2 の場所に設置されたことを示し得る。故に、第 2 の場所で検出された重量の増加と相まった、第 1 の場所で検出される重量の減少は、把持試行が成功したことを示し得る。重量計または圧力センサデバイスもまた、エンドエフェクタ等のロボットマニピュレータを伴って同様に構成されてもよい。

30

【 0 1 4 4 】

コンピュータビジョン分析ツールはまた、センサデバイスによって採集された画像を分析し、把持試行の結果を決定してもよい。例えば、図 2 の分析モジュール 2 3 6 は、S I F T または S U R F 画像分析ツールを実装し、把持試行が成功したかどうかを決定してもよい。分析モジュール 2 3 6 が、分析された画像を通して、物品が、その元の場所に留まっていることを検出した場合、分析モジュールは、把持試行が成功しなかったと決定し得る。

【 0 1 4 5 】

トルクセンサまたは力センサ等の他のタイプのセンサデバイスは、アームデバイスまたはエンドエフェクタを伴って構成されてもよい。いったんエンドエフェクタが物品を把持するように試みると、これらのセンサ上に及ぼされる力は、物品との接触状態から増加するべきである。圧力/力にそのような増加が検出されない場合、図 2 の分析モジュールは、エンドエフェクタが物品を把持しておらず、把持試行が成功しなかったと決定し得る。

40

【 0 1 4 6 】

種々のタイプのセンサデータの分析に関する上記の議論は、例示的にすぎない。種々のタイプのデータを分析するための他の手法が、分析モジュールによって実施され、把持試行が成功したかどうかを決定し得ると考えられる。

【 0 1 4 7 】

50

ステップ 910 は、随意であり、ロボットマニピュレータに少なくとも 1 つの命令を発行し、実施されると、分析モジュールがロボットマニピュレータが物品を正常に把持しなかったと決定したことに応じて、ロボットマニピュレータに回収物品を把持するように試みさせるステップを伴う。言い換えると、ロボットマニピュレータが、物品を正常に把持しなかった場合、ロボットマニピュレータは、1 回以上の後続の把持試行を実施し得る。これらの実施形態では、ロボットマニピュレータは、所定の回数分、またはそれが成功した把持試行を実行するまで、把持試行を実施してもよい。

【0148】

特定の把持試行が成功した、または成功しなかった理由等の試行に関するデータが、ピッキング協調システム 202 に通信され得る。このデータは、データベースモジュール 238 内に記憶され、および / またはオペレータによって分析され、将来の把持試行を改良するために役立ち得る。

10

【0149】

上記に議論された方法、システム、およびデバイスは、実施例である。種々の構成が、適切であるように、種々の手法または構成要素を省略、代用、または追加してもよい。例えば、代替構成では、本方法が、説明されたものとは異なる順序で実施されてもよく、種々のステップが、追加、省略、または組み合わせられてもよい。また、ある構成に関して説明される特徴は、種々の他の構成内で組み合わせられてもよい。構成の異なる側面および要素が、同様の様式で組み合わせられてもよい。また、技術は進化しており、したがって、要素のうちの多くのものが、実施例であり、本開示または請求項の範囲を限定するものではない。

20

【0150】

本開示の実施形態は、例えば、本開示の実施形態による、ブロック図、および / または方法、システム、およびコンピュータプログラム製品の動作図を参照して上記に説明される。ブロック内に記載された機能 / 作用は、いかなるフローチャートにも示される順序とは異なる順序で生じ得る。例えば、連続して示される 2 つのブロックは、伴われる機能性 / 作用に応じて、実質的に同時に実行されてもよい、または、ブロックは、時として逆の順序で実行されてもよい。加えて、または、代替的に、任意のフローチャートに示されているブロックの全てが実施および / または実行される必要はない。例えば、所与のフローチャートが、機能 / 作用を包含する 5 つのブロックを有する場合、5 つのブロックのうちの 3 つだけが、実施かつ / または実行される場合があり得る。この実施例では、5 つのブロックのうちの任意の 3 つが、実施かつ / または実行され得る。

30

【0151】

値が第 1 の閾値を超過する（または第 1 の閾値以上の）という叙述は、値が、第 1 の閾値を僅かに上回る、第 2 の閾値を満たす、またはそれを超過するという叙述と同等であり、例えば、第 2 の閾値は、関連システムの分解能内の第 1 の閾値より高い、1 つの値である。値が、第 1 の閾値を下回る（または、それ以内である）という叙述は、値が、第 1 の閾値より僅かに低い、第 2 の閾値を下回る、またはそれに等しいという叙述と同等であり、例えば、第 2 の閾値は、関連システムの分解能内の第 1 の閾値より低い、1 つの値である。

【0152】

具体的な詳細が、説明に与えられ、（実装を含む）実施例の徹底的な理解を提供する。しかしながら、構成は、これらの具体的な詳細なく実装され得る。例えば、周知の回路、プロセス、アルゴリズム、構造、および技術は、構成を曖昧にすることを回避するために不必要な詳細なしに示されている。この説明は、例示的構成を提供するにすぎず、請求項の範囲、適応性、または構成を限定するものではない。むしろ、構成に関する前述の説明は、当業者に、説明された技術を実装するための、実施可能な説明を提供するであろう。種々の変更が、本開示の精神または範囲から逸脱することなく、要素の機能および配列内で成され得る。

40

【0153】

いくつかの例示的構成が説明されたことにより、種々の修正、代替構成、および均等物が

50

、本開示の精神から逸脱することなく使用され得る。例えば、上記の要素は、より大きなシステムの構成要素であってもよく、他の規則が、本開示の種々の実装または技術の用途の上位に存在する、またはそれを別様に修正し得る。また、いくつかのステップが、上記の要素が考慮される前、その間、またはその後に行われ得る。

【 0 1 5 4 】

本願の説明および図が提供されたことにより、当業者は、請求項の範囲から逸脱しない、本願内で議論される一般的な発明概念に該当する変形例、修正、および代替実施例を想起し得る。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

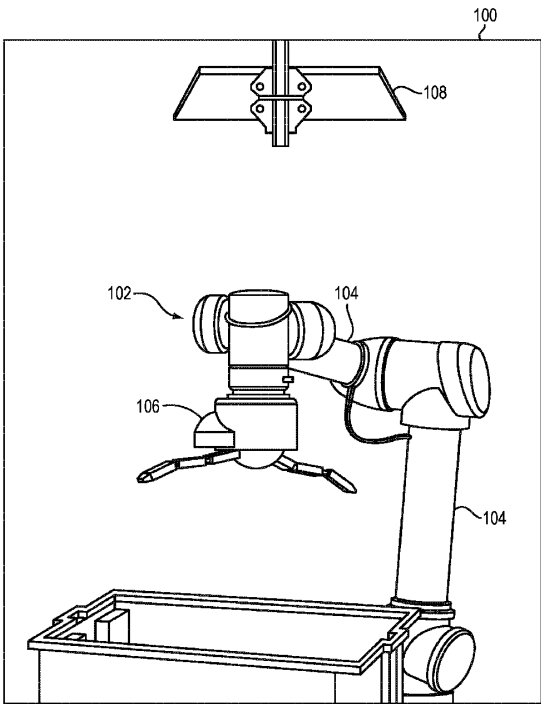


FIG. 1

【図 2】

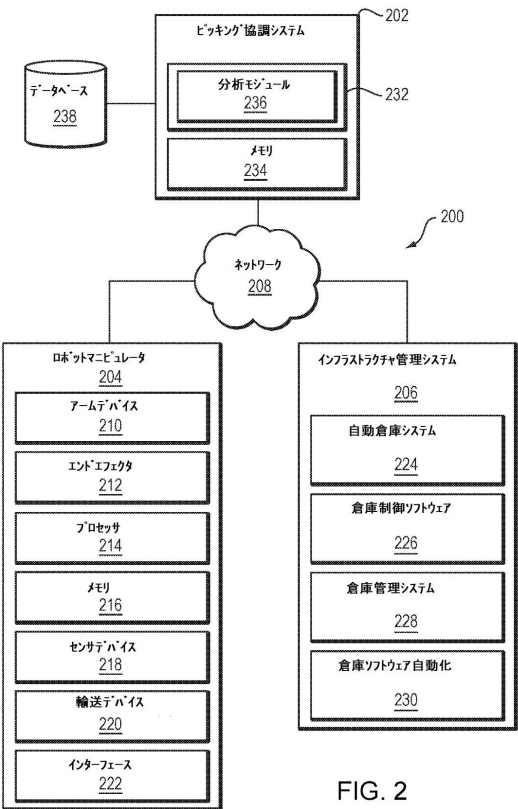


FIG. 2

【図 3】

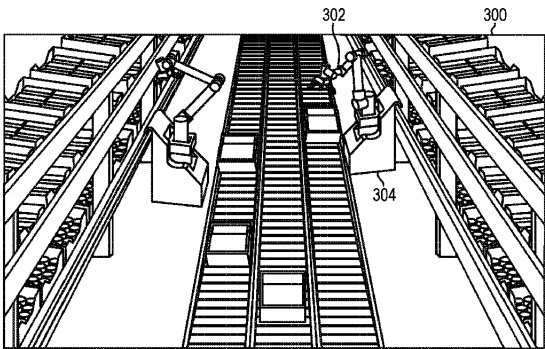


FIG. 3

【図 4】

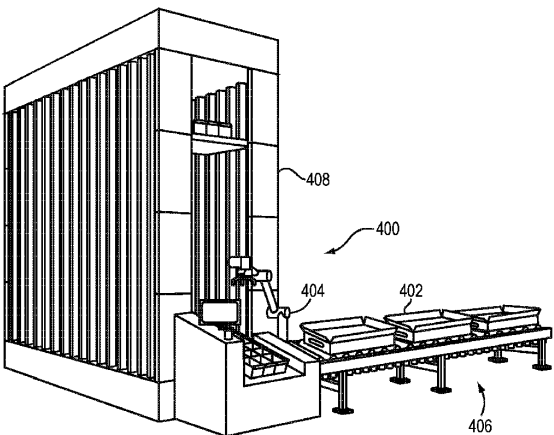


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5】

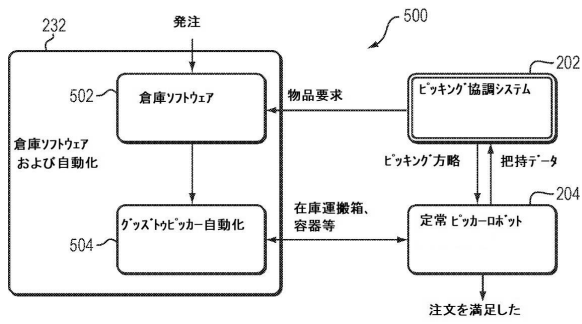


FIG. 5

【図 6】

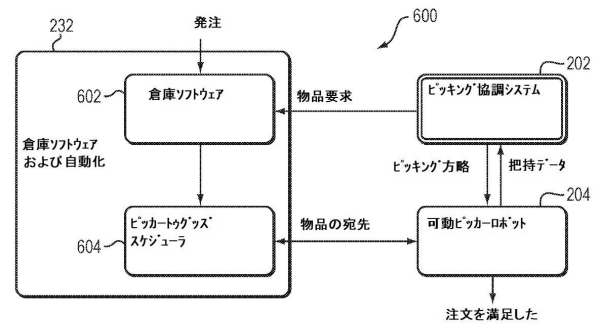


FIG. 6

【図 7】

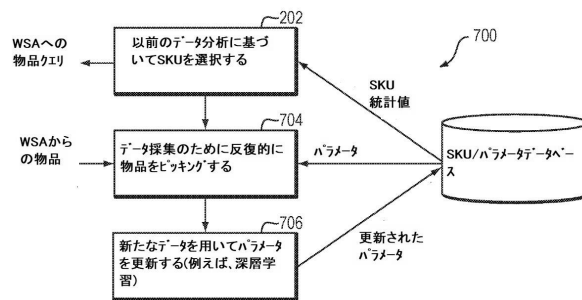


FIG. 7

【図 8】

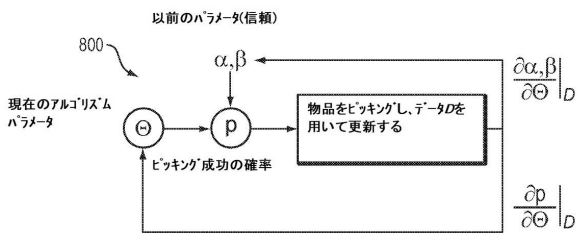


FIG. 8

10

20

30

40

50

【図 9】

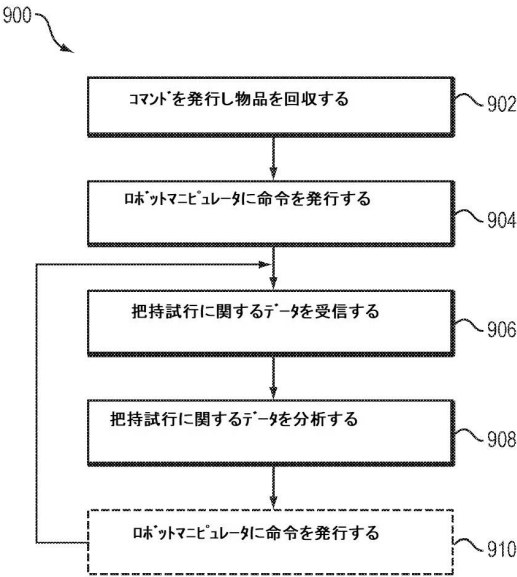


FIG. 9

フロントページの続き

- (73)特許権者 519016354
ケック, マーク
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (73)特許権者 519016365
ハウ, ロバート
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (74)代理人 100078282
弁理士 山本 秀策
- (74)代理人 100113413
弁理士 森下 夏樹
- (74)代理人 100181674
弁理士 飯田 貴敏
- (74)代理人 100181641
弁理士 石川 大輔
- (74)代理人 230113332
弁護士 山本 健策
- (72)発明者 オドナー, ラエル
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (72)発明者 ジェントフト, ライフ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (72)発明者 テンザー, ヤロスラブ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (72)発明者 ケック, マーク
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- (72)発明者 ハウ, ロバート
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02143, サマービル, デーン ストリート 28
- 審査官 臼井 卓巳
- (56)参考文献 国際公開第2016/100235(WO, A1)
米国特許出願公開第2016/0132059(US, A1)
特開2002-239956(JP, A)
特表2012-524663(JP, A)
特開昭61-206709(JP, A)
特開2004-231357(JP, A)
特開2006-102881(JP, A)
特開2007-313624(JP, A)
国際公開第2016/010968(WO, A1)
国際公開第2016/060716(WO, A2)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B25J 5/00 - 19/02
B65G 1/10 - 1/137
G05D 1/02