

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6562619号
(P6562619)

(45) 発行日 令和1年8月21日 (2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日 (2019.8.2)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 5 J 19/04 (2006.01)	B 2 5 J 19/04
B 2 5 J 13/08 (2006.01)	B 2 5 J 13/08 A

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-236991 (P2014-236991)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年11月21日 (2014.11.21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-97481 (P2016-97481A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年5月30日 (2016.5.30)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成29年10月18日 (2017.10.18)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	肥後 智昭
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
			ノン株式会社内
		(72) 発明者	園田 哲理
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
			ノン株式会社内
		審査官	貞光 大樹
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体が格納された容器を含む画像を取得する取得手段と、
 前記画像に基づいて前記容器内の状態を推定する状態推定手段と、
 前記状態推定手段によって推定された結果に基づいて、前記容器内の物体が不足しているか否かを判断する判断手段と、
 前記判断手段によって判断された結果を出力する出力手段とを備え、
前記状態推定手段は、前記容器の底面に描かれている模様を検出することにより、前記容器内において前記物体が積まれていない底面領域を検出し、前記判断手段は、該検出された結果に基づいて前記容器内の物体が不足しているか否かを判断することを特徴とする
 情報処理装置。

【請求項 2】

前記状態推定手段は、前記物体の領域と前記容器の底面領域のうち、少なくともいずれか一方を検出し、該検出された結果に基づいて前記容器内の物体が不足しているか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記状態推定手段は、前記容器内での前記物体の領域と前記容器の底面領域との分布を取得し、該取得した分布に基づいて、前記容器内の物体が不足しているか否かを判断することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

10

20

更に、前記判断手段によって前記容器内の物体が不足していると判断された場合に、前記容器に物体を供給する供給手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

更に、前記判断手段によって前記容器内の物体が不足していると判断された場合に、前記容器内の物体が不足していることを報知する報知手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記画像に基づいて前記物体の位置姿勢を推定する位置姿勢推定手段と、

前記位置姿勢推定手段によって推定された位置姿勢に基づいて、物体を保持するように保持手段を制御する制御手段と、を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記位置姿勢推定手段は、前記画像から特徴量を抽出し、当該抽出した特徴量に基づいて前記物体の位置姿勢を推定することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、物体を保持するように保持手段を制御する処理を、前記状態推定手段が前記容器内の状態を推定する処理と並行して実行することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

物体が格納された容器を含む画像を取得する取得工程と、

前記画像に基づいて前記物体の位置姿勢を推定する位置姿勢推定工程と、

前記画像に基づいて前記容器内の状態を推定する状態推定工程と、

前記状態推定工程において推定された結果に基づいて、前記容器内の物体が不足しているか否かを判断する判断工程と、

前記判断工程において判断された結果を出力する出力工程とを備え、

前記状態推定工程は、前記容器の底面に描かれている模様を検出することにより、前記容器内において前記物体が積まれていない底面領域を検出し、前記判断手段は、該検出された結果に基づいて前記容器内の物体が不足しているか否かを判断することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットによる部品ピッキングにおける部品不足を検知する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

工業製品の部品等の組付けや分類の自動化のために、ロボットを用いた部品のピッキングを行う技術が近年盛んに提案されている。その中の一例として、部品容器の中に部品が山積みになっており、それを撮影・認識し、ロボットが把持して取り出し、組付けや分類を行うものがある。ここで、部品の「山積み」とは、部品が整列することなく集められ、積み重なっている状態を指す。

【0003】

このようなロボットピッキングシステムにおいて、容器内に山積みされた部品を取り出して行くと、やがて容器内から部品がなくなる状況が訪れる。部品が無い状態で、部品を撮影・認識しようとする、想定外のエラーが生じたり、ロボットが把持をしようとして予測不能な動作が発生したりするおそれがある。

【0004】

部品不足への対策としては、部品供給フィードを用いて、部品を把持して取りだす度に新しい部品を供給する方法がある。この場合には、部品の種類に応じた特注の部品供給フィードが必要である。また、ロボットピッキングシステムと部品供給フィードをセットで扱う必要が出てくるために、システムが巨大化してしまうといった問題点がある。

【0005】

特許文献1では、容器内に部品が有るかどうかを検知するために、光を透過する容器を用いて、容器の上下片側から光源を照らし、反対側からカメラで撮影する。そして、撮影された画像から、部品の影の有無を検出することによって、容器内の部品の有無を検知することを開示している。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-300877号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1による方法では、容器を光が透過するものに制限する必要があった。また、容器の一方に光源、他方にカメラを配置しなければならないという制約があり、装置が簡素化できないという課題があった。

【0008】

20

本発明は、以上の課題を鑑みてなされたものであり、簡易な構成で部品の不足を検出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の情報処理装置は、例えば、対象物体が格納された容器を含む画像を取得する取得手段と、前記画像に基づいて前記物体の位置姿勢を推定する位置姿勢推定手段と、前記位置姿勢推定手段によって推定された位置姿勢に基づいて、保持手段に部品を保持するように制御する制御手段と、前記画像に基づいて前記容器内の状態を推定する状態推定手段と、前記状態推定手段によって推定された結果に基づいて、前記容器内の部品が不足しているか否かを判断する判断手段と、前記判断手段によって判断された結果を出力する出力手段とを備え、前記状態推定手段は、前記容器の底面に描かれている模様を検出することにより、前記容器内において前記物体が積まれていない底面領域を検出し、前記判断手段は、該検出された結果に基づいて前記容器内の物体が不足しているか否かを判断する。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明により、簡易な構成で部品の不足を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態のロボットピッキングシステムの構成例を示す図。

40

【図2】第1実施形態の処理の流れを示すフローチャート。

【図3】部品領域と底面領域の例を示す図。

【図4】山積み部品の三次元空間上での分布の例を示す模式図。

【図5】第3実施形態のロボットピッキングシステムの構成例を示す図。

【図6】第3実施形態の処理の流れを示すフローチャート。

【図7】本発明の情報処理装置のハードウェア構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明にかかる各実施形態を説明するのに先立ち、各実施形態に示す情報処理装置が実装されるハードウェア構成について、図7を用いて説明する。

50

【 0 0 1 3 】

図 7 は、本実施形態における情報装置のハードウェア構成図である。同図において、CPU 710 は、バス 700 を介して接続する各デバイスを統括的に制御する。CPU 710 は、読み出し専用メモリ (ROM) 720 に記憶された処理ステップやプログラムを読み出して実行する。オペレーティングシステム (OS) をはじめ、本実施形態に係る各処理プログラム、デバイスドライバ等は ROM 720 に記憶されており、ランダムアクセスメモリ (RAM) 730 に一時記憶され、CPU 710 によって適宜実行される。また、入力 I/F 740 は、外部の装置 (表示装置や操作装置など) から情報処理装置 1 で処理可能な形式で入力信号として入力する。また、出力 I/F 750 は、外部の装置 (表示装置) へ表示装置が処理可能な形式で出力信号として出力する。

10

【 0 0 1 4 】

これらの各機能部は、CPU 710 が、ROM 720 に格納されたプログラムを RAM 730 に展開し、後述する各フローチャートに従った処理を実行することで実現されている。また例えば、CPU 710 を用いたソフトウェア処理の代替としてハードウェアを構成する場合には、ここで説明する各機能部の処理に対応させた演算部や回路を構成すればよい。

【 0 0 1 5 】

(第 1 の実施形態)

第 1 の実施形態にかかる情報処理装置 3 および情報処理装置 3 を備えるピッキングシステムについて、図 1 を参照して説明する。第 1 の実施形態にかかる情報処理装置 3 は、画像取得部 31 と、部品位置姿勢推定部 32 と、山積み状態推定部 33 と、部品状態判断部 34 とを備える。そして、情報処理装置 3 は、撮像装置 2、部品供給装置 5、ロボット制御装置 41 と接続されることで、ピッキングシステムを構成している。

20

【 0 0 1 6 】

ロボット制御部 41 は、部品位置姿勢推定部 32 による部品 11 の位置姿勢の推定結果に基づいて、ロボットハンド 42 で動かすべき各回転角度を算出し、部品 11 を把持するためにロボットハンド 42 を制御する。ロボット制御部 41 のハードウェアは、CPU、メモリ、ハードディスクなどの記憶装置、入出力用の各種インタフェース等を具備する汎用のコンピュータ (ハードウェア) から構成されるが、情報処理装置 3 と同じハードウェア内のソフトウェアとして構成されても良い。

30

【 0 0 1 7 】

ロボットハンド 42 は、ロボット制御部 41 からの命令を受けて、容器内の部品 11 を把持 (保持) して取り出し、組付け等を行う。ロボットハンド 42 は、例えば 6 軸自由度のアームであり、エンドエフェクタとして二指ハンド機構を備える。また、部品 11 の平面部に押しつけることで保持を行う磁石式あるいは吸着式のハンドでもよい。

【 0 0 1 8 】

部品 (物体) 11 は、ロボットハンド 42 によって把持して取り出し、組付けなどを行う対象となるものである。

【 0 0 1 9 】

容器 12 は、複数の部品 11 を格納する容器である。容器 12 は、底面部 13 を有している。以下実施形態の説明では複数の部品 11 が容器 12 内に山積みになっているものとして話を展開するが、容器に限るわけではなく、台の上など部品を置くことができる領域であれば何でもよい。底面部 13 は部品 11 が置くことができる領域の面を表している。

40

【 0 0 2 0 】

撮像装置 2 は対象部品 1 および容器 12 を画角におさめるように配置されており、対象部品 1 および容器 12 を撮像する。撮像装置 2 は、容器 12 を真上から撮像できるよう配置される撮像装置であり、例えばデジタルカメラなどである。撮像された画像信号は画像取得部 31 に送られる。

【 0 0 2 1 】

画像取得部 31 は、撮像装置 2 で標本化ならびに量子化されたデジタルの画像信号を取

50

り込む。さらに、取り込んだ画像信号から各画素の輝度（濃度値）で表される画像データを取得してメモリに記憶する機能を有する。なお、画像取得部３２は、ＲＳ２３２ＣやＩＥＥＥ４８８などの汎用の通信インタフェースを介して撮像装置２の動作（撮像のタイミングなど）を制御する機能を有する。

【００２２】

部品位置姿勢推定部３２は、画像取得部３１から得られた少なくとも１枚の画像データを用いて、複数の部品１１の中から把持すべき部品を決定し、その位置姿勢を推定する。

【００２３】

山積み状態推定部３３は、画像取得部３１から得られた少なくとも１枚の画像データを用いて、対象部品部１の領域において、部品領域と底面領域の少なくとも一つを検出する。これにより、山積み状態推定部３３は、容器内の部品の山積み状態を推定する（状態推定）。

10

【００２４】

部品状態判断部３４は、山積み状態推定部３３によって検出された部品領域と底面領域に基づいて、容器１２内の部品１１が不足しているかどうかを判断する。ロボットハンド４２によって、部品を取り出し続けていると、やがて部品が不足してくる。そのため、部品状態判断部３４は、撮像装置２で撮影された画像データに基づいて、部品の不足を判断し、判断した結果を、部品供給部５に出力する。

【００２５】

部品供給装置５は、部品タンクを備えており、部品状態判断部３４で部品が不足していると判断された場合に、部品タンクから一定量の部品を容器１２内に送り込むことで部品を供給する。供給するタイミングとしては、ロボットハンド４２が把持して取り出してから、組付けを行っている間に行うのが、サイクルタイムの観点から最も効率良いと考えられる。

20

【００２６】

図２のフローチャートを参照して、第１実施形態に係る部品の供給までの全体の流れを説明する。

【００２７】

（ステップＳ１）

ステップＳ１では、撮像装置２が部品１１を含んだ領域を撮影する。撮影される領域は部品１１を置くことができる容器底面１３全体が含まれる領域である。撮影する画像の枚数は後の部品位置姿勢推定処理や山積み状態推定処理で扱うデータによって異なる。撮影されたデータは画像信号として画像取得部３２に送られる。

30

【００２８】

（ステップＳ２）

ステップＳ２では、部品位置姿勢推定部３２は、撮影画像に基づいて、把持すべき部品の位置姿勢推定を行う。位置姿勢の推定方法としては、画像データの部分領域からＳＩＦＴなどの特徴量を抽出した特徴量を使って、画像特徴から２Ｄのモデルフィッティングを行うことで推定する。また、例えば予め複数の部品の姿勢データを保持しておき、それぞれの姿勢データの特徴量と、画像データの部分領域の特徴量とを比較することで推定しても良い。ただし、位置姿勢推定方法はこれに限るものではなく、例えば撮像装置を複数台のカメラから構成したステレオ法や、プロジェクタなどの投影部を用意し、位相シフト法や空間符号化法などのアクティブステレオ法を用いて距離画像を求め、距離画像とのモデルフィッティングによって、把持すべき部品の位置姿勢を推定しても良い。部品位置姿勢推定部３２は、推定した位置姿勢情報をロボット制御部４１に送出する。

40

【００２９】

（ステップＳ３ａ、３ｂ）

ステップＳ３ａでは、ロボット制御部４１は、部品位置姿勢推定部３２からの出力に応じて、ロボットハンド４２に命令を出力し、ロボットハンド４２は、受け取った命令に応じて、部品１１を把持して取り出す。この処理は次に説明するステップＳ３と並列して処

50

理を行う。そして、ステップ S 3 b で終了命令があった場合には処理を終了させる。一方、終了命令が無かった場合は、メインループに合流し、処理を続ける。

【 0 0 3 0 】

(ステップ S 3)

ステップ S 3 では、山積み状態推定部 3 3 は、画像データに基づいて、容器 1 内の部品の山積み状態として、部品領域と底面領域を検出する。図 3 は部品領域と底面領域の検出結果の一例である。部品領域と底面領域の検出方法としては、部品 1 1 と容器底面 1 3 の色が異なることを利用して、色によって領域分割を行い、部品領域と底面領域を検出する。ただし、この方法に限るわけではなく、例えば、容器の底面に円マーカ等テクスチャを一定間隔に描いておき、画像データから円マーカを検出することによって、底面領域を検出しても良いし、ステレオ法やアクティブステレオ法によって求めた距離画像に基づいて、山積み部品 1 1 が存在している領域での距離計測値と、容器の底面 1 3 までの距離計測値と、の違いから部品領域と底面領域を検出しても良い。

10

【 0 0 3 1 】

ここで用いる画像データは、部品位置姿勢推定に用いたのと同じ画像データを利用することで、撮影回数を減らし効率良く部品領域と底面領域の検出を行うことができる。ただし、これに限るものではなく、ロボットハンド 4 2 によって部品が把持され取り出された後に、再度撮像装置 2 によって撮影し、画像取得部 3 1 から得られた画像データに基づいて検出しても良い。

20

【 0 0 3 2 】

(ステップ S 4)

ステップ S 4 では、部品状態判断部 3 4 は、容器底面における部品領域と底面領域の割合に基づいて、部品の不足状態を判断する。不足状態の判断方法としては、底面 1 3 の全領域に占める部品領域の割合を求め、その割合が閾値以下であれば部品不足であると判断する。また底面領域の割合から逆算して求めても良い。山積みの状態が狭い領域に高く積みあがっている場合は、部品の数は十分多いが、把持しやすい部品は少ないため、この場合も同様に部品不足であると判断する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 4 において、部品不足であると判断された場合は、次のステップ S 5 に進み、部品不足ではないと判断された場合は、ステップ S 1 へ戻り、部品の把持、取り出しを継続して行う。

30

【 0 0 3 4 】

(ステップ S 5)

ステップ S 5 では、部品供給装置 5 は、部品の供給を行う。部品タンクから一定量の部品を容器 1 2 内に送り込むことで部品を供給する。部品の供給およびロボットでの把持ステップを終えると、ステップ S 1 に戻り、再び画像の撮影ステップから行っていく。

【 0 0 3 5 】

以上のように、終了命令が与えられるまで自動で部品を供給しながら把持処理を繰り返し行う。

【 0 0 3 6 】

40

第 1 の実施形態によれば、部品が無くなってしまう前に、部品領域と底面領域の割合から、部品の不足を検知して自動的に部品を供給できるため、一度に補充する部品の量も少なく済み、ピッキングシステム全体を一時停止させることなく把持を継続することができる。

【 0 0 3 7 】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態では、山積み状態推定方法として、部品 1 1 および容器 1 2 を計測した距離画像の分布を構成し、その結果に基づいて部品状態判断を行う。第 2 実施形態に係る部品不足を検知するロボットピッキングシステムの概略構成は図 1 と同様である。第 2 実施形態のフローチャートは第 1 実施形態で説明した図 2 とほぼ同様であるため、同様の処

50

理に関しては説明を省略し、差異があるステップS 3とS 4に関して説明する。

【0038】

第2実施形態におけるステップS 3では、画像データに基づいて、ステレオ法やアクティブステレオ法を用いて計算された距離画像を構成し、山積み部品の三次元空間上での分布を構成する。図4は距離画像から得られた三次元空間上での分布を模式的に表したものである。対象部品部1に対して、これを三次元空間上での分布として表したものが1aである。同図において、三次元空間上での分布の例をさらに二つあげているが、1bは均等に部品が配置されており、把持する候補を選びやすく、把持しやすい部品が多い山積み状態である。一方、1cは狭い領域に部品が密集して積み重ねられており、把持する候補が少なく、把持しやすい部品が不足している山積み状態である。

10

【0039】

ステップS 4では、ステップS 3で求めた部品の三次元空間上での分布に基づいて、部品の不足を判断する。図4の1bのような分布が得られた場合は、部品は不足していないと判断しステップS 1へ戻り、1cのような分布が得られた場合は、把持しやすい部品が不足していると判断し、次のステップS 5に移行する。ステップS 5では、警告を受けてユーザが部品を供給したり、終了命令を出すなどの対応が行われる。

【0040】

このようにして部品の三次元空間上の分布に基づいて部品の不足状態を判断することで、第1実施形態とほぼ同じように部品の不足を検出できるため、他の説明は省略する。

【0041】

20

図4を用いて部品の三次元空間上での分布における、把持のしやすさの一例について述べたが、この分布に限るものではなく、部品11とロボットハンド42との配置や部品11の形状などによって把持しやすい部品の三次元空間上での分布は異なるため、そのような分布を新たに定義して用いても良い。

【0042】

以上が、本発明の第2実施形態に係る部品不足を検知するロボットピッキングシステムの説明である。

【0043】

(第3の実施形態)

第3の実施形態では、部品が不足している場合に、それをユーザに警告する。図5は第3実施形態に係る部品不足を検知するロボットピッキングシステムの概略構成である。第1実施形態で説明した図1とほぼ同様であるが、本実施形態では、部品供給部5ではなく、部品不足警告部6を有する点が異なる。図6は第3実施形態のフローチャートである。このフローチャートも第1実施形態で説明した図2とほぼ同様であるため、同様の処理に関しては説明を省略し、差異があるステップS 6(第1の実施形態のステップS 5に相当)に関して説明する。

30

【0044】

第3実施形態におけるステップS 6では、前のステップで部品が不足していると判断された場合に、部品不足をユーザに警告する。ユーザがロボットピッキングシステムを使用する際に用いるディスプレイに部品不足の警告表示と共に、アラーム音を鳴らすことで、部品が不足していることをユーザに警告(報知)する。ただし、報知方法はこれに限るものではなく、部品不足警告ランプを点灯させるなどの他の方法を用いても良い。

40

【0045】

以上が、本発明の第3実施形態に係る部品不足を検知するピッキングシステムの説明である。

【0046】

(変形例)

容器の底面13は水平面である必要はなく、斜面になっていても良い。その場合、次のような方法で部品の山積み状態検知および部品の不足状態判断を行うことができる。部品を斜面に置くと部品はその重みで斜面を滑るものとする、部品は自然と斜面の低い位置

50

に集まり、部品の数が多くなると、斜面の高い位置にも存在できるようになる。そこで、底面 1 3 のある高さに線を引いておき、撮像装置 2 で撮影した画像からその線が見えるかどうか検出することによって、部品の不足状態を判断することができる。

【 0 0 4 7 】

またその他の変形例として、第 2 の実施形態のように、部品の三次元空間上での分布を求めており、把持しやすい部品が不足していると判断された場合、部品を供給したり警告するだけでなく、たとえば、容器 1 2 を振動させたり、ロボットハンド 4 2 で部品の山積みをつついたりして、山を崩すことによって把持しやすい部品を増やしても良い。

【 0 0 4 8 】

(その他の実施形態)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(または CPU や MPU 等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

【 0 0 4 9 】

< 実施形態の効果 >

第 1 の実施形態では部品領域と底面領域を検出して、部品の不足状態を判断する。部品領域または底面領域の割合を計算するだけであるため、非常に高速に処理を行うことができる。また、入力として二次元画像 1 枚だけでも部品の不足状態を判断することができる。

【 0 0 5 0 】

第 2 の実施形態では山積み部品の三次元空間上での分布に基づいて、部品の不足状態を判断する。部品の個数や重さを測る方法による部品不足検知では、部品の個数が多い場合は、不足しているとは見なすことができないが、本発明では、把持のしやすい部品が少ない、ということを検出することができる。

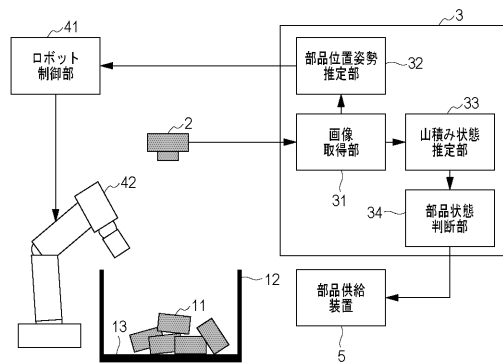
【 0 0 5 1 】

第 3 の実施形態では部品が不足状態の場合に、警告をする。これによって部品供給以外に、ユーザが自由に部品不足に対処することができる。

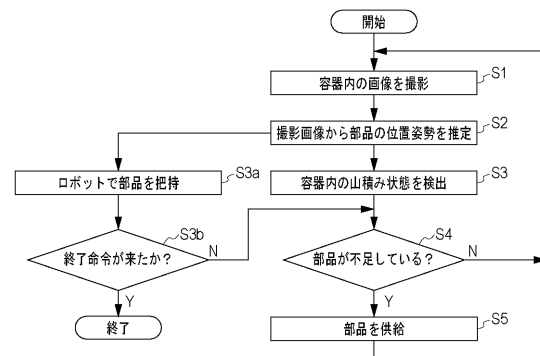
10

20

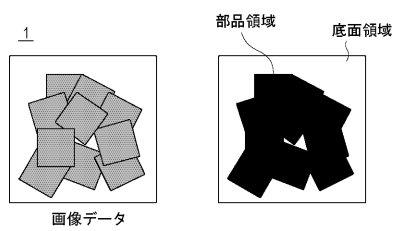
【図 1】



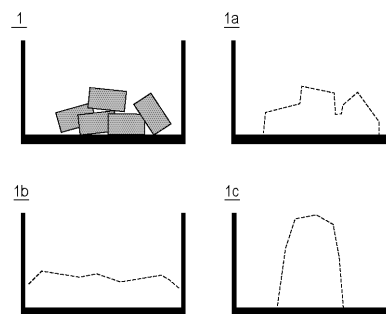
【図 2】



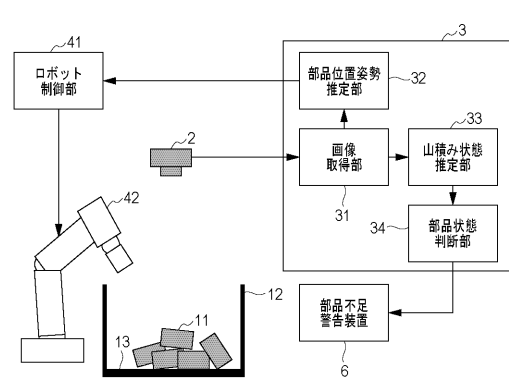
【図 3】



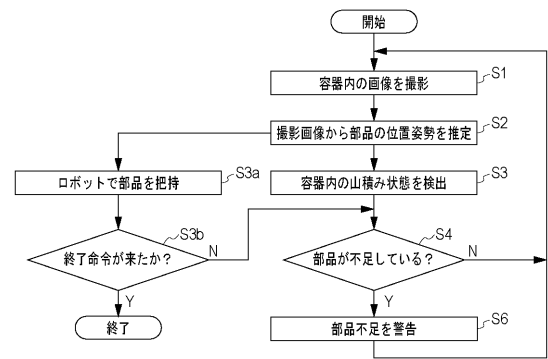
【図 4】



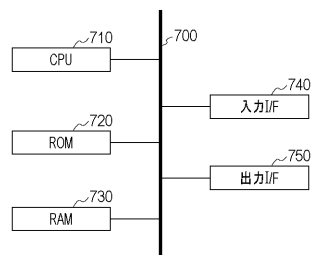
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 9 2 4 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 0 5 3 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 9 6 5 4 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2