



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103489200 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201310228233. 2

(22) 申请日 2013. 06. 08

(30) 优先权数据

2012-132248 2012. 06. 11 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3-30-2

(72) 发明人 山本贵久

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司

11293

代理人 迟军

(51) Int. Cl.

G06T 7/20(2006. 01)

H04N 5/232(2006. 01)

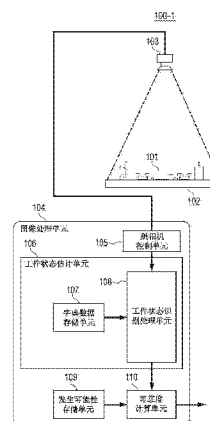
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54) 发明名称

图像处理装置及图像处理方法

(57) 摘要

本发明提供图像处理装置及图像处理方法。本发明提供降低估计工件的状态时的错误估计的结构。所述图像处理装置包括：照相机，其输入工件的图像；工件状态估计单元，其基于由所述照相机输入的图像，估计所述工件的状态；发生可能性存储单元，其存储预先与所述工件的各个状态相关联的发生可能性；以及可靠度计算单元，其基于由所述工件状态估计单元估计的所述工件的状态以及与所述工件的状态相对应的发生可能性，来针对所估计的所述工件的状态计算可靠度。



1. 一种图像处理装置,其包括:

图像输入单元,被配置为输入工件的图像;

工件状态估计单元,被配置为基于由所述图像输入单元输入的图像,估计所述工件的状态;

发生可能性存储单元,被配置为存储预先与所述工件的各个状态相关联的发生可能性;以及

可靠度计算单元,被配置为基于由所述工件状态估计单元估计的所述工件的状态以及与所述工件的状态相对应的发生可能性,来针对所估计的所述工件的状态计算可靠度。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述发生可能性存储单元被配置为针对所述工件的各个状态存储通过使用所述工件的各个状态的发生频率计算的发生可能性,通过反复进行虚拟布置所述工件的三维几何模型的仿真而获得所述发生频率。

3. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述发生可能性存储单元被配置为针对所述工件的各个状态存储通过使用所述工件的各个状态的发生频率计算的发生可能性,通过记录由所述工件状态估计单元估计的所述工件的状态而获得所述发生频率。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置,其中,

基于由所述工件状态估计单元针对所述工件的状态进行的估计的结果,来更新所述发生可能性存储单元中存储的发生可能性。

5. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置,其中,

所述工件状态估计单元被配置为在所述工件处于发生可能性比预定阈值小的状态的情况下,认为所估计的状态是错误的。

6. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置,其中,

所述工件状态估计单元被配置为估计所述工件的状态并且还针对估计结果计算分数,并且

所述可靠度计算单元被配置为在考虑所述分数的同时计算所述可靠度。

7. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置,其中,

所述工件的状态是指所述工件的位置和所述工件的姿态中的任意一者。

8. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置,其中,

所述图像输入单元被配置为输入多个工件的图像。

9. 一种工件拾取系统,其包括:

根据权利要求1至3中的任意一项所述的图像处理装置;

工件拾取单元,被配置为逐一拾取所述工件;以及

选择单元,被配置为基于由所述可靠度计算单元计算的所述可靠度来选择要由所述工件拾取单元拾取的工件。

10. 根据权利要求9所述的工件拾取系统,其中,

所述工件状态估计单元被配置为估计所述工件的状态并且还针对估计结果计算分数,并且

所述选择单元被配置为选择处于所述分数高于预定阈值并且所述发生可能性也高于

预定阈值的状态的工件,作为要由所述工件拾取单元拾取的工件。

11. 根据权利要求 10 所述的工件拾取系统,其中,

所述选择单元被配置为选择处于所述分数高于预定阈值并且所述发生可能性也是最高的状态中的工件,作为要由所述工件拾取单元拾取的工件。

12. 一种图像处理装置的图像处理方法,所述图像处理装置包括发生可能性存储单元,该发生可能性存储单元被配置为存储预先与工件的各个状态相关联的发生可能性,所述图像处理方法包括:

输入工件的图像;

基于输入的图像估计所述工件的状态;以及

基于所估计的所述工件的状态以及与所述工件的状态相对应的发生可能性,针对所估计的所述工件的状态计算可靠度。

13. 一种工件拾取系统的工件拾取方法,所述工件拾取系统包括发生可能性存储单元和工件拾取单元,所述发生可能性存储单元被配置为存储预先与工件的各个状态相关联的发生可能性,所述工件拾取单元被配置为逐一拾取工件,所述工件拾取方法包括:

输入工件的图像;

基于输入的图像估计所述工件的状态;

基于所估计的所述工件的状态以及与所述工件的状态相对应的发生可能性,针对所估计的所述工件的状态计算可靠度;以及

基于所计算的可靠度选择要由所述工件拾取单元拾取的工件。

图像处理装置及图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及当拾取(pick)以预定状态(例如不规则状态)放置的部件(工件(work))时使用的技术。本发明尤其涉及一种当通过照相机等拍摄以预定状态放置的工件,根据拍摄的图像来估计各个工件的位置和/或姿态(orientation),并且拾取工件时使用的技术。

背景技术

[0002] 研发了如下技术,作为通过照相机等拍摄以预定状态放置的工件,并根据拍摄的图像高速估计各个工件的位置和/或姿态的技术。

[0003] 在日本特开 2007-245283 号公报中,当估计工件的姿态时,从所限定的多个稳定姿态中选择姿态,由此意图缩短处理时间。

[0004] 在日本特开 2010-186219 号公报中,针对工件的各个姿态计算稳定性,不使用表现具有低稳定性的姿态的模板,由此意图缩短处理时间。

[0005] 在日本特许第 3300092 号公报中,以概率来预测用于预先确定工件的位置和/或姿态的参数可取的值,指定图像中的运算范围和参数空间范围,由此意图提高运算的效率。

[0006] 为了由机器人从以预定状态(例如不规则状态)放置的工件中依次拾取工件,必须精确地估计工件的位置和/或姿态。

[0007] 日本特开 2007-245283 号公报中的技术将估计的工件的姿态限定为与稳定姿态类似。因此,该技术无法精确地估计已经很大程度地偏离了所假设的稳定姿态的工件的姿态。例如,当由于工件互相交叠等原因而使得发生了很大程度地偏离了稳定姿态的姿态时,出现问题。此外,日本特开 2007-245283 号公报的技术没有针对各个稳定姿态考虑发生该姿态的可能性(发生可能性),因此无法使用发生可能性来降低对于姿态的错误估计。

[0008] 此外,在日本特开 2010-186219 号公报中,当形成模板时使用姿态的稳定性,但是该稳定性不用于获得姿态的精确估计结果。因此,没有考虑通过使用针对姿态估计的稳定性来降低姿态的错误估计。

[0009] 此外,在日本特许第 3300092 号公报中,以概率来预测用于预先确定工件的位置和/或姿态的参数可取的值,但是没有考虑通过使用预测来降低姿态的错误估计。

发明内容

[0010] 针对上述问题提出了本发明,并且本发明的目标在于提供一种当估计工件的状态(位置、姿态等)时,实现降低错误估计的机制。

[0011] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

[0012] 图 1 是例示根据本发明的第一实施例的图像处理装置的示意性结构的一个示例的示意性示图。

- [0013] 图 2 是用于例示本发明的第一实施例并且描述代表性姿态的示意性示图。
- [0014] 图 3A、图 3B、图 3C、图 3D 和图 3E 是例示本发明的第一实施例并且例示处于某些代表性姿态的图 1 中的工件的状态的示意性示图。
- [0015] 图 4A 和图 4B 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的照相机拍摄的图像的一个示例的示意性示图。
- [0016] 图 5 是例示本发明的第一实施例并且例示在图 1 中的工件状态识别处理单元中执行的处理过程的一个示例的流程图。
- [0017] 图 6 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的工件状态识别处理单元进行的位置姿态的估计结果的一个示例的示意性示图。
- [0018] 图 7 是例示本发明的第一实施例并且例示针对发生可能性的计算处理的过程的一个示例的流程图。
- [0019] 图 8 是例示本发明的第一实施例并且例示存储在图 1 中的发生可能性存储单元中的发生可能性的一个示例的示意性示图。
- [0020] 图 9A 和图 9B 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的工件状态估计单元进行的估计结果的一个示例的示意性示图。
- [0021] 图 10 是例示根据本发明的第二实施例的工件拾取系统的示意性结构的一个示例的示意性示图。
- [0022] 图 11 是例示根据本发明的第二实施例的工件拾取系统中的处理过程的一个示例的流程图。
- [0023] 图 12 是例示本发明的第二实施例并且例示由图 10 中的工件状态估计单元进行的估计结果的一个示例的示意性示图。
- [0024] 图 13 是例示根据本发明的第三实施例的工件拾取系统的示意性结构的一个示例的示意性示图。
- [0025] 图 14 是例示本发明的第三实施例并且例示针对发生可能性的计算处理的过程的一个示例的流程图。
- [0026] 图 15 是例示根据本发明的第五实施例的图像处理装置的示意性结构的一个示例的示意性示图。

具体实施方式

- [0027] 下面将参照附图详细描述本发明的优选实施例。
- [0028] (第一实施例)
- [0029] 图 1 是例示根据本发明的第一实施例的图像处理装置 100-1 的示意性结构的一个示例的示意性示图。
- [0030] 图 1 示出了工件 101。在本实施例中,以下将描述估计工件 101 的位置姿态的示例。这里,“位置姿态”可以被理解为“位置和姿态”。
- [0031] 示出了托盘 102。多个工件 101 以不规则状态装载在托盘 102 上。然而,在本实施例中,工件 101 互相不交叠。在第三实施例中描述工件互相交叠的所谓的散装(以堆积状态凌乱地放置多个工件的状态)的示例。
- [0032] 示出了被用作图像输入单元的照相机 103。照相机 103 被固定地安装在未示出的

系统中的框的上部、或者天花板的下面等,并且能够对托盘 102 和装载在托盘 102 上的多个工件 101 的状态拍照,以生成图像(图像数据)。

[0033] 示出了图像处理单元 104。图像处理单元 104 包括如图 1 中所示的照相机控制单元 105、工件状态估计单元 106、发生可能性存储单元 109 以及可靠度计算单元 110。

[0034] 示出了照相机控制单元 105。照相机控制单元 105 执行控制以取入由照相机 103 拍摄的图像(图像数据)。

[0035] 示出了工件状态估计单元 106。工件状态估计单元 106 包括如图 1 所示的字典数据存储单元 107 和工件状态识别处理单元 108。工件状态估计单元 106 使照相机 103 拍摄的图像经受稍后将描述的预定处理,并估计多个工件 101 的位置和 / 或姿态。

[0036] 示出了字典数据存储单元 107。字典数据存储单元 107 将通过从所有方向拍摄工件 101 (就像将工件 101 包裹到球形上一样) 而获得的图像,与姿态信息(包裹工件 101 的球体上的拍摄方向,换句话说,球体上的纬度和经度)相关联,并将相关联的信息存储作为字典数据。但是,实际上,无法准备从所有方向连续拍摄的图像,因此,导致将以一定度数的间隔采样的代表性姿态的图像存储作为字典数据。

[0037] 图 2 是用于例示本发明的第一实施例并且描述代表性姿态的示意性示图。

[0038] 图 2 例示了被称为网格球顶(geodetic dome)的观点。在本实施例中,基本上使用规则二十面体作为该网格球顶,并且当工件 101 被布置在该中心位置时从规则二十面体的各代表点观看的方向(姿态)被定义为代表性姿态。这里,例如各个顶点和各个面的中心点可以用作代表点。在规则二十面体中,顶点的数量是 16,面的数量是 20,因此,能够定义从总共 36 个方向观看的代表性姿态。此外,还需要针对各代表性姿态考虑从各个方向观看时的面内旋转。例如,当以每 18 度角的间隔区分面内旋转时,存在 20 个面内旋转的姿态。因此,在这种情况下,存在 $36 \times 20 = 720$ 个姿态。

[0039] 图 3A 至图 3E 是例示本发明的第一实施例并且例示处于几个代表性姿态的图 1 中的工件 101 的状态的示意性示图。

[0040] 以不规则状态布置的工件 101 具有相对于照相机 103 面向任何方向的可能性,并且还具有在与这些方向相对应的面内旋转任何角度的可能性。因此,字典数据存储单元 107 具有从所有方向(在本实施例中,36 个方向)获得的图像作为字典数据。能够通过使用仿射变换处理而容易地基于代表性姿态的图像生成面内旋转的工件的图像,因此,字典数据存储单元 107 仅存储从 36 个方向拍摄的工件 101 的图像即可。可以在实际处理时生成进行了面内旋转的工件的图像。

[0041] 描述将返回到图 1。

[0042] 示出了工件状态识别处理单元 108。工件状态识别处理单元 108 从照相机控制单元 105 接收图像(图像数据),并执行用于估计图像中的工件的位置姿态的处理。

[0043] 图 4A 和图 4B 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的照相机 103 拍摄的图像的一个示例的示意性示图。在图 4A 中,拍摄了不规则布置的多个工件 101。

[0044] 这里,将参照图 4A、图 4B 和图 5 描述在工件状态识别处理单元 108 中执行的用于估计工件 101 的位置和 / 或姿态的技术。

[0045] 工件状态识别处理单元 108 使用存储在字典数据存储单元 107 中的字典数据作为模板,并且在使模板扫描图像(图 4A)的同时执行相关处理。图 4B 中例示了该状态。在图

4B 中,示出了图像(图像数据)400 和特定的字典数据(模板)401。

[0046] 工件状态识别处理单元 108 根据图 5 所示的流程图估计以预定状态放置的多个工件 101 中的各个的位置和 / 或姿态。

[0047] 图 5 是例示本发明的第一实施例并且例示在图 1 的工件状态识别处理单元 108 中执行的处理的过程的一个示例的流程图。下面将描述图 5。

[0048] 首先,在步骤 S501 中,工件状态识别处理单元 108 从字典数据存储单元 107 获得与初始姿态相对应的字典数据。

[0049] 接着,在步骤 S502 中,工件状态识别处理单元 108 将字典数据作为模板设置到初始扫描位置。在本实施例中,例如,如图 4B 中所例示的,模板(401)应当被设置在图像(400)的左上位置。

[0050] 接着,在步骤 S503 中,工件状态识别处理单元 108 执行当前设置在预定位置的模板和图像(图像数据)之间的相关运算,并计算相关值。在本实施例中,没有特别限定相关运算的技术,因此可以使用已知技术。可以通过例如归一化相关运算来计算相关值。

[0051] 接着,在步骤 S504 中,工件状态识别处理单元 108 将模板设置到图像中的所有位置,并确定是否计算了相关值。

[0052] 当作为步骤 S504 中的确定的结果,确定尚未将模板设置到图像中的所有位置时,处理进入到步骤 S505。

[0053] 当处理进入到步骤 S505 时,工件状态识别处理单元 108 将模板移动至下一个扫描位置,并更新设置了模板的位置。之后,过程切换至步骤 S503 的处理。

[0054] 另一方面,当作为步骤 S504 中的确定的结果,确定已经将模板设置到图像中的所有位置时,处理进入到步骤 S506。

[0055] 当处理进入到步骤 S506 时,工件状态识别处理单元 108 设置所有的字典数据作为模板,并确定是否计算了相关值。

[0056] 当作为步骤 S506 中的确定结果,没有将所有字典数据设置为模板时,处理进入到步骤 S507。

[0057] 当处理进入到步骤 S507 时,工件状态识别处理单元 108 从字典数据存储单元 107 获得与下一个姿态相对应的字典数据,并更新字典数据。在这种情况下,还考虑面内旋转来更新字典数据。换句话说,可能通过使存储在字典数据存储单元 107 中的字典数据(模板)经受仿射变换来转换为新的字典数据。例如,当如上所述,针对 36 个方向中的各个来考虑以每 18 度角为间隔的面内旋转时,应当设置总共 720 个字典数据作为模板。之后,过程切换至步骤 S502 的处理。

[0058] 另一方面,当作为步骤 S506 中的确定的结果,将所有字典数据设置为模板时,处理进入到步骤 S508。

[0059] 当处理进入到步骤 S508 时,工件状态识别处理单元 108 将目前为止获得的相关值以降序顺序排序,并针对结果执行阈值处理。具体地说,在本实施例中,丢弃小于阈值的相关值,仅保存大于等于阈值的相关值。

[0060] 工件状态识别处理单元 108 根据上述图 5 中的步骤 S501 至 S508 的处理过程估计多个工件 101 的位置和姿态。

[0061] 图 6 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的工件状态识别处理单元 108

进行的位置姿态的估计结果的一个示例的示意性示图。

[0062] 图 6 是如下处理的示例,其中,输出了 n 个位置姿态的估计结果,并且估计的位置信息(横向位置和纵向位置)和估计的姿态信息(网格球顶上的纬度和经度以及该位置处的面内旋转角度)均被例示作为估计结果。此外,在图 6 中,针对估计结果中的各个示出的分数代表由工件状态识别处理单元 108 计算的相关值。在图 6 中,例示了 n 个位置姿态的估计结果,但是该数量通常不同于工件 101 的数量。考虑到原因是由于拍照中的噪声、亮度条件等而存在姿态被估计失败的工件(相关值针对所有模板都很低的工件)。根据类似的原因,原因还可能是存在针对多个姿态都输出高相关值的工件,或者工件状态识别处理单元 108 不定期地导致将高的相关值输出至不存在工件的位置。

[0063] 工件状态识别处理单元 108 将关于图 6 中所例示的位置姿态的估计结果的信息输出至可靠度计算单元 110。

[0064] 描述将返回至图 1。

[0065] 示出了发生可能性存储单元 109。发生可能性存储单元 109 将与每个姿态相关联的发生可能性存储于其中。可以通过布置工件的反复实验来预先计算与每个姿态相关联的发生可能性。由于能够通过反复实验来创建与示出发生该姿态多么频繁的发生频率相关的姿态直方图,因此能够基于姿态直方图来计算发生可能性。

[0066] 下面将参照图 7 来描述针对该发生可能性的计算处理的过程。

[0067] 图 7 是例示本发明的第一实施例并且例示针对发生可能性的计算处理的过程的一个示例的流程图。下面将描述图 7。

[0068] 首先,在步骤 S701 中,图像处理单元 104 例如将实验的次数初始化为“0”,并且同时将姿态直方图中的各个直方柱(bin)的值初始化为“0”。

[0069] 接着,在步骤 S702 中,图像处理单元 104 例如通过使用随机数来随机选择(确定)姿态。

[0070] 接着,在步骤 S703 中,具有在步骤 S702 中选择的姿态的工件 101 被从预定高度向托盘 102 丢落。

[0071] 当丢落到托盘 102 上的工件 101 的运动停止时,接着在步骤 S704 中,测定工件 101 的姿态。该姿态可以由人工目测。作为另选方案,可以采用使用上述工件状态识别处理单元 108 并且将例如分数被估计为最高的姿态确定为姿态的测定方法。

[0072] 在结束了姿态的测定之后,接着在步骤 S705 中,图像处理单元 104 例如执行对姿态直方图中针对测定结果的姿态设置的直方柱中的频率值加“1”的处理。

[0073] 接着,在步骤 S706 中,图像处理单元 104 例如执行对实验的次数加“1”的处理。

[0074] 接着,在步骤 S707 中,图像处理单元 104 例如确定实验的次数是否达到了预定次数。

[0075] 当作为步骤 S707 中的确定的结果,实验的次数未达到预定次数时,处理进入到步骤 S708。

[0076] 当处理进入到步骤 S708 时,移除在步骤 S703 中丢落到托盘 102 上的工件 101,过程切换到步骤 S702 中的处理,并且反复实验。在步骤 S708 中移除托盘 102 上的工件的原因在于,在本实施例中,假定工件 101 以不规则状态装载在托盘 102 中,但是工件之间互不交叠这种情况。

[0077] 另一方面,当作为步骤 S707 中的确定的结果,实验的次数达到预定次数时,处理进入到步骤 S709。

[0078] 当处理进入到步骤 S709 时,图像处理单元 104 例如将获得的姿态直方图归一化(将各个直方柱中的频率值除以实验的次数),以获得发生可能性。

[0079] 根据图 7 中的步骤 S701 至 S709 中的上述处理过程而获得的发生可能性被事先存储在发生可能性存储单元 109 中。

[0080] 图 8 是例示本发明的第一实施例并且例示存储在图 1 中的发生可能性存储单元 109 中的发生可能性的一个示例的示意性示图。

[0081] 在图 8 中,在本实施例中,姿态应当是 720 种类型(36 个方向 × 每隔 18 度角的面内旋转)($m=720$)。此外,姿态的索引与姿态(换句话说,纬度和经度、以及面内旋转)彼此一一对应。

[0082] 描述将返回到图 1。

[0083] 示出了可靠度计算单元 110。可靠度计算单元 110 根据从工件状态估计单元 106 输出的关于位置姿态的估计结果的信息(图 6)以及存储在发生可能性存储单元 109 中的关于发生可能性的信息(图 8),针对估计的位置姿态计算可靠度。这里描述的可靠度是如下的指标:可靠度越高,错误的估计越少。因此,被赋予高可靠度的位置姿态的估计结果,导致以高比率表示某一工件的正确的位置姿态。

[0084] 这里,关于计算可靠度的方法,考虑以下粗略划分的两种情况(第一种情况和第二种情况),以使得描述清楚。

[0085] 第一种情况是:针对相同的估计位置,从工件状态估计单元 106 输出多个姿态,作为估计结果。在这种情况下,假定多个估计姿态中的一个估计姿态是工件的真实姿态,并且其他的姿态估计结果为错误的估计。因此,可靠度计算的一个目标是对真实姿态的姿态估计结果设置高的可靠度,而对错误的估计的姿态估计结果设置低的可靠度。

[0086] 第二种情况是:针对多个估计位置中的各个,从工件状态估计单元 106 输出一个姿态,作为估计结果。在这种情况下,从最开始假定存在多个工件,因此期望存在与多个工件的真实姿态中的各个相对应的这种姿态估计结果。然而,考虑到估计结果实际上包括错误估计的姿态估计结果,并且可靠度计算的目标是对这种估计结果设置低的可靠度。

[0087] 图 9A 和图 9B 是例示本发明的第一实施例并且例示由图 1 中的工件状态估计结果 106 进行的估计结果的一个示例的示意性示图。

[0088] 图 9A 例示了在上述第一种情况中,由工件状态估计单元 106 进行的估计结果的一个示例。图 9A 例示了如下情况:针对图像中的左上位置的工件估计了 n 种姿态(在图中省略了其他工件的姿态估计结果)。此外,在图 9A 中,被示出作为分数的 S_{A1} 、 S_{A2} 、... 和 S_{An} 以降序排列。在这种情况下,考虑如下方法,对具有最高发生可能性的姿态赋予高可靠度,对其他姿态赋予低可靠度。这种考虑基于如下观点:很自然地估计最容易发生(具有高发生可能性)的姿态发生。例如,在图 9A 的情况中,考虑这种技术:首先通过参考图 9A 所示的表来研究与估计的姿态 P_{A1} 至 P_{An} 中的各个相对应的发生可能性;然后对具有最高发生可能性的估计姿态(例如,估计姿态 P_{A1})设置高可靠度,而对其他估计姿态(例如,估计姿态 P_{A2} 至 P_{An})设置低可靠度。此外,还考虑在不仅考虑发生可能性还考虑当估计了姿态时获得的分数的情况下来计算可靠度。例如,考虑如下这种方法:对这种分数值包括在

预定数量的较高顺序的分数值中的姿态估计结果中、具有最高发生可能性的姿态赋予高可靠度,而对其他姿态赋予低可靠度。此外,考虑如下这种方法:针对分数值设置预定阈值,对分数值超过阈值的姿态估计结果中、具有最高发生可能性的姿态赋予高可靠度,而对其他姿态赋予低可靠度。此外,可以采用分数值和发生可能性的加权和作为可靠度。在这种情况下,对于权重,可以通过事先不同程度地改变权重的值来进行实验,并且采用示出最好的性能的情况的值(可靠度越大,错误估计的结果越低)。

[0089] 图 9B 例示了在上述第二种情况下,工件状态估计单元 106 的估计结果的一个示例。图 9B 例示了分别针对图像中的 9 个位置估计姿态的情况。(图 9B 例示了如下示例:估计结果 B9 是没有工件的地方的结果,但是由于噪声等原因而发生了错误估计。)在这种情况下,考虑如下这种技术:对发生可能性小于某一阈值的姿态设置低可靠度,而对发生可能性等于或大于该阈值的姿态设置高可靠度。这基于如下观点:由于发生小的发生可能性的姿态是稀有情况,因此怀疑估计结果(对该估计结果设置低可靠度),并且相对信任被估计为容易发生的姿态(具有高发生可能性的姿态)的结果(对该结果设置高可靠度)。例如,在图 9B 的情况下,首先,参照图 9B 中的表研究与估计的姿态 P_B1 至 P_B9 中的各个相对应的发生可能性。作为结果,例如,当估计的姿态 P_B8 和 P_B9 的发生可能性小于阈值时,对估计的姿态 P_B1 至 P_B7 设置高可靠度,对估计的姿态 P_B8 和 P_B9 设置低可靠度。在这种情况下,导致图 9B 的图中的左下部分中存在的工件的位置姿态没有被估计具有高可靠度。因此,防止了错误的估计结果进入到具有高可靠度的估计结果中。这种机制在存在多个估计结果并且需要选择可能是最小可能性错误估计的一个估计结果的情况下(但是将在第二实施例中描述这种系统的详情)十分有效。此外,在第二种情况中,还考虑了如下内容:以与上述第一种情况中相同的方式,不仅考虑发生可能性,还考虑当估计姿态时获得的分数来计算可靠度。例如,考虑如下这种方法:以发生可能性的降序顺序,对这种分数值包含在预定数量的较高顺序分数值中的估计结果,赋予高可靠度,而对其他估计结果赋予低可靠度。此外,考虑如下这种方法:针对分数值设置预定阈值,以发生可能性的降序顺序,对分数值超过阈值的估计结果赋予高可靠度,而对其他估计结果赋予低可靠度。此外,可以以与上述第一种情况中相同的方式,采用分数值和发生可能性的加权和作为可靠度。

[0090] 此外,还考虑以下情况:针对要估计的包括第一种情况和第二种情况中的位置的组合的多个位置中的各个,输出一个或多个姿态作为估计结果。在这种情况下,可以使用如下方法:将第一种情况下计算可靠度的技术与第二种情况下计算可靠度的技术相组合(但是将在第二实施例中描述这种情况中的详情)。

[0091] 与上述的方式一样,可靠度计算单元 110 计算可靠度,将可靠度加到姿态估计结果中,并输出增加了可靠度的估计结果。

[0092] 接下来,将描述根据本实施例的图像处理装置 100-1 的操作序列。

[0093] 首先,照相机 103 获得摄取了工件 101 的图像。

[0094] 接下来,工件状态估计单元 106 估计多个工件 101 的位置姿态。随后,可靠度计算单元 110 针对由工件状态估计单元 106 估计的多个工件 101 的位置姿态计算可靠度。

[0095] 设置有可靠度的位置姿态的估计结果被从可靠度计算单元 110 输出。

[0096] 以上序列是根据本实施例的图像处理装置 100-1 的操作序列。

[0097] 根据本实施例的图像处理装置通过比较发生可能性与姿态估计结果来计算工件

101 的位置姿态的可靠度。例如,当作为针对某一工件 101 的位置姿态的估计结果获得的位置姿态是具有低发生可能性的位置姿态时,图像处理装置确定工件 101 的位置姿态的估计结果可能是错误的估计,并执行对估计结果设置低可靠度的处理。此外,图像处理装置执行通过使用当估计工件 101 的位置姿态时所赋予的分数(例如,相关值),对具有高的发生可能性和高的分数的估计结果赋予较高可靠度的处理。该处理导致被估计作为原始被估计为频繁发生的姿态(具有高发生可能性的姿态)的姿态估计结果更加值得信任。换句话说,与使用当估计工件 101 的位置姿态时获得的分数值作为该状态下的可靠度的操作相比,图像处理装置通过考虑到目前为止获得的知识(姿态是容易发生的姿态还是很少发生的姿态)而计算姿态的可靠度,来提供具有高可靠度的估计结果。

[0098] (第二实施例)

[0099] 在上述第一实施例中,描述了如下示例:通过使用根据本发明的实施例的图像处理装置来估计工件的位置姿态。在第二实施例中,将在下文描述使用估计结果的工件拾取系统。

[0100] 图 10 是例示根据本发明的第二实施例的工件拾取系统 1000-1 的示意性结构的一个示例的示意性示图。在图 10 中,与图 1 中所示的结构的不同结构,由相同的附图标记指定。具体地说,在图 10 中,附图标记 101 至 110 代表与图 1 中相同的结构,因此省略对其描述。

[0101] 图 10 示出了机器人手臂 111。

[0102] 手机构 112 是机器人手臂 111 的末端执行器。

[0103] 机器人手臂 111 和手机构 112 构成了基于机器人控制器 114 的控制按顺序拾取装载在托盘 102 上的多个工件 101 的工件拾取单元。

[0104] 示出了目标工件选择单元 113。目标工件选择单元 113 基于由图像处理单元 104 估计的各个工件的位置和/或姿态的信息和可靠度,确定机器人手臂 111 和手机构 112 本次拾取的工件(目标工件)。目标工件选择单元 113 将确定的目标工件的位置和姿态发送给机器人控制器 114。选择要拾取的工件的技术应当使得在图像处理单元 104 估计位置姿态时被赋予了高可靠度的工件被选择。

[0105] 示出了机器人控制器 114。机器人控制器 114 控制机器人手臂 111 和手机构 112,以使得从装载在托盘 102 上的多个工件 101 中拾取被目标工件选择单元 113 选择了的目标工件。这里,机器人控制器 114 通常包括计算机,但是在本实施例中,不限制结构。

[0106] 接下来,下面将参照图 11 描述根据本实施例的工件拾取系统 1000-1 中的处理的过程。

[0107] 图 11 是例示根据本发明的第二实施例的工件拾取系统 1000-1 中的处理过程的一个示例的流程图。下面将描述图 11。

[0108] 首先,在步骤 S1101 中,照相机 103 基于照相机控制单元 105 的控制拍摄装载在托盘 102 上的工件 101,并获得摄取了工件 101 的图像(图像数据)。然后,图像处理单元 104(照相机控制单元 105)从照相机 103 获得摄取了工件 101 的图像(图像数据)。

[0109] 随后,在步骤 S1102 中,工件状态估计单元 106 根据在步骤 S1101 中获得的图像(图像数据),估计多个工件 101 的位置姿态。

[0110] 随后,在步骤 S1103 中,可靠度计算单元 110 根据从工件状态估计单元 106 输出的

关于位置姿态的估计结果的信息、以及存储在发生可能性存储单元 109 中的关于发生可能性的信息,针对所估计的位置姿态计算可靠度。

[0111] 接下来,在步骤 S1104 中,目标工件选择单元 113 基于在步骤 S1103 中计算的可靠度,从估计了位置姿态的多个工件 101 中选择本次要拾取的工件(目标工件)。

[0112] 接下来,在步骤 S1105 中,目标工件选择单元 113 向机器人控制器 114 通知与在步骤 S1104 中选择的目标工件相关的位置姿态。

[0113] 接下来,在步骤 S1106 中,机器人控制器 114 控制机器人手臂 111 和手机构 112,并执行从装载在托盘 102 上的多个工件 101 中拾取目标工件的处理。

[0114] 接下来,在步骤 S1107 中,工件拾取系统 1000-1(例如图像处理装置或机器人控制器 114)确定是否结束拾取处理。基于是否拾取了预定数量的工件来进行该确定。

[0115] 作为步骤 S1107 中的确定的结果,当拾取处理未结束并且拾取处理继续时,处理切换到步骤 S1101 中的处理。

[0116] 另一方面,作为步骤 S1107 中的确定的结果,当拾取处理结束时,图 11 中所示的流程图的处理结束。

[0117] 顺便提及,可以如在第一实施例中描述的那样来计算图 11 中的步骤 S1103 中的可靠度,但是这里,将描述更普通的情况的操作,其中,针对多个估计位置中的各个,从工件状态估计单元 106 输出一个或多个姿态,作为估计结果。

[0118] 图 12 是例示本发明的第二实施例并且例示图 10 中的工件状态估计单元 106 的估计结果的一个示例的示意性示图。

[0119] 图 12 例示了针对图像中的 9 个位置中的各个估计一个或多个姿态的情况。(图 12 例示了如下示例:估计结果 C17 是不存在工件的地方的结果,但是由于噪声等原因发生了错误估计。)在本实施例中,针对工件拾取系统 1000-1 估计工件的位置姿态,因此在图 11 的步骤 S1104 中,目标工件选择单元 113 选择估计的位置姿态没有错误的工件是很重要的。由于目标工件选择单元 113 基于可靠度选择目标工件,因此,在可靠度计算单元 110 中,对估计的位置姿态没有错误的工件赋予高可靠度,是很重要的。在这种情况下,在可靠度计算单元 110 中,考虑下面这种方法:对分数值设置预定阈值,以发生可能性的降序顺序、对分数值超过阈值的估计结果赋予高可靠度,而对其他估计结果赋予低可靠度。在图 12 中,例如,估计总共 17 种(C1 至 C17)位置姿态,并且对于 17 种分数值(S_C1 至 S_C17)执行阈值处理。此时,假定 C1、C5、C6、C15 和 C16 的估计结果的分数值超过阈值(由图中的箭头所示)。然后,可靠度计算单元 110 研究其发生可能性,并以发生可能性的降序顺序,对估计结果赋予高可靠度。

[0120] 在这种情况下,偶尔相互交替分数值的大小关系和可靠度的大小关系。这基于以下观点。

[0121] 首先,考虑分数值大到某种程度的估计结果(分数值经过了阈值处理的估计结果)相当可靠。但是,由于针对工件拾取系统 1000-1 执行估计,因此期望可靠度计算单元从分数值大到某种程度的各估计结果中选择特别确信不是错误估计的估计结果。在这种情况下,确信选择被估计为原始被估计很可能频繁发生的姿态(具有高发生可能性的姿态)的姿态的估计结果。换句话说,上述方式是如下的观点:当选择具有较高的分数值和较高的发生可能性(与预定阈值相比)的估计结果,而不选择具有较高的分数值(与预定阈值相比)而具

有较低的发生可能性(与预定阈值相比)的估计结果,发生错误估计的可能性更低。

[0122] (第三实施例)

[0123] 在上述第一和第二实施例中,工件 101 以不规则状态装载在托盘 102 上,并且假定工件互相不交叠这种情况。在第三实施例中,将描述如下这种情况:针对工件互相交叠的所谓的散装的工件(以堆积状态凌乱地放置多个工件的状态)估计位置姿态。顺便提及,在针对第三实施例的以下描述中,将主要描述与第一和第二实施例中的内容不同的内容。

[0124] 在第三实施例中,计算存储在发生可能性存储单元中的发生可能性的方法,不同于第一实施例中的情况。在本实施例中,假定工件 101 互相交叠,因此,在图 7 的处理过程中省略步骤 S708。具体地说,在图 7 的步骤 S707 中,确定实验的次数是否达到了预定次数。当实验的次数未达到预定次数时,过程切换到步骤 S702 的处理,并且反复进行实验。此时,不移除先前在步骤 S703 中落入到托盘 102 上的工件 101。当作为图 7 中的步骤 S707 中的确定的结果,实验的数量达到预定次数时,处理进入到步骤 S709。然后,图像处理单元 104 例如归一化获得的姿态直方图(将各个直方柱中的频率值除以实验的次数),以获得发生可能性。由于该处理过程,工件 101 被逐渐散装,因此能够计算处于散装的状态下的工件的发生可能性。通过使用由此获得的发生可能性,也能够针对处于散装的状态下的工件 101 计算本发明中的可靠度。

[0125] 此外,还接受使用针对散装的工件的各个数量(成堆的工件 101 的数量)计算发生可能性的方法。该方法是如下处理:假定成堆的工件 101 的最大数量,并针对包括最大数量或更少数量的工件 101 的处于散装的状态下的工件中的各个计算发生可能性。例如,当假定成堆的工件 101 的数量的最大数量是 30 个时,该方法分别针对包括 1 个工件的堆、包括 2 个工件的堆、…以及包括 30 个工件的堆,计算发生可能性。换句话说,计算 30 种发生可能性。

[0126] 将参照图 13 描述使用针对散装的工件的各个数量计算的发生可能性的上述工件拾取系统。

[0127] 图 13 是例示根据本发明的第三实施例的工件拾取系统 1000-2 的示意性结构的一个示例的示意性示图。在图 13 中,与图 10 中类似的结构由相同的附图标记指定。具体地说,在图 13 中,附图标记 101 至 103、105 至 108、111 至 114 具有与图 10 中相同的结构,因此将省略对其描述。

[0128] 图 13 示出了图像处理单元 1301。如图 13 所示,图像处理单元 1301 包括照相机控制单元 105、工件状态估计单元 106、发生可能性存储单元 1302 以及可靠度计算单元 1303。

[0129] 示出了发生可能性存储单元 1302,其与在根据第二实施例的工件拾取系统 1000-1 中的发生可能性存储单元 109 的不同之处,仅仅在于存储在单元中的发生可能性的数量。具体地说,第一实施例和第二实施例中的发生可能性存储单元 109(图 1 和图 10)是在其中存储一个发生可能性的单元,但是根据本实施例的发生可能性存储单元 1302 应当在其中存储成堆的工件 101 的最大数量(例如 30 个)的发生可能性。

[0130] 示出了可靠度计算单元 1303。当工件拾取操作开始时,在可靠度计算单元 1303 中设置示出了多少工件散装在托盘 102 上的散装的工件的初始数量。可靠度计算单元 1303 在计算可靠度时,通过使用与构成当前堆的工件的数量相对应的发生可能性来计算可靠度。例如,当散装的初始数量是 30 个时,在针对可靠度的第一计算处理中,可靠度计算单元

1303 通过使用包括 30 个工件的堆的发生可能性来计算可靠度。在接下来针对可靠度的计算处理中,由于已经有一个工件从堆积的 30 个工件中被拾取,因此可靠度计算单元 1303 通过使用包括 29 个工件的堆的发生可能性计算可靠度。可靠度计算单元 1303 这样来计算可靠度。

[0131] 此外,还接受提供如下机构:尽管该机构没有例示在图 13 中,但是该机构确定机器人控制器 114 中的拾取的成功/不成功,并通过向可靠度计算单元 1303 反馈信息来计算散装的工件的当前数量。

[0132] 在图 13 中例示的工件拾取系统 1000-2 中,能够使用与散装的工件的状态相对应的发生可能性,并且能够更可靠地计算可靠度。具体地说,当拾取工件 101 的操作继续并且托盘 102 上的工件 101 的数量变少时,可以预料到工件 101 之间以很低的频率互相交叠,并且发生可能性接近在第一和第二实施例中计算的发生可能性。相反地,在拾取工件的操作刚开始之后,工件 101 处于散装的状态,并且以很高的频率互相交叠。因此,可以预料到发生可能性与在第一和第二实施例中计算的发生可能性非常不同。因此,充分考虑发生可能性的状态根据散装的工件的状态而变化,并且因此,考虑使用与散装的工件的状态相对应的发生可能性是有效的。

[0133] 下面将参照图 14 描述本实施例中针对发生可能性的计算处理的过程。

[0134] 图 14 是例示本发明的第三实施例并且例示针对发生可能性的计算处理的过程的一个示例的流程图。下面将描述图 14。

[0135] 首先,在步骤 S1401 中,图像处理单元 1301 例如将实验的次数初始化为“0”,同时将针对散装的工件的各个数量准备的姿态直方图中的各个直方柱的值初始化为“0”。

[0136] 接下来,在步骤 S1402 中,图像处理单元 1301 例如将示出散装的工件的数量的计数器值初始化为“0”。

[0137] 接下来,在步骤 S1403 中,图像处理单元 1301 例如通过使用随机数来随机选择(确定)姿态。

[0138] 接下来,在步骤 S1404 中,具有在步骤 S1403 中选择的姿态的工件 101 被从预定高度向托盘 102 丢落。

[0139] 当被丢落在托盘 102 上的工件 101 的运动停止时,随后在步骤 S1405 中,测定工件 101 的姿态。该姿态可以由人工目测。作为选择,可以采用如下测定方法:使用在第一实施例中描述的工件状态识别处理单元 108,并且确定例如分数被估计为最高的姿态,作为姿态。

[0140] 在姿态的测定结束之后,接下来在步骤 S1406 中,图像处理单元 1301 例如进行针对测定结果的姿态设置的直方柱中的频率值加“1”的处理,该直方柱被认为是姿态直方图中的与示出散装的工件的当前数量的计数器值相对应的直方柱。

[0141] 接下来,在步骤 S1407 中,图像处理单元 1301 例如执行对示出散装的工件的数量的计数器值加“1”的处理。

[0142] 接下来,在步骤 S1408 中,图像处理单元 1301 例如确定示出散装的工件的数量的计数器值是否达到了预定值。

[0143] 当作为步骤 S1408 中的确定的结果,示出散装的工件的数量的计数器值没有达到预定值时,过程切换到步骤 S1403 的处理,并且反复进行该处理。

[0144] 另一方面,当作为步骤 S1408 中的确定的结果,示出散装的工件的数量的计数器值达到了预定值时,处理进入到步骤 S1409。

[0145] 当处理进入到步骤 S1409 时,图像处理单元 1301 例如执行对实验的次数加“1”的处理。

[0146] 接下来,在步骤 S1410 中,图像处理单元 1301 例如确定实验的次数是否达到了预定次数。

[0147] 当作为步骤 S1410 中的确定的结果,实验的次数未达到预定次数时,过程切换到步骤 S1402 的处理,并且反复进行该处理。

[0148] 另一方面,当作为步骤 S1410 中的确定的结果,实验的次数达到了预定次数时,处理进入到步骤 S1411。

[0149] 当处理进入到步骤 S1411 时,图像处理单元 1301 例如使获得的姿态直方图中的各个归一化(将各个直方柱中的频率值除以实验的次数),以获得发生可能性。

[0150] 根据上述图 14 中的步骤 S1401 至 S1411 中的处理过程获得的发生可能性,被事先存储在发生可能性存储单元 1302 中。

[0151] (第四实施例)

[0152] 在上述第一至第三实施例中,示出了图 7 或图 14 中例示的方法,作为计算要存储在发生可能性存储单元(图 1 和图 10 中的 109,以及图 13 中的 1302)中的发生可能性的技术,但是,计算要在本发明中使用的发生可能性的技术不限于此技术。可以采用将在本实施例中示出的通过使用仿真来计算发生可能性的技术。换句话说,在第一至第三实施例中,通过反复实际的实验来计算发生可能性,但是,本实施例示出了如下情况的示例:通过利用工件 101 的三维几何模型虚拟进行实验的仿真,来计算发生可能性。

[0153] 针对发生可能性的计算处理的过程的不同之处仅在于实际实验还是虚拟实验,因此,能够根据与图 7 或图 14 中示出的相同的处理过程来计算发生可能性。然而,在本实施例中,在仿真中丢落工件 101,因此基于仿真,被丢落之后的工件 101 的运动甚至之后停止了运动的工件 101 的位置姿态,都变得清楚。因此,仿真中的实验的优势在于能够比使用实际工件 101 的实验更有效率地计算发生可能性。

[0154] (第五实施例)

[0155] 在上述第一至第四实施例中,采用了计算要事先存储在发生可能性存储单元(图 1 和图 10 中的 109 以及图 13 中的 1302)中的发生可能性的技术,但是计算要在本发明中使用的发生可能性的技术不限于上述技术。该技术可以包括如在本实施例中所示出的,每当识别了工件 101 的位置姿态就更新发生可能性的处理。

[0156] 在本实施例中,将参照图 15 示出该技术的示例,其包括更新第一实施例中例示的图像处理装置 100-1 (图 1) 中的发生可能性的过程。

[0157] 图 15 是例示根据本发明的第五实施例的图像处理装置 100-2 的示意性结构的一个示例的示意性示图。在图 15 中,由相同的附图标记指定与图 1 中所示的结构类似的结构。具体地说,在图 15 中,附图标记 101 至 103、105 至 108 以及 110 具有与图 1 中所示的相同的结构,因此省略其描述。

[0158] 图 15 示出了图像处理单元 1501。如图 15 中所示,图像处理单元 1501 包括相机控制单元 105、工件状态估计单元 106、发生可能性更新单元 1502、发生可能性存储单元

1503 以及可靠度计算单元 110。

[0159] 示出了发生可能性更新单元 1502。每当工件状态估计单元 106 估计工件 101 的位置姿态时,发生可能性更新单元 1502 接收估计结果,更新发生可能性,并将更新的发生可能性存储到发生可能性存储单元 1503 中。

[0160] 示出了发生可能性存储单元 1503。在第一至第四实施例中例示的发生可能性存储单元(图 1 和图 10 中的 109 以及图 13 中的 1302)是在其中存储预先计算出的发生可能性的单元,但是本实施例中的发生可能性存储单元 1503 被配置为能够设置随时从发生可能性更新单元 1502 发送的发生可能性。

[0161] 接下来,将描述由发生可能性存储单元 1503 和发生可能性更新单元 1502 进行针对发生可能性的更新处理的过程。

[0162] 首先,在初始状态(在针对工件 101 的位置姿态的识别处理开始之前)下,如在之前实施例中一样,预先计算的发生可能性(被称为“初始发生可能性”)被存储在发生可能性存储单元 1503 中。类似地,在初始状态下,当计算初始发生可能性时形成的姿态直方图(针对每个姿态的频率值的表)以及此时的实验的次数被存储在发生可能性更新单元 1502 中。

[0163] 接下来,当在工件状态估计单元 106 中开始针对工件 101 的位置姿态的估计处理时,工件状态估计单元 106 将估计的估计结果发送给发生可能性更新单元 1502。发生可能性更新单元 1502 接收估计结果,并执行对针对姿态设置的直方柱中的频率值加“1”、还对实验的次数加“1”的处理。发生可能性更新单元 1502 还通过使获得的姿态直方图归一化(将各个直方柱中的频率值除以实验的次数)来获得新的发生可能性,并将发生可能性设置在发生可能性存储单元 1503 中。在这种情况下,不管由工件状态估计单元 106 估计的估计结果示出了正确的位置姿态,还是示出了错误的位置姿态,都导致发生可能性被更新。因此,如果能够通过一些单元(例如通过人工目测检查)确定估计结果是否正确,则可以仅在估计了正确的位置姿态时更新发生可能性。之后,每当工件状态估计单元 106 估计工件 101 的位置姿态时,发生可能性更新单元反复进行上述处理,并更新发生可能性。

[0164] 因此,发生可能性更新单元 1502 在估计工件 101 的位置姿态的同时更新发生可能性,由此图像处理单元 1501 能够使发生可能性接近反映真实环境(工件 101 散装的状态等)的发生可能性,并且能够更精确地计算接近真实环境的可靠度。当计算初始发生可能性的环境与实际估计工件 101 的位置姿态的环境不同时,该方法是有用的。例如,当托盘 102 的大小和形状在当计算初始发生可能性时的环境和实际环境之间不同时,或者当由于向托盘 102 提供工件 101 的方法之间不同而使得散装的工件的状态改变时,该方法是有用的。

[0165] 此外,如在本实施例中,能够以在更新发生可能性时增加权重的形式,更新发生可能性。例如,在上述示例中,每当工件状态估计单元 106 估计工件 101 的位置姿态时,执行向频率值和实验的次数中的各个加“1”的这种处理,但是,能够以通过改变所加的值来增加权重的形式来更新发生可能性。例如,如果将“2”加到频率值和实验的次数中的各个,则能够使发生可能性更快速地接近反映实际环境的发生可能性。

[0166] 此外,在本实施例中,还可以通过使用针对发生可能性的更新功能,而省略应当事先原始执行的初始发生可能性的计算。在这种情况下,当在实际环境中估计工件 101 的位置姿态时,应当通过使用估计结果计算发生可能性。因此,假定当估计了最开始几个工件 101 的位置姿态时,未计算可靠的发生可能性,但是在这个过程期间,可以对每个姿态设置

相等的发生可能性。

[0167] (其他实施例)

[0168] 在到目前位置描述的实施例中,主要描述了使用关于工件 101 的姿态的发生可能性的情况。但是,要在本发明中使用的发生可能性不限于关于工件 101 的姿态的发生可能性。可以使用例如关于工件 101 的位置的发生可能性。此外,也可以使用取决于位置和姿态两者的发生可能性。

[0169] 例如,当在很多情况下工件 101 布置在托盘 102 的中心的附近,并且不经常布置在边缘周围时,在很多情况下工件存在于所拍摄的图像的中心的附近,因此,通过使用关于位置的发生可能性来计算可靠度,是有效的。此外,当工件被散装,并且当在堆的中心的附近容易发生的姿态与在堆的边缘容易发生的姿态之间存在差异时,姿态的发生的频率根据所拍摄的图像中的位置而变化。因此,通过使用关于位置和姿态的发生可能性来计算可靠度,是有效的。

[0170] 此外,在到目前位置描述的实施例中,示出了要由工件状态识别处理单元 108 估计的工件 101 的位置是二维的情况,但是本发明的目的不限于二维位置。例如,可以估计工件 101 的三维位置。在这种情况下,可以使用还取决于位置的深度方向的发生可能性。此外,如果在这种情况下有必要,则使用还能够获得距离信息的照相机,作为照相机 103。

[0171] 此外,在到目前为止描述的实施例中,示出了使用针对每个姿态准备的模板的相关处理的情况,作为在工件状态识别处理单元 108 中估计位置姿态的技术,但是本发明的目标不限于上述情况。例如,可以使用如下技术:在置换图像中的位置的同时,通过执行使用决策树的姿态估计技术来估计位置和姿态。

[0172] 此外,能够在计算发生可能性时,通过从字典数据中删除与被确定为具有比预定可能性更小的可能性的姿态相对应的模板,来提高估计工件状态识别处理单元 108 中的位置姿态的图像处理的速度。此外,能够通过从要扫描的对象中,排除被确定为具有比预定可能性(预定阈值)更小的可能性的位置,来提高工件状态识别处理单元 108 中估计位置姿态的图像处理的速度。

[0173] 此外,在到目前为止描述的实施例中,通常由计算机来构造图像处理单元(图 1 和图 10 中的 104、图 13 中的 1301 以及图 15 中的 1501),但是本发明不限于该结构。此外,可以将机器人控制器 114 与图像处理单元集成。

[0174] 此外,还可以通过执行以下处理来实现本发明。

[0175] 具体地说,该处理是:通过网络或各种存储介质向系统或装置提供实现上述实施例的功能的软件(程序),并且系统或装置的计算机(或者 CPU、MPU 等)读取并执行程序。该程序和存储该程序的计算机可读记录介质(存储介质)包含的本发明中。

[0176] 此外,本发明的上述实施例仅仅示出了用于执行本发明的实施例的示例,并且本发明的技术范围不应当由这些示例来限制地理解。换句话说,本发明可以在不背离技术思想或主要特征的范围,以任何形式执行。

[0177] 本发明能够提供当估计工件的状态时降低错误估计的结构。

[0178] 具体地说,本发明通过事先计算与工件的各个状态(各个位置姿态等)相对应的发生可能性,并使用该发生可能性,使得能够降低对工件的状态的错误估计。更具体地说,在本发明中用于计算工件的估计状态的可靠度的方法包括:事先计算统计地示出要针对工件

的各个状态生成状态的频繁程度的发生可能性；存储与工件的各个状态相关联的发生可能性；然后对以预定状态放置的工件拍照；根据拍摄的图像估计工件的状态；并且通过先前存储的发生可能性来检查作为估计的结果获得的工件的状态。例如，当作为估计的结果获得的工件的状态示出低发生可能性时，存在很大的可能性针对工件的状态的估计是错误的估计，因此估计的可靠度变低。

[0179] 本发明的实施例还可以通过读出并执行记录在存储介质（例如，非易失性计算机可读存储介质）上的用于执行本发明的上述一个或多个实施例的功能的计算机可执行指令的系统或装置的计算机来实现，以及通过由系统或装置的计算机通过例如从存储介质中读出并执行用于执行上述一个或多个实施例的功能的计算机可执行指令来执行的方法来实现。计算机可以报考中央处理单元（CPU）、微处理单元（MPU）或者其他电路中的一个或多个，并且可以包括单独的计算机或单独的计算机处理器的网络。例如，可以从网络或存储介质向计算机提供计算机可执行指令。存储介质可以包括，例如硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、分布式计算机系统的存储器、光盘（例如压缩光盘（CD）、数字通用磁盘（DVD）或者蓝光磁盘（BD）TM）、闪存存储设备、存储卡等。

[0180] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述，但是应当理解，本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释，以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

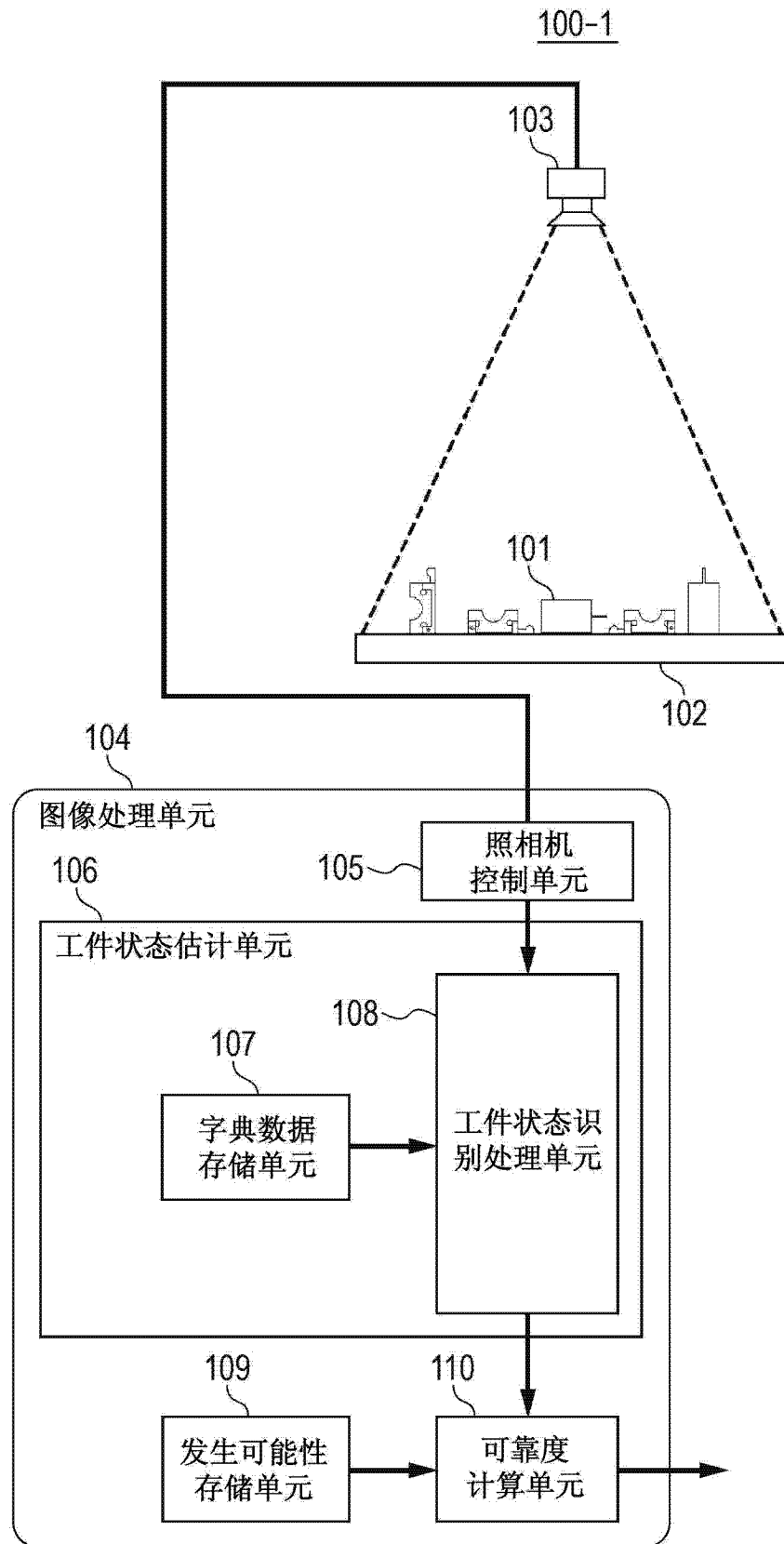


图 1

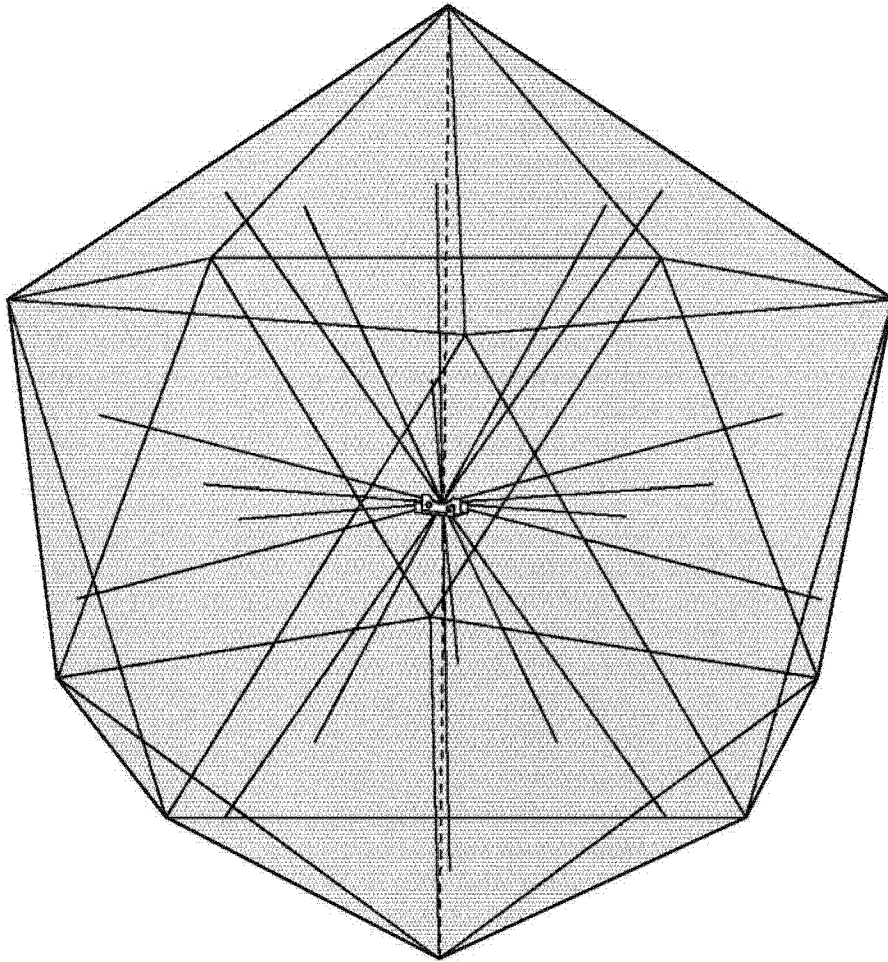


图 2

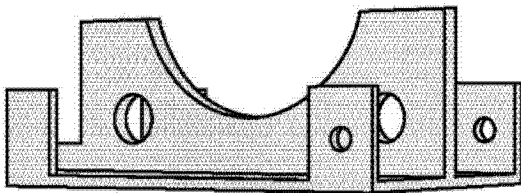


图 3A

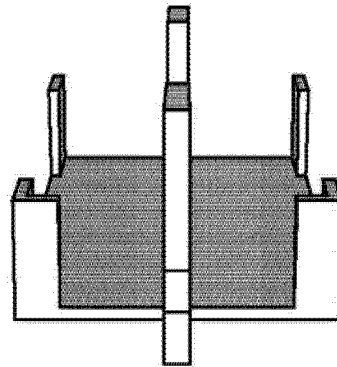


图 3B

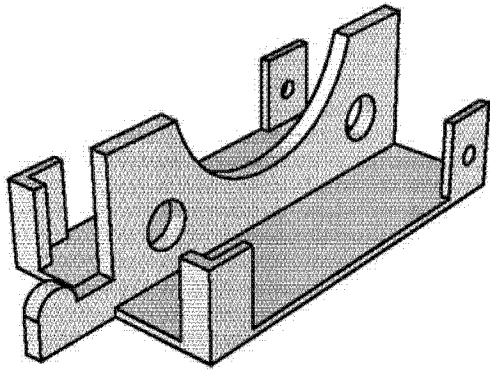


图 3C

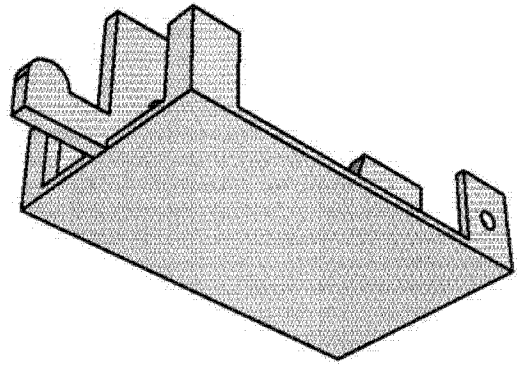


图 3D

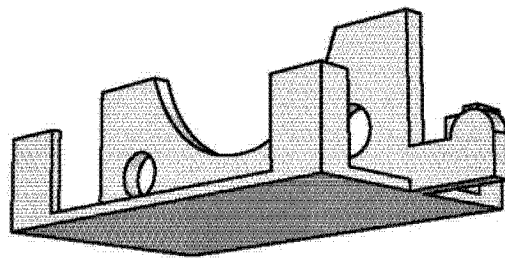


图 3E

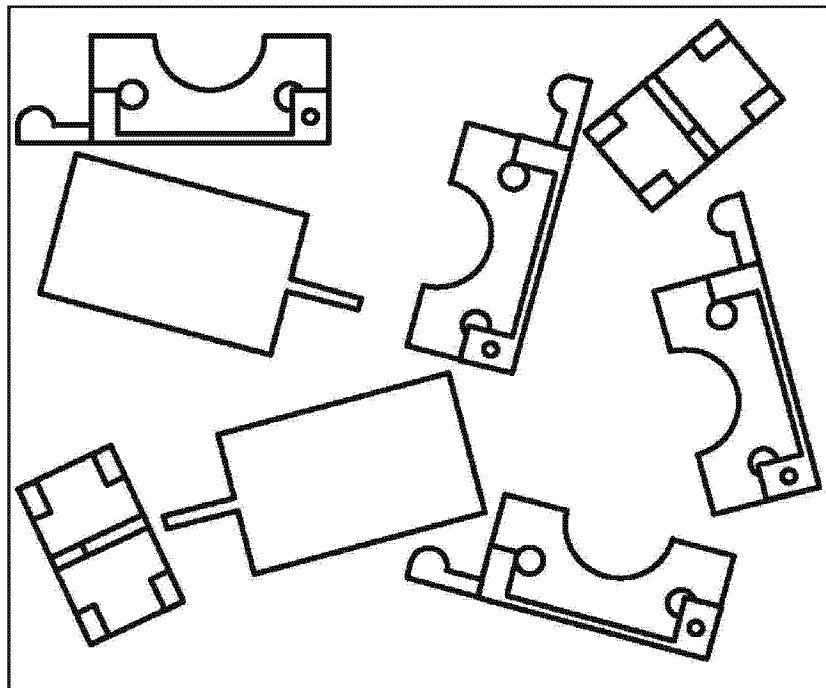


图 4A

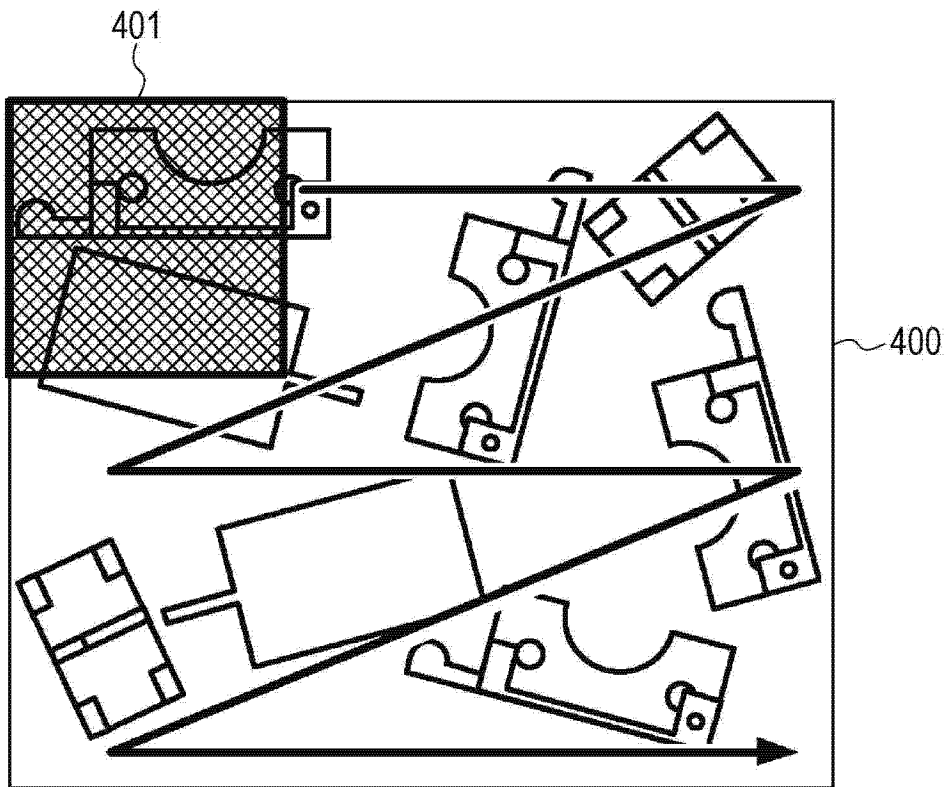


图 4B

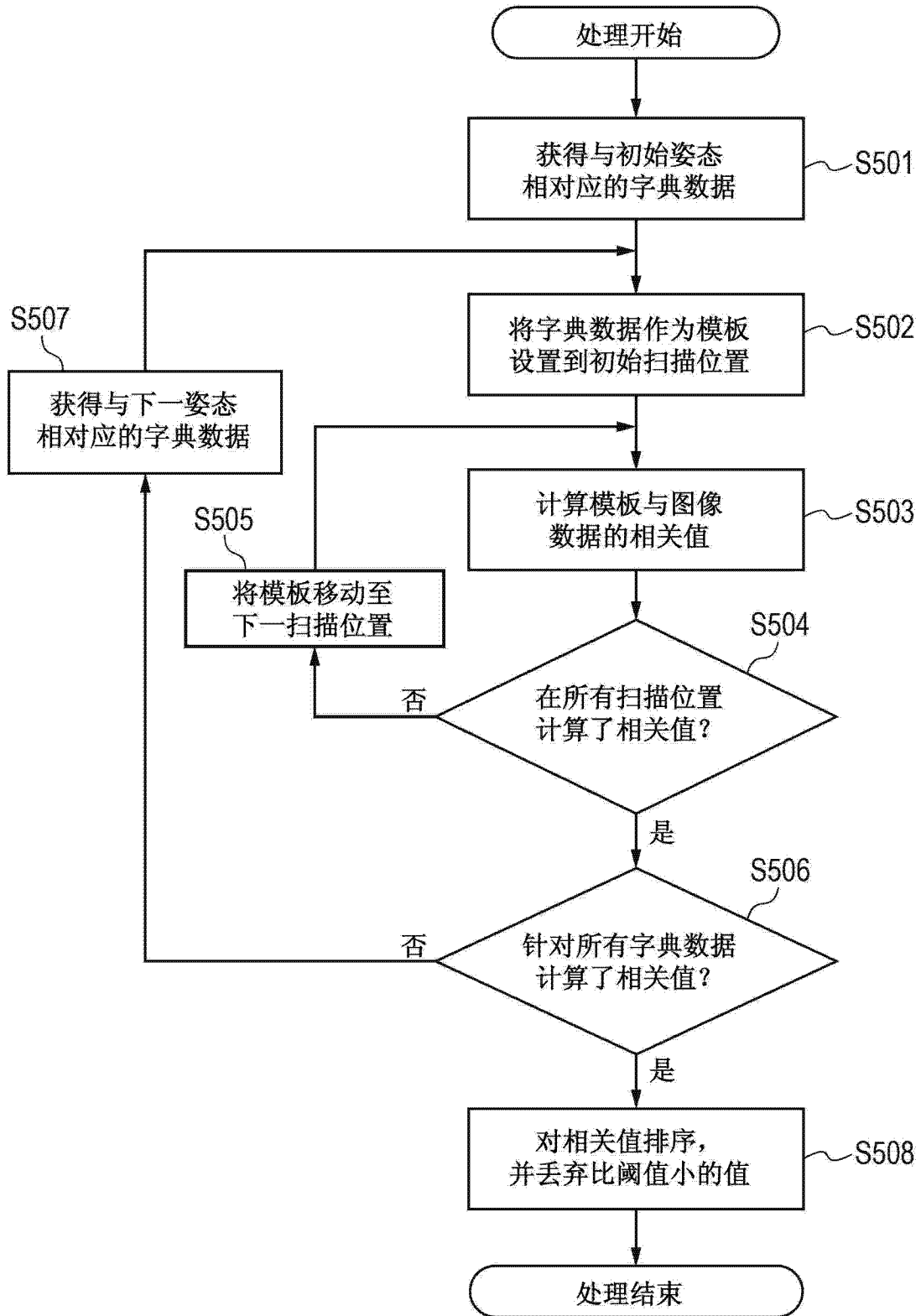


图 5

估计结果的索引	估计的位置信息		估计的姿态信息			分数
	横向位置: X	纵向位置: Y	经度: α	纬度: β	面内角度: γ	
1	X1	Y1	α_1	β_1	γ_1	V1
2	X2	Y2	α_2	β_2	γ_2	V2
...			...			
n	Xn	Yn	α_n	β_n	γ_n	Vn

图 6

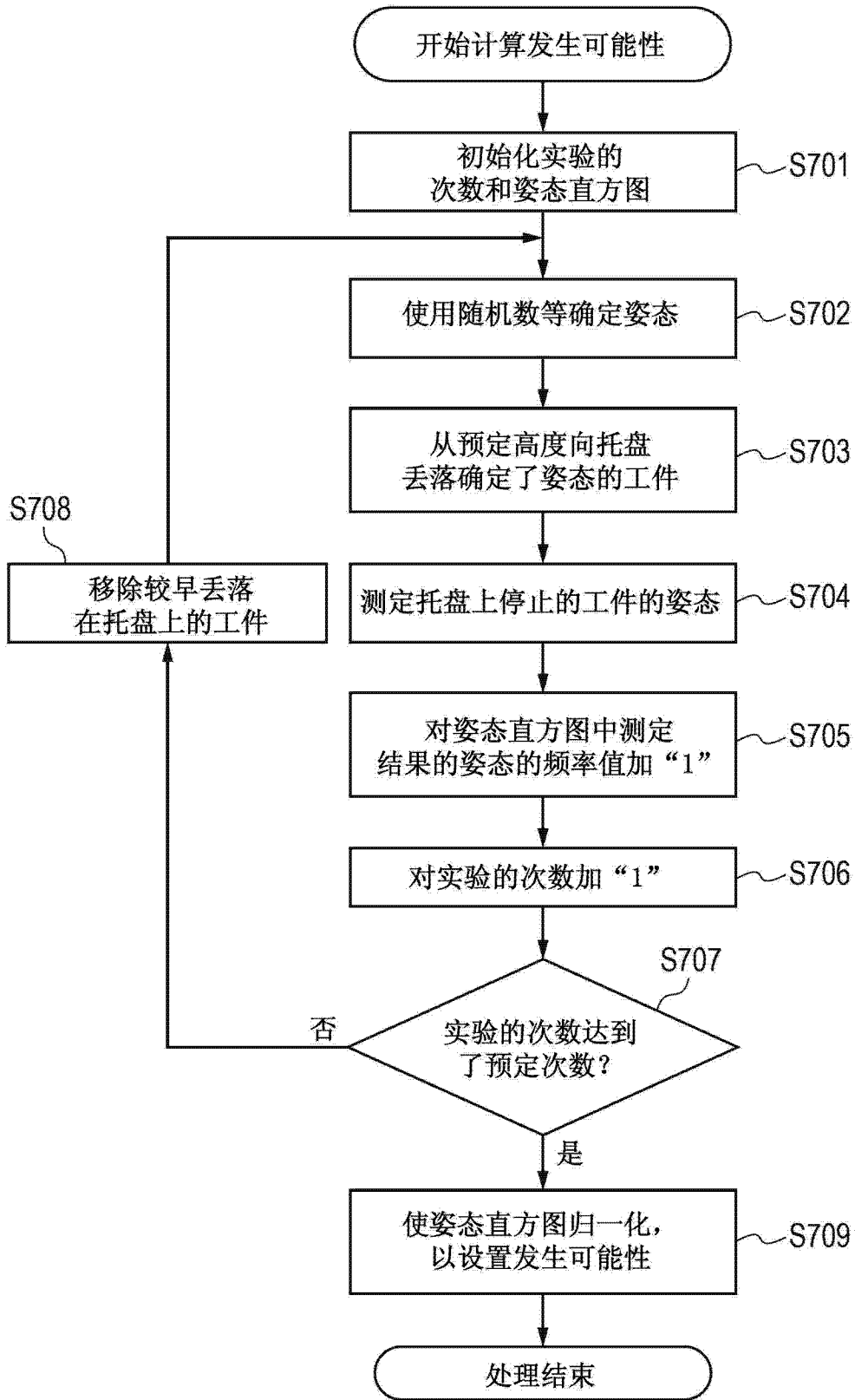


图 7

姿态的索引	发生可能性
P ₁	Prob ₁
P ₂	Prob ₂
...	...
P _m	Prob _m

图 8

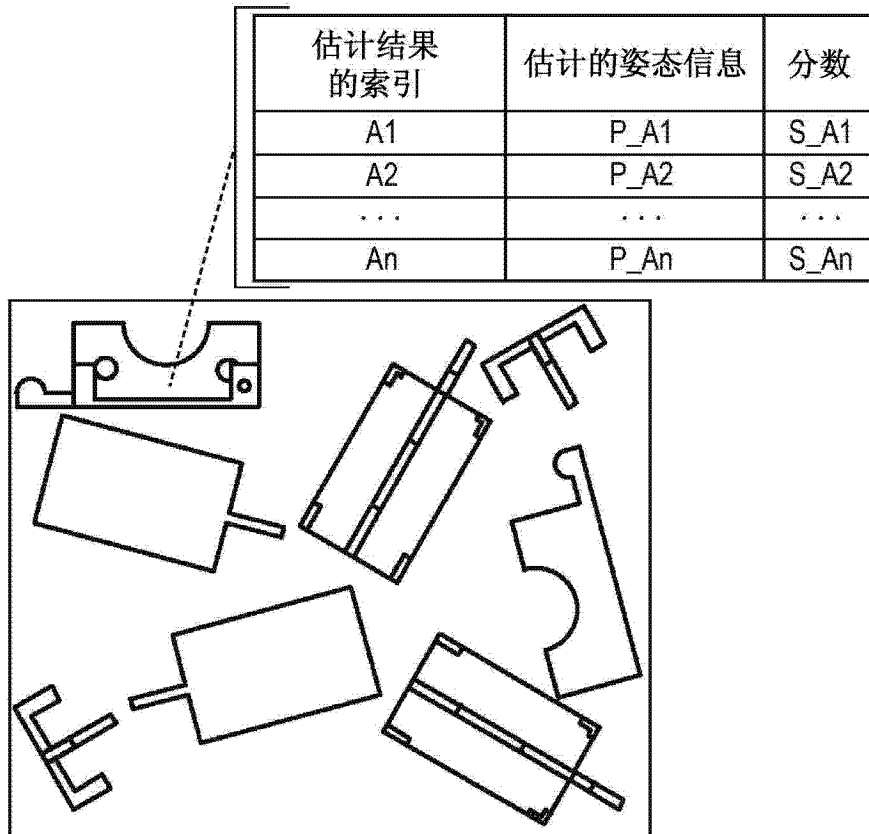


图 9A

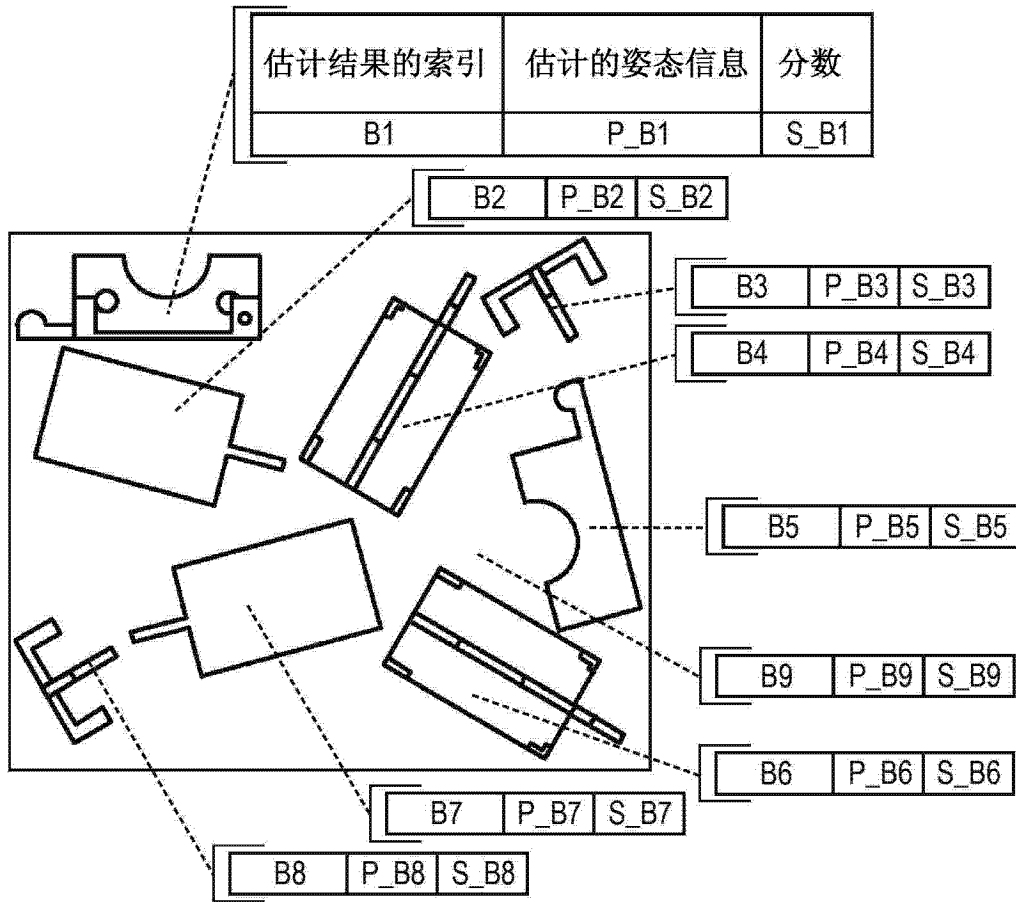


图 9B

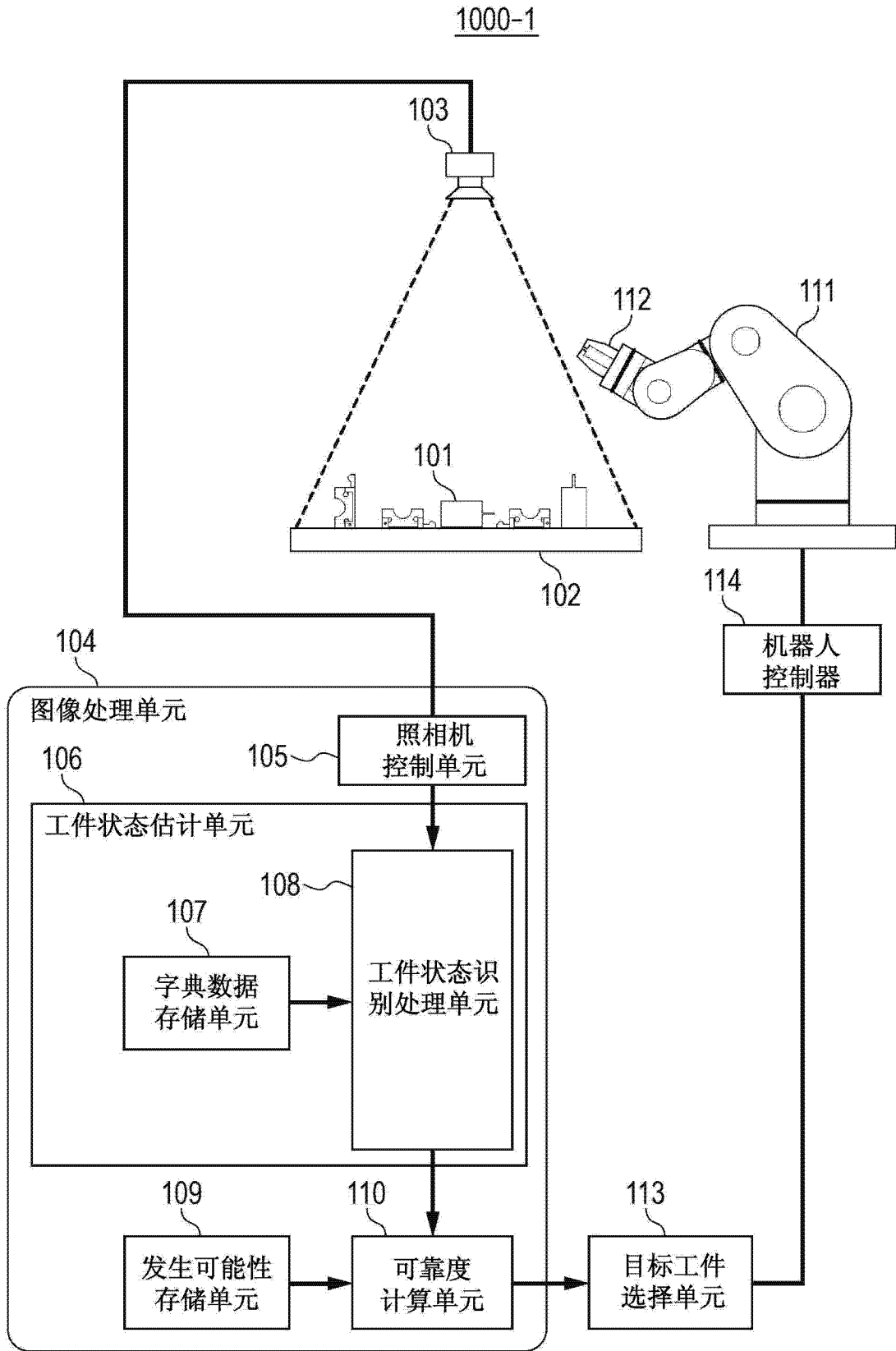


图 10

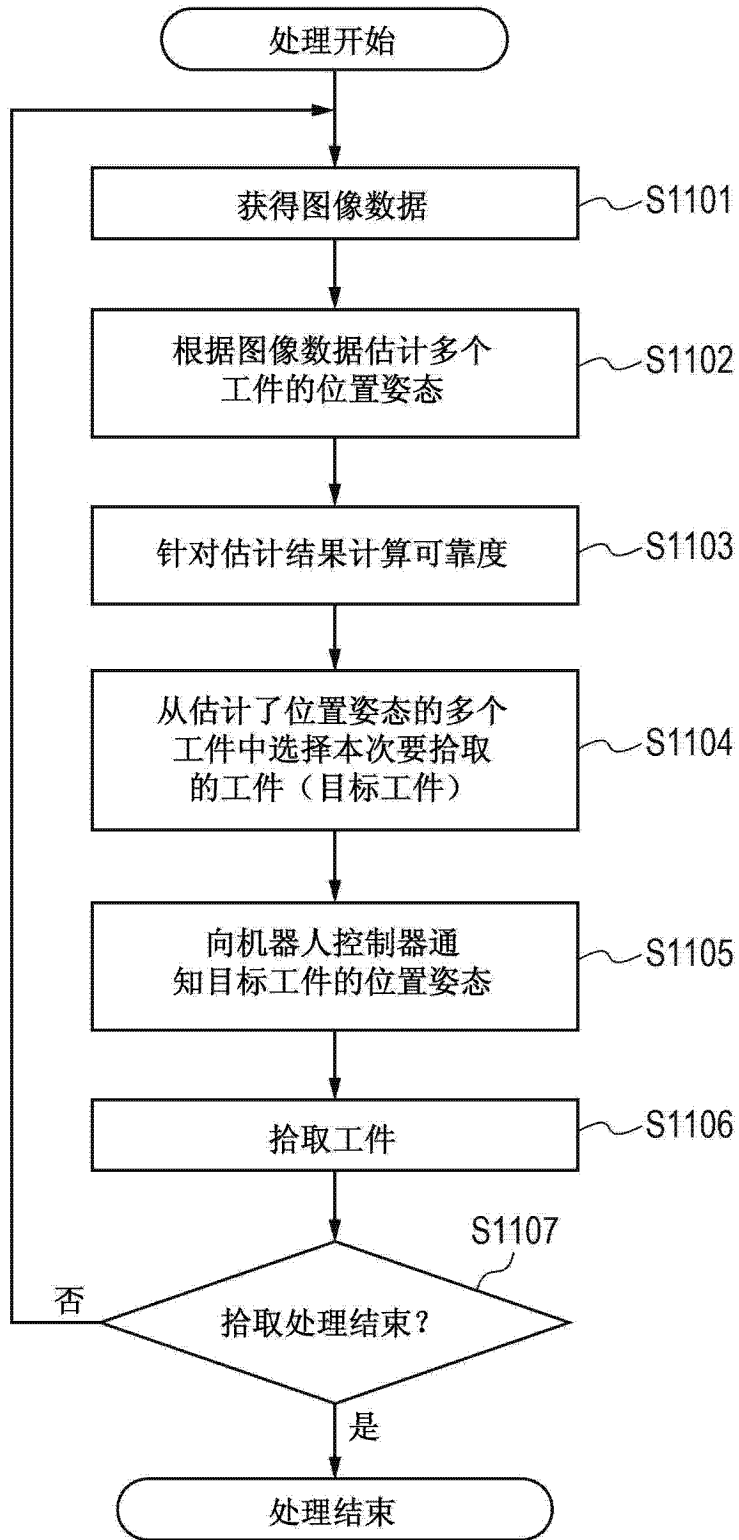


图 11

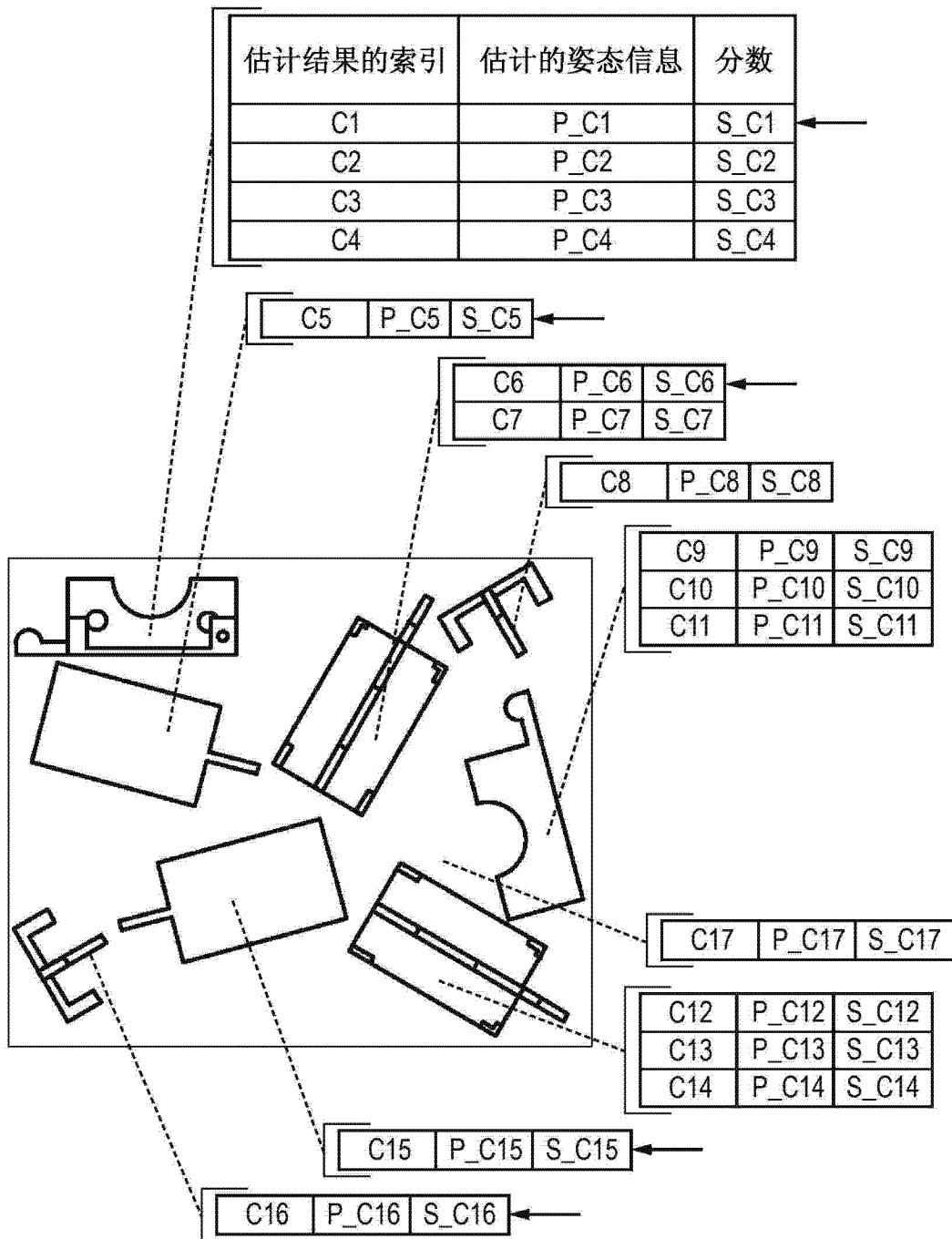


图 12

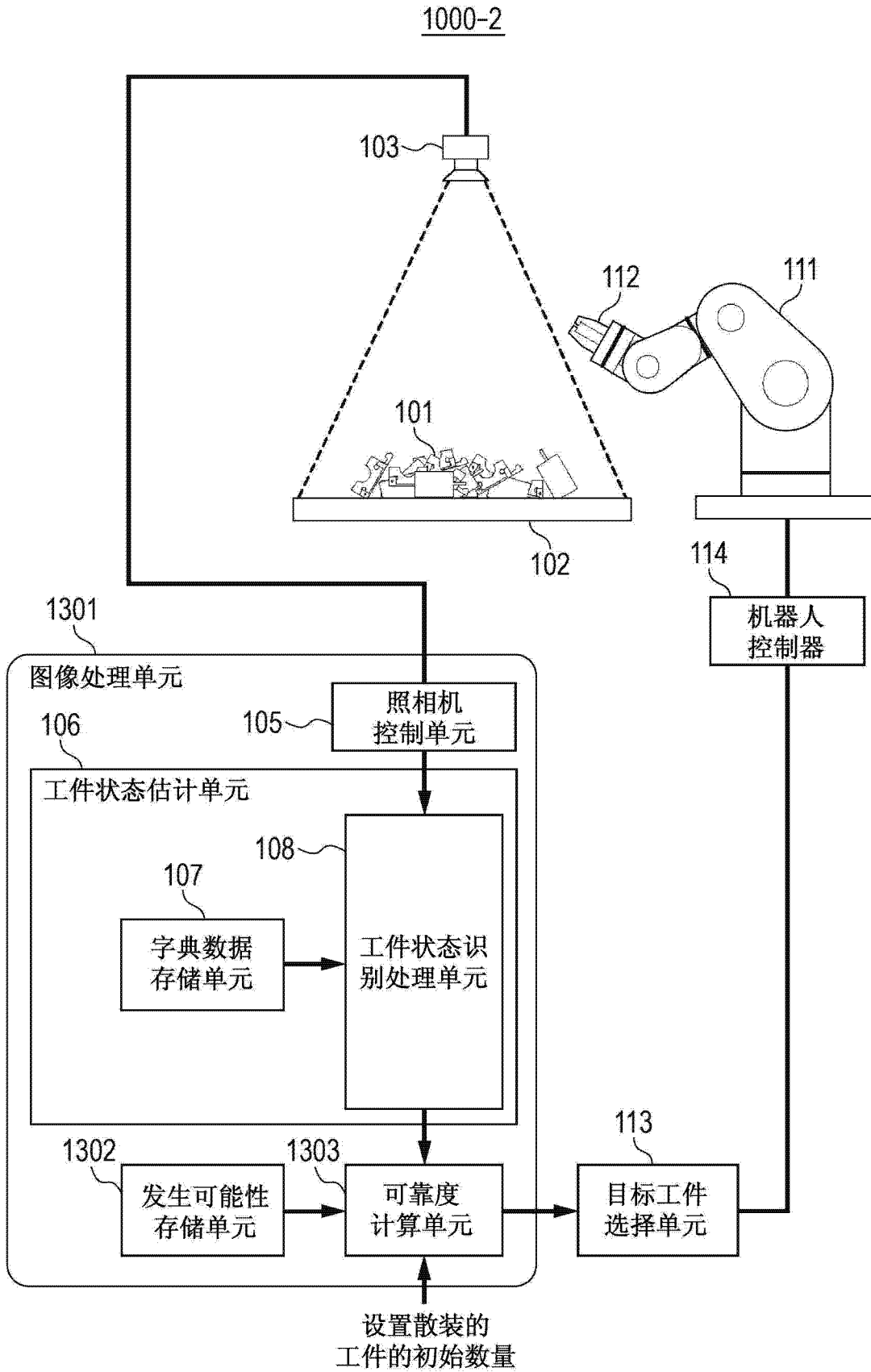


图 13

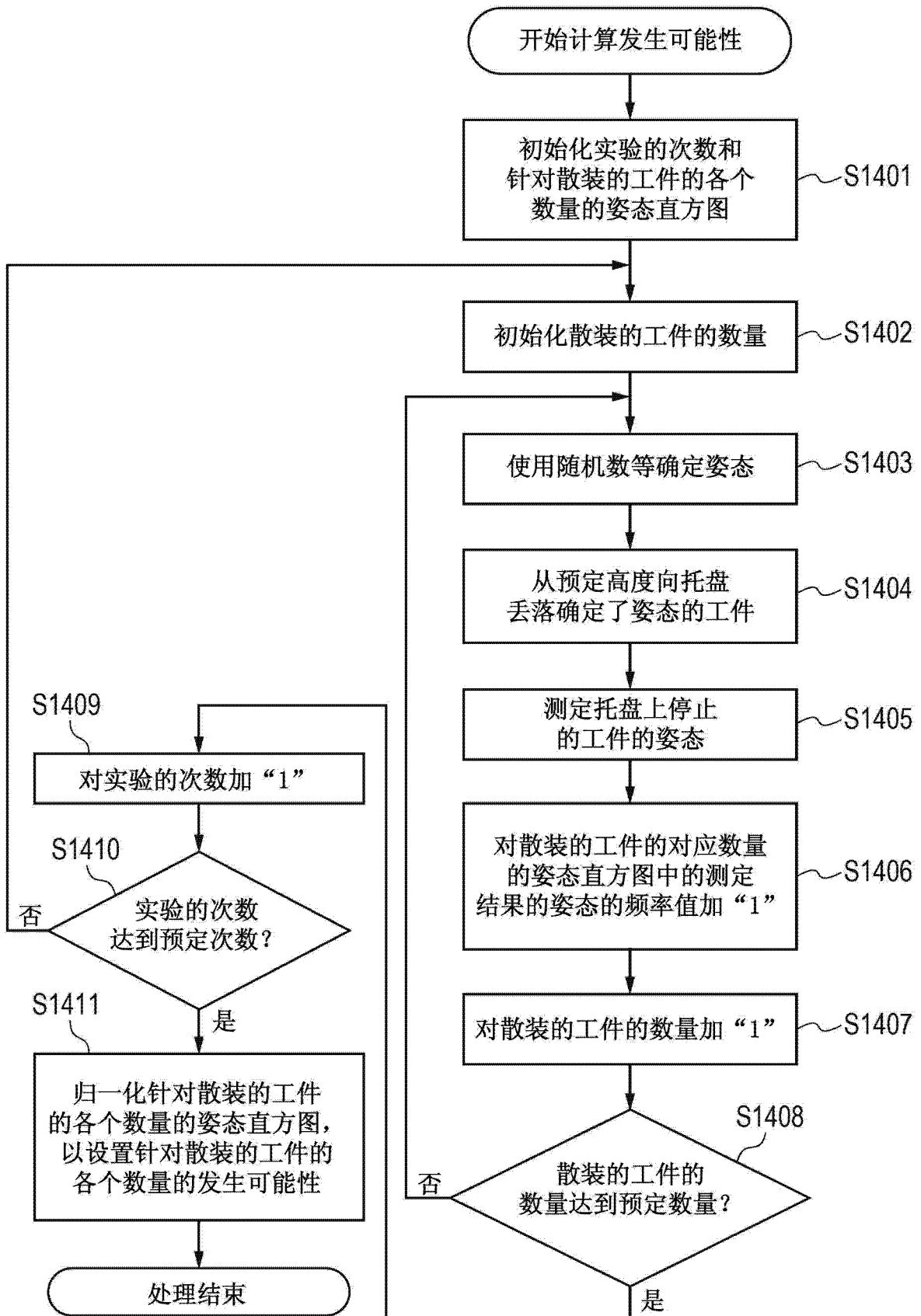


图 14

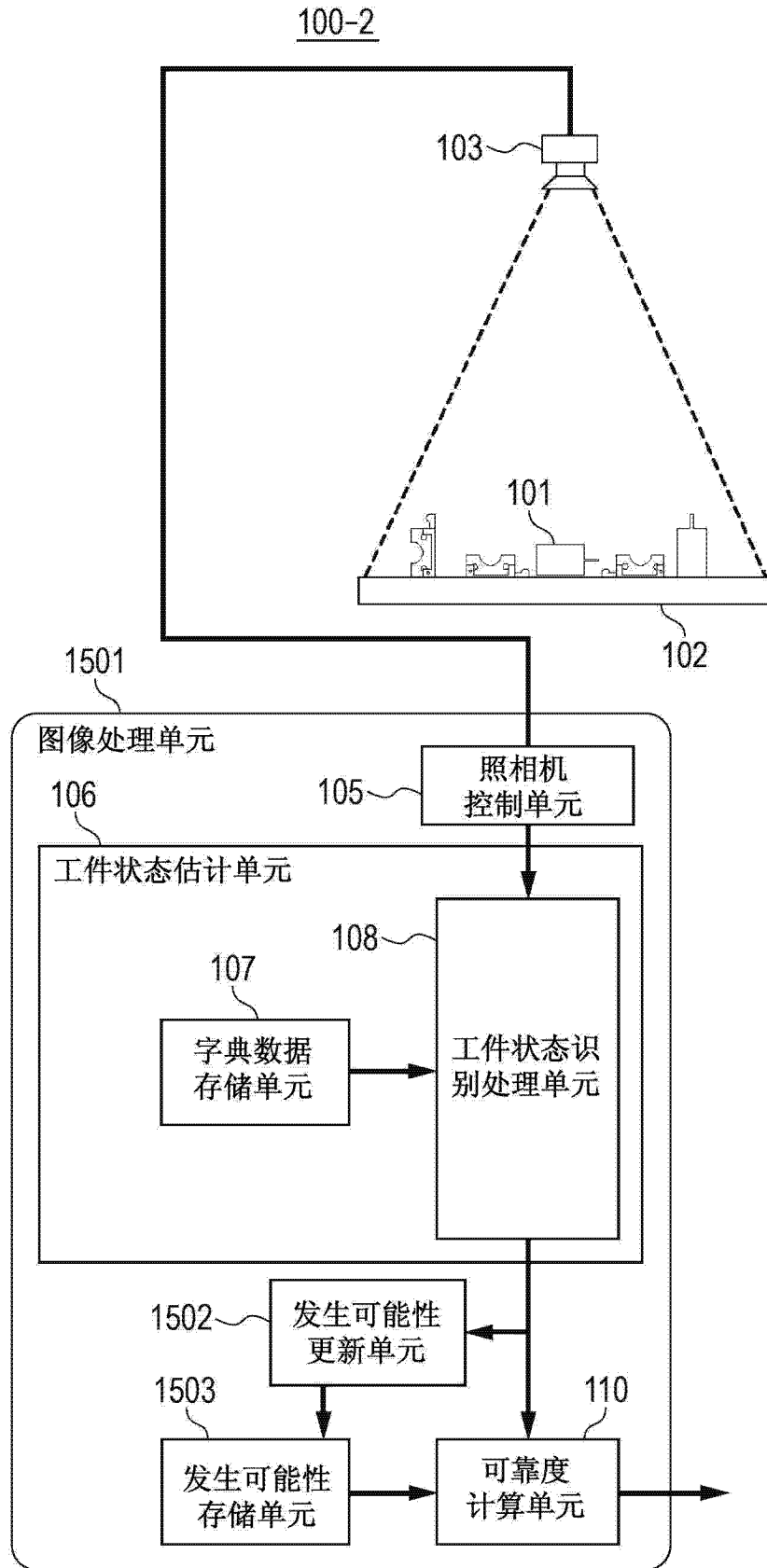


图 15