



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109520416 A
(43)申请公布日 2019.03.26

(21)申请号 201811117749.9

(22)申请日 2018.09.21

(71)申请人 深圳市凌智自动化科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市龙华新区龙华
街道和平东路港之龙科技园商务中心
A座801、803、805、807、809室

(72)发明人 张华伟 何世务 纪静

(74)专利代理机构 广州市越秀区哲力专利商标
事务所(普通合伙) 44288
代理人 齐则琳 张雷

(51)Int.Cl.
G01B 11/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种基于视觉补偿校正的方法、贴合系统及控制设备

(57)摘要

本发明公开了一种基于视觉补偿校正的方法、贴合系统及控制设备,所述方法包括:标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系;标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置;标定旋转中心;标定调整平台的走位偏差;利用第一组图像采集设备和第二组图像采集设备获取第一贴合元件和第二贴合元件对应位置的图像坐标;将第一组图像采集设备和第二组图像采集设备采集的图像坐标计算出校正量;根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量;驱动所述调整平台根据校正总量进行校正。本发明的有益效果为:通过标定测算出校正总量,生产中可实现一次校正,提升校正精度。

CN 109520416 A



1. 一种基于视觉补偿校正的方法,其特征在于,所述方法包括:

提供第一组图像采集设备和第二组图像采集设备,第一组图像采集设备与放置第一贴合元件的固定平台相对应;第二组图像采集设备与放置第二贴合元件的调整平台相对应;

标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系;

标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置;

标定旋转中心;

标定调整平台的走位偏差;

利用第一组图像采集设备和第二组图像采集设备获取第一贴合元件和第二贴合元件对应位置的图像坐标;

将第一组图像采集设备和第二组图像采集设备采集的图像坐标计算出校正量;

根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量;

驱动所述调整平台根据所述校正总量进行校正。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系包括:

将专用标定板分别放置于固定平台及调整平台上,所述专用标定板设有若干标定码,每一所述若干标定码包含所述基准坐标系的坐标信息;

所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备分别获取专用标定板上标定码;

根据所述第一图像采集设备获取的标定码标定所述第一组图像采集设备的基准坐标系,根据所述第二组图像采集设备获取的标定码标定所述第二组图像采集设备的基准坐标系。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述标定调整平台的走位偏差包括:

计算所述调整平台的补偿量;

根据补偿量标定所述调整平台的走位偏差。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述计算所述调整平台的补偿量具体为:

选取所述调整平台的一坐标点;

在所述基准坐标系中选取所述坐标点最接近的8个坐标点;

根据所述坐标点到8个坐标点的距离计算所述坐标点到8个坐标点的权重;

利用所述权重和所述8个坐标点计算所述坐标点的补偿量。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述8个坐标点的坐标设为: $P_i (ox_i, oy_i, oa_i)$, i 为1至8的自然数;

所述坐标点至所述8个坐标点的距离设为 a_i ,所述权重设为 $G(a_i)$,所述权重的计算公式

$$\text{为: } G(a_i) = \frac{\frac{1}{a_i}}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \dots + \frac{1}{a_i}} ;$$

所述坐标点的补偿量分别为:

$$f(x) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (x_i * G(a_i)) \quad ; \quad f(y) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (y_i * G(a_i)) \quad ;$$

$$f(a) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (a_i * G(a_i)) \quad ;$$

其中, $f(x)$ 表示 x 坐标上的补偿量, $f(y)$ 表示 y 坐标上的补偿量, $f(a)$ 表示 x 坐标与 y 坐标的角度 a 的补偿量。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置包括:

利用九点标定法计算出所述第一组图像采集设备与固定平台的位置转化关系, 根据该关系标定第一组图像采集设备相对固定平台的基准位置; 及

利用九点标定法计算出所述第二组图像采集设备与调整平台的位置转化关系, 根据该关系标定第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述计算校正量包括:

利用所述第一组图像采集设备采集的图像坐标计算所述固定平台的偏移量, 并将所述固定平台的偏移量进行校正;

利用所述第二组图像采集设备采集的图像坐标计算所述调整平台的偏移量;

将所述固定平台的偏移量与所述调整平台的偏移量相加得到校正量。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量包括:

将所述调整平台的走位偏差和校正量相加得到校正总量。

9. 一种控制设备, 其特征在于, 包括处理器与存储器, 所述存储器用于存储计算机程序, 所述处理器用于控制所述计算机程序以执行如权利要求1至7项中任意一项所述的方法。

10. 一种贴合系统, 其特征在于, 包括如权利要求9所述的控制设备、第一组图像采集设备、与第一组图像采集设备连接的第一采集卡、第二组图像采集设备、与第二组图像采集设备连接的第二采集卡、固定平台与调整平台, 所述控制设备用于控制所述第一组图像采集设备、与第一组图像采集设备连接的第一采集卡、第二组图像采集设备、与第二组图像采集设备连接的第二采集卡、固定平台与调整平台执行相应的功能。

一种基于视觉补偿校正的方法、贴合系统及控制设备

技术领域

[0001] 本发明涉及工业自动化设备贴合技术领域,尤其涉及一种基于视觉补偿校正的方法、贴合系统及控制设备。

背景技术

[0002] 目前,在工业自动化设备中,对位贴合是一种常见的工艺,随着产品工艺不断升级,对贴合精度、速度要求不断提高。一个贴合系统往往由多相机视觉系统、运动控制系统、微动平台等构成;整个贴合过程为先使用传统标定板对相机组进行标定,通过视觉系统采集产品信息,通过系统计算出贴合偏差,将偏差结果给到控制系统,控制系统驱动微动平台校正偏差,最终达到贴合标准。而传统标定板只能校正畸变,多相机标定的时候,相对位置关系需要通过人工测试计算,效率低且容易出错。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种高效率的基于视觉补偿校正的方法,并使用贴合系统去执行该方法,及控制设备控制执行该方法。

[0004] 一种基于视觉补偿校正的方法,所述方法包括:

[0005] 提供第一组图像采集设备和第二组图像采集设备,第一组图像采集设备与放置第一贴合元件的固定平台相对应;第二组图像采集设备与放置第二贴合元件的调整平台相对应;

[0006] 标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系;

[0007] 标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置;

[0008] 标定旋转中心;

[0009] 标定调整平台的走位偏差;

[0010] 利用第一组图像采集设备和第二组图像采集设备获取第一贴合元件和第二贴合元件对应位置的图像坐标;

[0011] 将第一组图像采集设备和第二组图像采集设备采集的图像坐标计算出校正量;

[0012] 根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量;

[0013] 驱动所述调整平台根据所述校正总量进行校正。

[0014] 进一步地,所述标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系包括:

[0015] 将专用标定板分别放置于固定平台及调整平台上,所述专用标定板设有若干标定码,每一所述若干标定码包含所述基准坐标系的坐标信息;

[0016] 所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备分别获取专用标定板上标定码;

[0017] 根据所述第一图像采集设备获取的标定码标定所述第一组图像采集设备的基准坐标系,根据所述第二组图像采集设备获取的标定码标定所述第二组图像采集设备的基准坐标系。

[0018] 进一步地,所述标定调整平台的走位偏差包括:

[0019] 计算所述调整平台的补偿量;

[0020] 根据补偿量标定所述调整平台的走位偏差。

[0021] 进一步地,所述计算所述调整平台的补偿量具体为:

[0022] 选取所述调整平台的一坐标点;

[0023] 在所述基准坐标系中选取所述坐标点最接近的8个坐标点;

[0024] 根据所述坐标点到8个坐标点的距离计算所述坐标点到8个坐标点的权重;

[0025] 利用所述权重和所述8个坐标点计算所述坐标点的补偿量。

[0026] 进一步地,所述8个坐标点的坐标设为: $P_i (ox_i, oy_i, oa_i)$, i 为1至8的自然数;

[0027] 所述坐标点至所述8个坐标点的距离设为 a_i ,所述权重设为 $G(a_i)$,所述权重的计算

$$\text{公式为: } G(a_i) = \frac{\frac{1}{a_i}}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \dots + \frac{1}{a_i}} ;$$

[0028] 所述坐标点的补偿量分别为:

[0029]

$$f(x) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (x_i * G(a_i)) ; \quad f(y) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (y_i * G(a_i)) ;$$

$$f(a) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (a_i * G(a_i)) ;$$

其中, $f(x)$ 表示 x 坐标上的补偿量, $f(y)$ 表示 y 坐标

上的补偿量, $f(a)$ 表示 x 坐标与 y 坐标的角度 a 的补偿量。

[0030] 进一步地,所述标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置包括:

[0031] 利用九点标定法计算出所述第一组图像采集设备与固定平台的位置转化关系,根据该关系标定第一组图像采集设备相对固定平台的基准位置;及

[0032] 利用九点标定法计算出所述第二组图像采集设备与调整平台的位置转化关系,根据该关系标定第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置。

[0033] 进一步地,所述计算校正量包括:

[0034] 利用所述第一组图像采集设备采集的图像坐标计算所述固定平台的偏移量,并将所述固定平台的偏移量进行校正;

[0035] 利用所述第二组图像采集设备采集的图像坐标计算所述调整平台的偏移量;

[0036] 将所述固定平台的偏移量与所述调整平台的偏移量相加得到校正量。

[0037] 进一步地,所述根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量包括:

[0038] 将所述调整平台的走位偏差和校正量相加得到校正总量。

[0039] 一种控制设备,包括处理器与存储器,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器用于控制所述计算机程序以执行如上所述的方法。

[0040] 一种贴合系统,包括如上所述的控制设备、第一组图像采集设备、与第一组图像采集设备连接的第一采集卡、第二组图像采集设备、与第二组图像采集设备连接的第二采集卡、固定平台与调整平台,所述控制设备用于控制所述第一组图像采集设备、与第一组图像采集设备连接的第一采集卡、第二组图像采集设备、与第二组图像采集设备连接的第二采集卡、固定平台与调整平台执行相应的功能。

[0041] 相比现有技术,本发明的有益效果在于:

[0042] 通过标定测算出调整平台的校正总量,生产中可实现一次校正,提升校正精度;达到降低硬件参数实现同等精度水平,从节省整体成本。

附图说明

[0043] 图1为本发明实施例的基于视觉补偿校正的方法的流程图;

[0044] 图2为本发明实施例的标定基准坐标系的流程图;

[0045] 图3为本发明实施例的标定调整平台的走位偏差的流程图;

[0046] 图4为本发明实施例的计算调整平台的补偿量的流程图;

[0047] 图5为本发明实施例的计算补偿量的示意图;

[0048] 图6为本发明实施例的标定基准位置的流程图;

[0049] 图7为本发明实施例的计算校正总量的流程图;

[0050] 图8为本发明实施例的控制设备的示意图;

[0051] 图9为本发明实施例的贴合系统的示意图。

具体实施方式

[0052] 下面,结合附图以及具体实施方式,对本发明做进一步描述,需要说明的是,在不相冲突的前提下,以下描述的各实施例之间或各技术特征之间可以任意组合形成新的实施例。

[0053] 如图1所示,本发明实施例的一种基于视觉补偿校正的方法,所述方法包括以下步骤。

[0054] 步骤S101:提供第一组图像采集设备和第二组图像采集设备,第一组图像采集设备与放置第一贴合元件的固定平台相对应;第二组图像采集设备与放置第二贴合元件的调整平台相对应。

[0055] 较佳地,第一组图像采集设备与第二组图像采集设备可以为相机,每组图像采集设备设有2-4个相机或者以第一贴合元件及第二贴合元件设定多个,固定平台的第一贴合元件固定不动,将调整平台的第二贴合元件贴合于第一贴合元件。

[0056] 步骤S102:标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系。

[0057] 较佳地,由于第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系是不同的,为了便于读取第一贴合元件及第二贴合元件的坐标,将两者共用同一基准坐标系。

[0058] 步骤S103:标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调

整平台的基准位置。

[0059] 较佳地,在调整平台进行对位调整时,要确定好第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置,确保第一组图像采集设备能够读取到固定平台上的第一贴合元件及第二组图像采集设备能够读取到调整平台上的第二贴合元件。

[0060] 步骤S104:标定旋转中心。

[0061] 较佳地,标定的旋转中心调整平台的旋转中心,在进行旋转中心的标定时,将调整平台上的第二贴合元件进行两次或以上的转动,得到两个或多个旋转图像,在每个旋转图像上选取两个对称点,将两者的对称点连接成线,分别取对称点的连线做垂直平分线,垂直平分线相交处即为旋转中心。

[0062] 步骤S105:标定调整平台的走位偏差。

[0063] 较佳地,因为固定平台与调整平台的坐标相同,固定平台是固定不动的,将固定平台的走位偏差用调整平台来进行校正,即调整平台要校正固定平台与调整平台两者的走位偏差,通过旋转中心确保调整后的两者在对称位置上。

[0064] 步骤S106:利用第一组图像采集设备和第二组图像采集设备获取第一贴合元件和第二贴合元件对应位置的图像坐标。

[0065] 较佳地,在第一贴合元件上选取几个特定的坐标点及在第二贴合元件中心对称该特定的坐标点的位置选取相应的坐标点,第一组图像采集设备采集第一贴合元件的特定的坐标点,第二组图像采集设备采集第二贴合元件的特定的坐标点。使用图像处理算法过滤图像坐标的干扰特征,例如阈值、滤波、膨胀与腐蚀等特征,视具体的图像效果而定。

[0066] 步骤S107:将第一组图像采集设备和第二组图像采集设备采集的图像坐标计算出校正量。

[0067] 较佳地,在移动固定平台及调整平台到对应贴合位置时,采集第一贴合元件与第二贴合元件的移到特定坐标点的实际坐标点位置,由此计算出校正量,校正量包括平面坐标上的X轴、Y轴及X轴与Y轴的夹角 α 的偏移量。

[0068] 步骤S108:根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量。

[0069] 较佳地,调整平台的走位偏差包含有固定平台的走位偏差,将调整平台的走位偏差和校正量两者相加得到校正总量。

[0070] 步骤S109:驱动所述调整平台根据所述校正总量进行校正。

[0071] 较佳地,当调整平台调整好之后,将其对位贴合于固定坐标上,使得第一贴合元件与第二贴合元件。

[0072] 本实施例采取的是多相机同时取像对位的方式,只需要取像一次,速度比传统多次对位或人工对位有本质性提高;利用固定平台及调整平台进行自动对位,不再依赖人去操作,实现全自动化生产作业,并且检测时间大大缩短,提高了工作效率以及稳定性。对位精度方面从传统的 $\pm 0.075\text{mm}$,提升至 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

[0073] 本实施例中,请参看图2,步骤S102所述标定第一组图像采集设备和第二组图像采集设备的基准坐标系以使所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备共用该基准坐标系包括如下步骤。

[0074] 步骤S201,将专用标定板分别放置于固定平台及调整平台上,所述专用标定板设

有若干标定码,每一所述若干标定码包含所述基准坐标系的坐标信息。

[0075] 步骤S202,所述第一组图像采集设备和所述第二组图像采集设备分别获取专用标定板上标定码。

[0076] 步骤S203,根据所述第一图像采集设备获取的标定码标定所述第一组图像采集设备的基准坐标系,根据所述第二组图像采集设备获取的标定码标定所述第二组图像采集设备的基准坐标系。

[0077] 较佳地,专用标定板放置于固定平台与调整平台上,标定码被解码后可以直接获取世界坐标系坐标,传统标定板只能校正畸变,多相机标定的时候,相对位置关系需要通过人工测试计算,效率低且容易出错。使用专用标定板,畸变和多相机位置关系可以一键标定。

[0078] 本实施例中,请参看图3,步骤S105所述标定调整平台的走位偏差包括以下步骤。

[0079] 步骤S301,计算所述调整平台的补偿量。

[0080] 步骤S302,根据补偿量标定所述调整平台的走位偏差。

[0081] 本实施例中,请参看图4,所述计算所述调整平台的补偿量具体为。

[0082] 步骤S303,选取所述调整平台的一坐标点。

[0083] 步骤S304,在所述基准坐标系中选取所述坐标点最接近的8个坐标点。

[0084] 步骤S305,根据所述坐标点到8个坐标点的距离计算所述坐标点到8个坐标点的权重。

[0085] 步骤S306,利用所述权重和所述8个坐标点计算所述坐标点的补偿量。

[0086] 较佳地,上述计算过程为一个坐标点的补偿量的计算,可在调整平台选取各坐标点进行补偿量计算,按照以上方式进行一一计算得到相应的补偿量,以获取的调整平台各坐标点的补偿量。较佳地,本实施例还可以根据统计出来的补偿量进行统计分析,如果补偿量呈现一致性规律,进行存储供下一次处理进行调用。如果补偿量呈现出非一致性规律,进行按照以上方式再次进行补偿量计算,直到得出呈一致性规律的补偿量为止。

[0087] 本实施例中,请参看图5,所述8个坐标点的坐标设为 $P_i (ox_i, oy_i, oai)$, i 为1至8的自然数;

[0088] 所述坐标点A至所述8个坐标点的距离设为 a_i ,所述权重设为 $G(a_i)$,所述权重的计

算公式为:

$$G(a_i) = \frac{\frac{1}{a_i}}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \dots + \frac{1}{a_i}} ;$$

[0089] 所述坐标点的补偿量分别为:

[0090]

$$f(x) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (x_i * G(a_i)) ; \quad f(y) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (y_i * G(a_i)) ;$$

$$f(a) = \sum_{k=0}^8 \binom{8}{k} (a_i * G(a_i)) ;$$

其中, $f(x)$ 表示x坐标上的补偿量, $f(y)$ 表示y坐标

上的补偿量, $f(a)$ 表示 x 坐标与 y 坐标的角度的补偿量。

[0091] 本实施例中, 请参看图6, 步骤S103所述标定第一组图像采集设备相对固定平台和第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置包括以下步骤。

[0092] 步骤S401, 利用九点标定法计算出所述第一组图像采集设备与固定平台的位置转化关系, 根据该关系标定第一组图像采集设备相对固定平台的基准位置; 及

[0093] 步骤S402, 利用九点标定法计算出所述第二组图像采集设备与调整平台的位置转化关系, 根据该关系标定第二组图像采集设备相对调整平台的基准位置。

[0094] 本实施例中, 请参看图7, 步骤S107所述计算校正量具体包括如下步骤。

[0095] 步骤S501, 利用所述第一组图像采集设备采集的图像坐标计算所述固定平台的偏移量, 并将所述固定平台的偏移量进行校正。

[0096] 步骤S502, 利用所述第二组图像采集设备采集的图像坐标计算所述调整平台的偏移量。

[0097] 步骤S503, 将所述固定平台的偏移量与所述调整平台的偏移量相加得到校正量。

[0098] 本实施例中, 步骤S108所述根据所述调整平台的走位偏差和校正量计算出校正总量包括:

[0099] 将所述调整平台的走位偏差和校正量相加得到校正总量。

[0100] 较佳地, 走位偏差与校正量相加的数值包括在 x 轴上的偏移量、 y 轴上的偏移量及 x 轴与 y 轴的夹角 a 的偏移量。

[0101] 如图8所示, 一种控制设备10, 包括处理器11与存储器12, 所述存储器12用于存储计算机程序, 所述处理器11用于控制所述计算机程序以执行上述的方法。

[0102] 较佳地, 该控制设备10为工控机, 工控机还包括显示界面(图中未示出), 将上述方法中分析出的补偿量与校正量的数据进行保存, 方便后续查询, 显示界面会显示该产品补偿量与校正量的数据, 需要确认也可以拍照一次进行复检。

[0103] 如图9所示, 一种贴合系统100, 包括上述控制设备10、第一组图像采集设备30、与第一组图像采集设备30连接的第一采集卡60、第二组图像采集设备50、与第二组图像采集设备50连接的第二采集卡70、固定平台20与调整平台40, 所述控制设备10用于控制所述第一组图像采集设备30、与第一组图像采集设备30连接的第一采集卡60、第二组图像采集设备50、与第二组图像采集设备50连接的第二采集卡70、固定平台20与调整平台40执行相应的功能。

[0104] 所述第一采集卡60与第二采集卡70连接于控制设备10并接收所述控制设备的采集指令用以采集所述第一组图像采集设备30与第二组图像采集设备50 获取的图像;

[0105] 所述控制设备10收集并分析所述第一组图像采集设备30与第二组图像采集设备50采集的图像信息后控制所述固定平台20与调整平台40进行校正及对位贴合。

[0106] 本实施例第一组图像采集设备30与第二组图像采集设备50通过线材90连接到第一采集卡60与第二采集卡70; 第一采集卡60与第二采集卡70通过PCIe (peripheral component interconnect express, 高速串行计算机扩展总线) 接口80 插在控制设备上, 实现数据交互; 控制设备不仅控制第一采集卡60与第二采集卡70, 还与外界设备进行通讯, 控制调整平台进行补偿走位校正, 并且控制固定平台20上第一贴合元件21的与调整平台40上的第二贴合元件41进行对位贴合, 完成整个系统循环执行。

[0107] 上述实施方式仅为本发明的优选实施方式,不能以此来限定本发明保护的范围,本领域的技术人员在本发明的基础上所做的任何非实质性的变化及替换均属于本发明所要求保护的范围内。

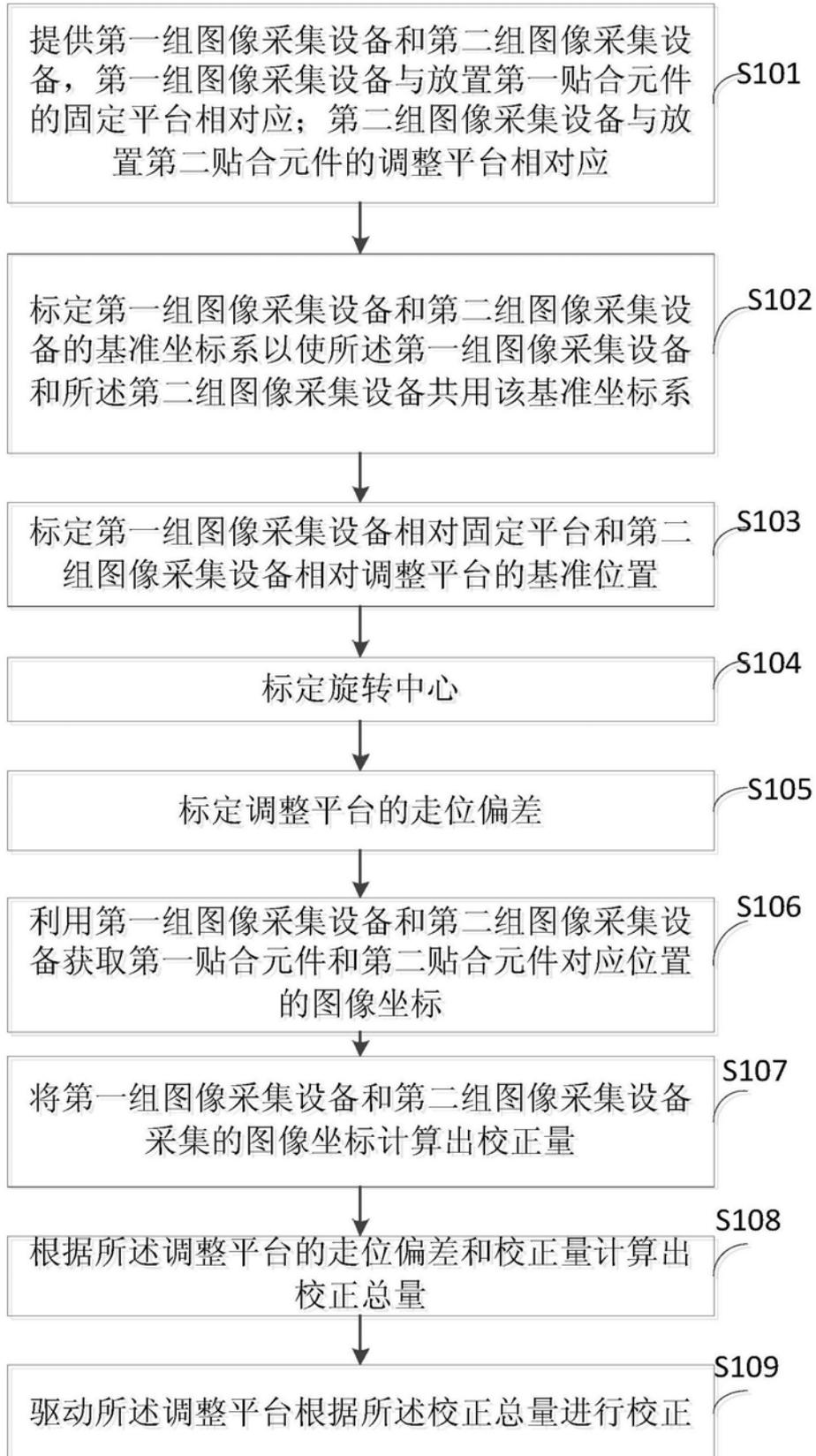


图1

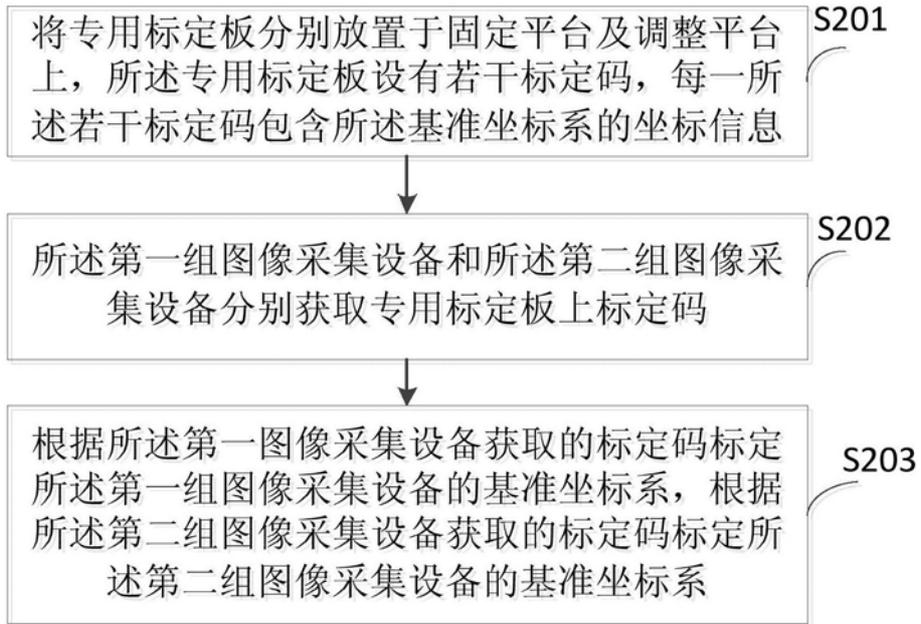


图2

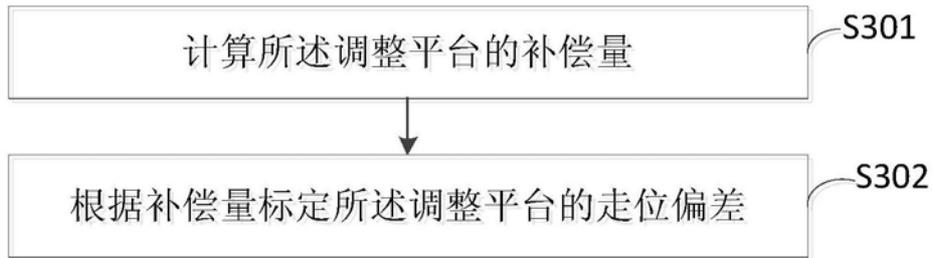


图3

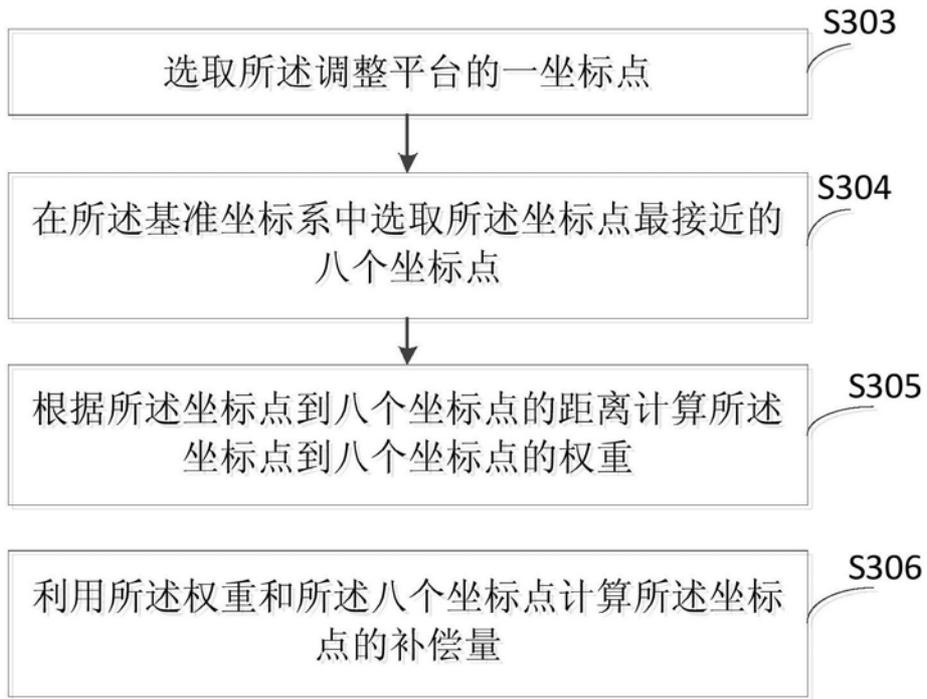


图4

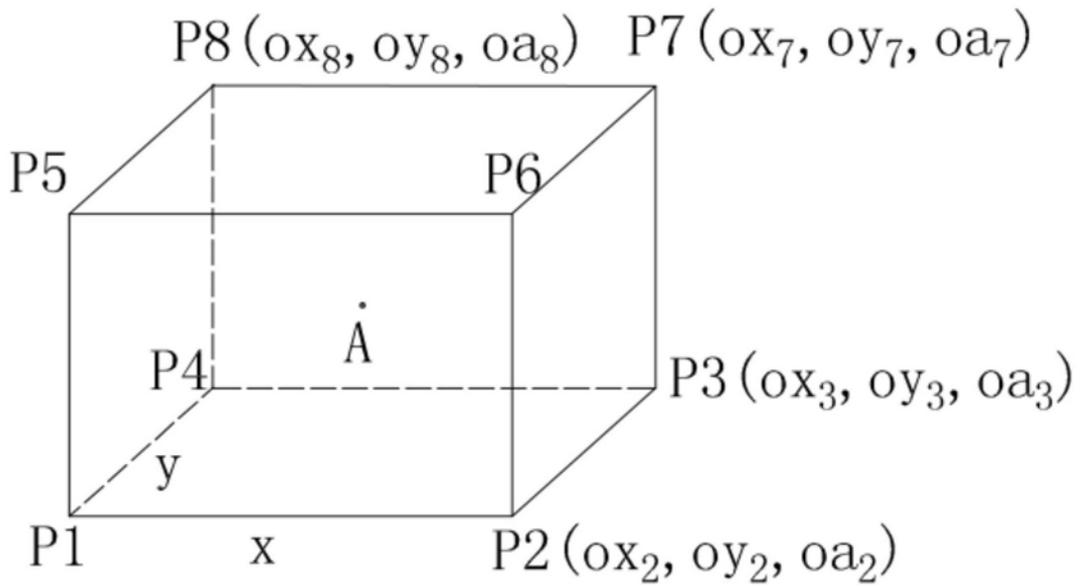


图5

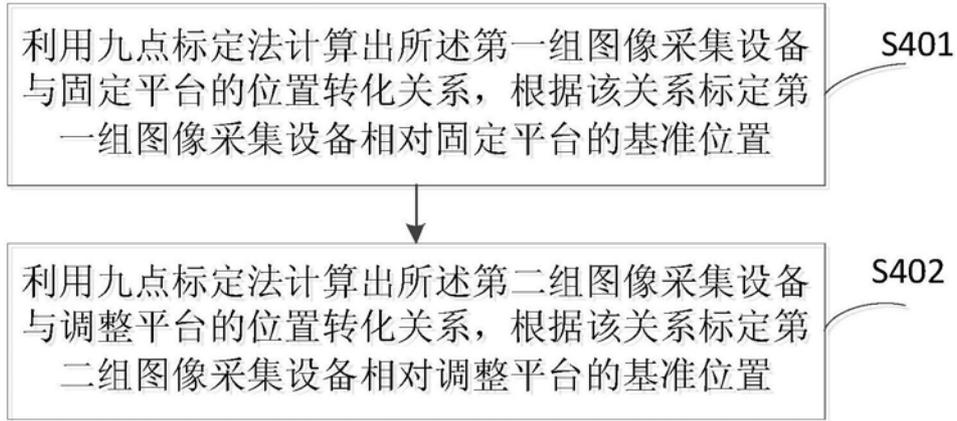


图6

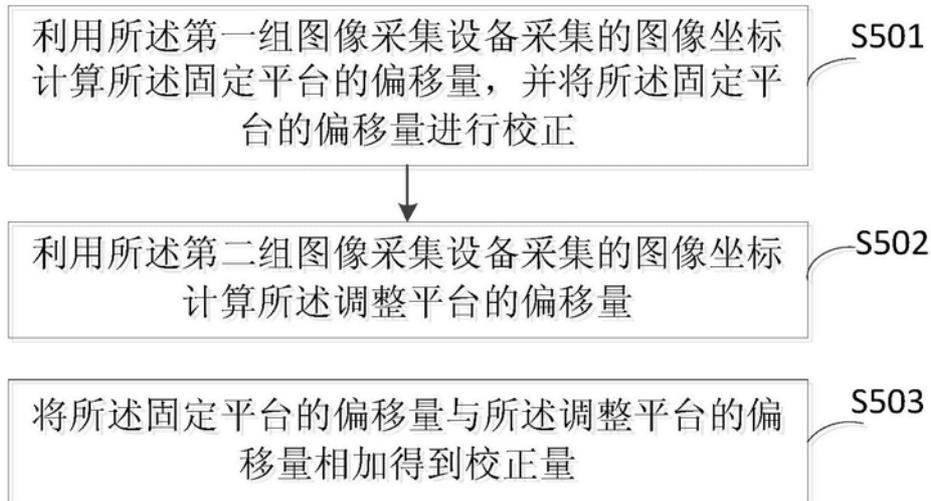


图7

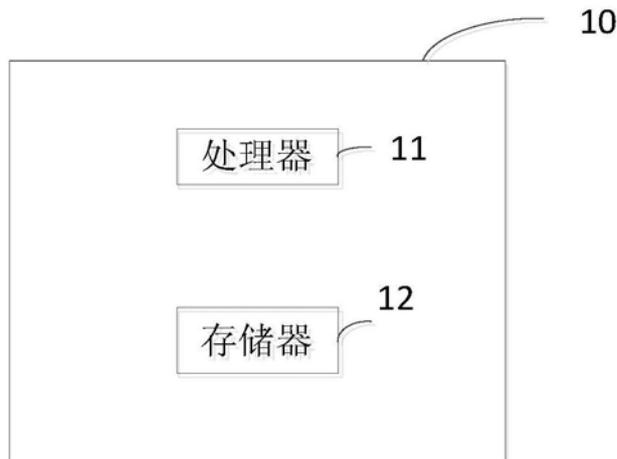


图8

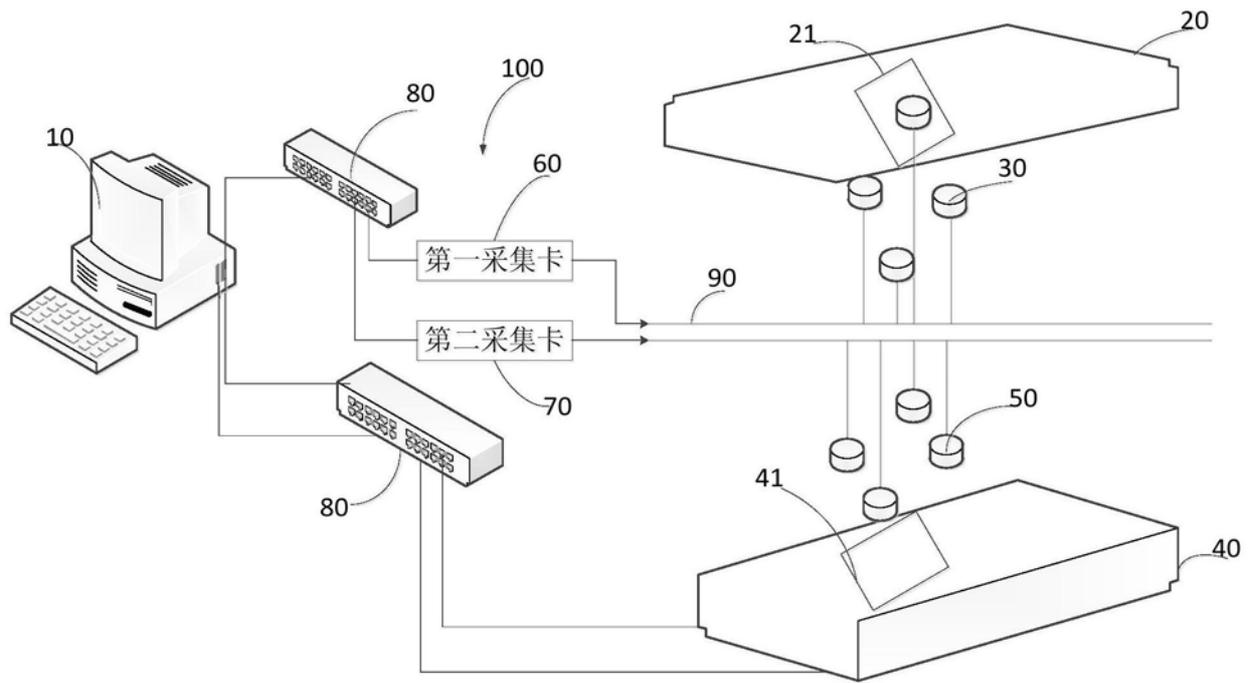


图9