



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117745833 A

(43) 申请公布日 2024.03.22

(21) 申请号 202410186354.3

(22) 申请日 2024.02.20

(71) 申请人 中科慧远人工智能(烟台)有限公司

地址 265499 山东省烟台市招远市皮草小镇烟台路1号

(72) 发明人 张庆良

(74) 专利代理机构 北京开阳星知识产权代理有限公司

11710

专利代理师 郭鑫

(51) Int. Cl.

G06T 7/73 (2017.01)

G01C 21/00 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

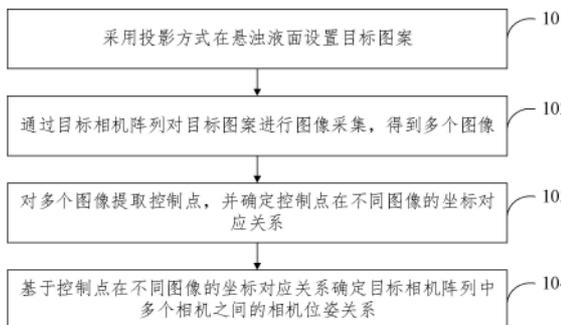
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

相机阵列的位姿测量方法及装置

(57) 摘要

本公开实施例涉及一种相机阵列的位姿测量方法及装置,其中该方法包括:采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;通过目标相机阵列对目标图案进行图像采集,得到多个图像;对多个图像提取控制点,并确定控制点在不同图像的坐标对应关系;基于控制点在不同图像的坐标对应关系确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。其中该装置包括:设置模块、采集模块、第一确定模块、第二确定模块。由此,在悬浊液面上以投影的方式设置了目标图案,利用了悬浊液的液体属性,使得悬浊液面上的目标图案在平面度、方向性等维度具有较强的绝对位置参考性,因而基于该目标图案确定的相机位姿关系的精度较高。并且无需使用特殊的设备实现,成本较低。



1. 一种相机阵列的位姿测量方法,其特征在于,包括:  
采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;  
通过目标相机阵列对所述目标图案进行图像采集,得到多个图像;  
对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系;  
基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用投影方式在悬浊液面设置目标图案,包括:  
通过投影仪从多个投影角度向位于所述目标相机阵列下方的悬浊液面投射预设图案,得到目标图案;  
其中,所述悬浊液的尺寸覆盖所述目标相机阵列中的多个相机的视野;所述悬浊液的粘稠度低于预设粘稠度,所述悬浊液的透光率低于预设透光率;所述悬浊液面的法向与重力方向相同;所述悬浊液面的漫反射率高于预设漫反射率;  
所述预设图案为棋盘格图案或圆斑图案。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系,包括:  
采用角点提取算法对每个图像提取对应的角点的图像坐标;  
根据预设图案的角点分布约束筛选部分角点作为所述控制点;  
如果不同图像的两个控制点在所述预设图案的坐标相同,则对该两个控制点的图像坐标建立坐标对应关系。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系,包括:  
针对所述目标相机阵列中的任意两个相邻相机采集的多个图像,提取包括全部所述控制点的图像作为有效图像;  
利用所述控制点在两两所述有效图像中的坐标对应关系,采用单应约束关系求解两个相邻相机之间的相机位姿关系,进而确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:  
按照所述目标相机阵列中每个相机的位置为顶点,所述相机位姿关系中两两相机之间的相机位姿关系为边,构造图结构;  
根据所述图结构采用图优化方法对所述相机位姿关系进行优化。
6. 一种相机阵列的位姿测量装置,其特征在于,包括:  
设置模块,用于采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;  
采集模块,用于通过目标相机阵列对所述目标图案进行图像采集,得到多个图像;  
第一确定模块,用于对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系;  
第二确定模块,用于基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。
7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述相机阵列的位姿测量装置还包括:  
构造模块,用于按照所述目标相机阵列中每个相机的位置为顶点,所述相机位姿关系

中两两相机之间的相机位姿关系为边,构造图结构;

优化模块,用于根据所述图结构采用图优化方法对所述相机位姿关系进行优化。

## 相机阵列的位姿测量方法及装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及测量技术领域,尤其涉及一种相机阵列的位姿测量方法及装置。

### 背景技术

[0002] 在汽车制造涉及的四大工艺中,广泛存在明确的缺陷管控需求,其关键在于缺陷检测和精准定位。目前,基于计算机视觉技术的车辆缺陷检测与缺陷定位系统可以实现缺陷有无的判断以及缺陷位置确定,大幅降低人工劳动量,成为各大车厂青睐的设备。

[0003] 车辆缺陷检测与缺陷定位系统要求相机阵列中不同相机间的相对位姿关系精确已知,而设备在产线现场安装以及使用过程中往往会因为各种随机因素导致其中相机的位置发生随机漂移,相关参数需要定期更新以保证精度。相关技术中车辆检测设备中相机阵列的位姿测量通常采用固定板作为拍摄对象,绝对位置参考性不强,造成位姿测量的精度较低,并且需要特殊的设备实现,成本较高。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本公开提供了一种相机阵列的位姿测量方法及装置。

[0005] 本公开提供了一种相机阵列的位姿测量方法,所述方法包括:

采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;

通过目标相机阵列对所述目标图案进行图像采集,得到多个图像;

对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系;

基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0006] 本公开还提供了一种相机阵列的位姿测量装置,所述装置包括:

设置模块,用于采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;

采集模块,用于通过目标相机阵列对所述目标图案进行图像采集,得到多个图像;

第一确定模块,用于对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系;

第二确定模块,用于基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0007] 本公开还提供了一种电子设备,所述电子设备包括:处理器;用于存储所述处理器可执行指令的存储器;所述处理器,用于从所述存储器中读取所述可执行指令,并执行所述指令以实现如本公开提供的相机阵列的位姿测量方法。

[0008] 本公开还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序用于执行如本公开提供的相机阵列的位姿测量方法。

[0009] 本公开提供的技术方案与现有技术相比具有如下优点:本公开提供的相机阵列的位姿测量方案,采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;通过目标相机阵列对目标图案进

行图像采集,得到多个图像;对多个图像提取控制点,并确定控制点在不同图像的坐标对应关系;基于控制点在不同图像的坐标对应关系确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。采用上述技术方案,在悬浊液面上以投影的方式设置了辅助进行相机位姿关系确定的目标图案,对该目标图案依次进行图像采集、控制点提取、坐标对应关系确定等处理,最终得到相机位姿关系。利用了悬浊液的液体属性,使得悬浊液面上的目标图案在平面度、方向性等维度具有较强的绝对位置参考性,因而基于该目标图案确定的相机位姿关系的精度较高。并且无需使用特殊的设备实现,成本较低。

### 附图说明

[0010] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本公开的实施例,并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0011] 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0012] 图1为本公开实施例提供的一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图;

图2为本公开实施例提供的一种棋盘格图案的示意图;

图3为本公开实施例提供的一种圆斑图案的示意图;

图4为本公开实施例提供的一种向悬浊液面进行投影的示意图;

图5为本公开实施例提供的另一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图;

图6为本公开实施例提供的又一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图;

图7为本公开实施例提供的再一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图;

图8为本公开实施例提供的一种相机阵列的位姿测量装置的结构示意图;

图9为本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0013] 为了能够更清楚地理解本公开的上述目的、特征和优点,下面将对本公开的方案进行进一步描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本公开的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0014] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本公开,但本公开还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施;显然,说明书中的实施例只是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0015] 车辆缺陷检测与缺陷定位系统要求相机阵列中不同相机间的相对位姿关系精确已知,而设备在产线现场安装以及使用过程中往往会因为各种随机因素导致其中相机的位姿发生随机漂移,相关参数需要定期更新以保证精度。相关技术中车辆检测设备中相机阵列的标定方法通常采用标定板作为拍摄对象,但是位置放置通常较为随意,可能影响产线,并且绝对位姿参考性不强,造成标定的精度较低,并且标定时需要特殊的标定设备实现,成本较高。

[0016] 为了解决上述问题,本公开实施例提供了一种相机阵列的位姿测量方法,下面结合具体的实施例对该方法进行介绍。

[0017] 图1为本公开实施例提供的一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图,该方法可以由相机阵列的位姿测量装置执行,其中该装置可以采用软件和/或硬件实现,一般可集成在电子设备中。如图1所示,该方法包括:

步骤101、采用投影方式在悬浊液面设置目标图案。

[0018] 其中,投影方式可以为通过投影技术在悬浊液面上成像目标图案的方式。悬浊液面可以为悬浊液水平方向的液面,该悬浊液面可以理解为悬浊液的自由液面。自由液面可以为与大气联通的液面。悬浊液可以为固体小颗粒悬浮在液体中形成的混合物,本公开实施例对该悬浊液的成分不做限制,该悬浊液的成分可以根据用户需求等进行配置。本实施例对该悬浊液的使用次数不做限制,例如,该悬浊液可以为一次性悬浊液。本实施例对该悬浊液的颜色不做限制,例如,该悬浊液的颜色可以为白色。该悬浊液可以盛放在盛液槽中,盛液槽可以位于目标相机阵列的下方。目标相机阵列可以为待标定设备中的相机阵列,待标定设备可以为车辆缺陷检测与缺陷定位系统对应的设备,目标相机阵列可以包括待进行相机位姿关系确定的多个相机。目标图案可以为投影在悬浊液面上用于进行位置标定的图案,该目标图像可以根据被投影的预设图案以及投影角度等确定。

[0019] 在本公开一些实施例中,悬浊液的尺寸覆盖目标相机阵列中的多个相机的视野。

[0020] 其中,悬浊液的尺寸可以为悬浊液在水平维度的尺寸,该悬浊液的尺寸可以包括悬浊液的长和宽,该悬浊液的尺寸可以与盛放悬浊液的盛液槽在水平维度的尺寸相对应。相机的视野可以为相机在相机阵列中拍摄的空间范围。

[0021] 在本实施例中,目标相机阵列中的多个相机的视野中均包括该悬浊液在水平维度的尺寸。可以理解地,该多个相机的视野中均包括作为投影屏幕的完整的悬浊液面。因而,后续多个相机拍摄的图像可以包括悬浊液面上完整的目标图案,提高了后续提取的控制点的完整性,为提高相机位姿关系的准确性创造了基础。

[0022] 在本公开一些实施例中,悬浊液的粘稠度低于预设粘稠度,悬浊液的透光率低于预设透光率。

[0023] 其中,粘稠度又称粘度,粘稠度可以为用于表征悬浊液的粘稠程度的参数。粘稠度越小可以表征悬浊液越不粘稠。预设粘稠度可以为预先设置的粘稠度的最大值。透光率可以为表征光线透过悬浊液的能力的参数。该透光率可以为透过悬浊液的光通量与其入射光通量的百分率。该透光率越小可以表征悬浊液越不透光。预设透光率可以为预先设置的透光率的最大值。

[0024] 在本公开一些实施例中,所述悬浊液面的漫反射率高于预设漫反射率。

[0025] 其中,漫反射率可以用于表征投射在悬浊液面上的光的反射性能。漫反射率越大可以表征悬浊液面越对光的反射性能越强。预设漫反射率可以为预先设置的漫反射率的最小值。

[0026] 在本实施例中,通过限制悬浊液的粘稠度不大于预设粘稠度,使得悬浊液能够在重力的作用下较快的形成法向与重力方向相同的平整的悬浊液面,从而能够较快的进行后续的图像采集等处理,提高了位姿测量的效率。通过限制悬浊液的透光率较小,悬浊液面的漫反射率较大,提高了悬浊液面上投影的目标图案能够被相机清晰的进行成像的概率,提高了后续成功确定相机位姿关系的可能性。

[0027] 在本公开一些实施例中,悬浊液面的法向与重力方向相同。

[0028] 其中,悬浊液面的法向可以为与悬浊液面垂直且指向地面的方向。重力方向可以为竖直向下的方向。

[0029] 在本实施例中,在生产线暂停生产,或者生产线生产过程中自身震动较小的情况下,盛液槽受生产线的影响较小,因而盛液槽内的悬浊液能够在相机阵列的位姿测量过程中保持较长时间的静止,在悬浊液静止之后,悬浊液面的法向与重力方向相同。从而,基于该悬浊液面本身具备的极高的平面度以及与重力方向垂直的特性,提高了后续确定的相机位姿关系的准确性。具体地,车辆缺陷检测与缺陷定位系统的坐标系可以基于该悬浊液面建立,该坐标系中的竖直方向与悬浊液面的法向相同,进而提高了坐标系中竖直方向的准确性。并且会将位于悬浊液面上的点在Z方向坐标值设置为0,相较于相关技术中使用标定板的方法,悬浊液面相对标定板具有更好的平面度,避免了由于平面度导致的Z方向坐标值的标定误差。

[0030] 在本公开实施例中,待标定设备的目标相机阵列的下方预先放置有盛液槽,并且在盛液槽中盛放有悬浊液。相机阵列的位姿测量装置可以将该悬浊液的悬浊液面作为投影屏幕,在该悬浊液面上投影目标图案。

[0031] 在本公开一些实施例中,采用投影方式在悬浊液面设置目标图案,包括:

通过投影仪从多个投影角度向位于目标相机阵列下方的悬浊液面投射预设图案,得到目标图案。

[0032] 其中,投影仪可以为将预设图案投影至悬浊液面的仪器,该投影仪可以为工业投影仪。投影角度可以为投影仪的投影中心线与液面之间的角度。预设图案可以为预先设置的向悬浊液面进行投影的图案。本实施例对该预设图案不作限制。在本公开一些实施例中,预设图案为棋盘格图案或圆斑图案。其中,棋盘格图案可以为棋盘格样式的用于进行相机阵列的相机位置标定的图案。图2为本公开实施例提供的一种棋盘格图案的示意图,如图2所示,该棋盘格图案包括多个间隔的黑色方块和白色方块。圆斑图案可以为包括多个实心圆的用于进行相机阵列的相机位置标定的图案。图3为本公开实施例提供的一种圆斑图案的示意图,如图3所示,该圆斑图案包括等距排列的多个实心圆。

[0033] 在本实施例中,在悬浊液面平稳之后,分别将投影仪放在不同的投影位置,通过各位置的投影仪分别以相应的投影角度向悬浊液面以良好的对焦对预设图案进行投影,在投影液面上形成与投影角度相对应的目标图案。其中,投影位置可以与投影角度一一对应。

[0034] 图4为本公开实施例提供的一种向悬浊液面进行投影的示意图,如图4所示,投影仪以悬浊液面为投影幕布投影预设图案,在悬浊液面上呈现目标图案。

[0035] 上述方案中,通过从多个投影角度对预设图案进行投影,得到了与投影角度相应的目标图案,进而使得目标相机阵列能够对不同投影角度的目标图案进行采集,提高了目标图案的角度丰富度,提高了相机位姿关系的准确性。

[0036] 步骤102、通过目标相机阵列对目标图案进行图像采集,得到多个图像。

[0037] 其中,图像可以为目标相机阵列中的相机采集的图像。

[0038] 在本实施例中,针对不同投影角度投射的预设图案,在悬浊液面上呈现了不同的目标图案,针对每个目标图案,通过目标相机阵列中的相机对目标图案进行图像采集,得到该目标图案对应的多个图像。

[0039] 举例而言,以从N个不同的投影角度向悬浊液面投射预设图案为例,若预设图案在

悬浊液面上良好对焦且投影仪位姿稳定,则通过目标相机阵列对目标图案进行图像采集,假设目标相机阵列中相机的数量为M。在第i个投影角度下,第j个相机拍摄到的图像为 $I_{ij}$ (其中, $i=1,2,\dots,N,j=1,2,\dots,M$ )。

[0040] 步骤103、对多个图像提取控制点,并确定控制点在不同图像的坐标对应关系。

[0041] 其中,控制点可以为图像中目标图案部分对应的特征点,目标图案部分可以为图像中记录目标图案的部分,该控制点可以为用于确定相机位姿关系的标定点。该控制点的类型可以与图像所记录的预设图案的类型相对应。例如,若预设图案为棋盘格图案,该控制点可以为图像中棋盘格的角点;若预设图案为圆斑图案,该控制点可以为图像中实心圆的圆心。坐标对应关系可以多个图像中对预设图案中同一标记点进行表征的多个控制点的坐标之间的对应关系。其中,若预设图案为棋盘格图案,该标记点可以为棋盘格图案的角点;若预设图案为圆斑图案,该标记点可以为实心圆的圆心。

[0042] 在本公开实施例中,相机阵列的位姿测量装置可以对多个图像通过预先设置的控制点提取算法进行控制点的提取,得到每个图像上的多个控制点。进一步地,确定图像中的控制点在预设图案中所对应的坐标,确定在预设图案中表征相同坐标的多个控制点,并确定该多个控制点的图像坐标之间具备坐标对应关系。其中,控制点在预设图案中所对应的坐标可以理解为该控制点的身份,控制点提取算法可以为用于提取拟合并筛选图像中的控制点的算法。

[0043] 图5为本公开实施例提供的另一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图,如图5所示,在本公开一些实施例中,对多个图像提取控制点,并确定控制点在不同图像的坐标对应关系,包括:

步骤501、采用角点提取算法对每个图像提取对应的角点的图像坐标。

[0044] 其中,角点提取算法可以为用于提取并拟合图像中的角点的算法,本实施例对该角点提取算法不做限制。例如,该角点提取算法可以包括哈里斯(Harris)角点检测算法或尺度不变特征变换角点检测算法。图像坐标可以为表征角点在图像中位置的坐标。

[0045] 在本实施例中,相机阵列的位姿测量装置可以通过预先设置的角点提取算法对每个图像分别进行角点的提取和拟合,得到每个图像的多个角点。并且确定每个角点的图像坐标,得到每个图像对应的多个角点的图像坐标。

[0046] 步骤502、根据预设图案的角点分布约束筛选部分角点作为控制点。

[0047] 其中,角点分布约束可以为用于筛选预设图案对应的部分角点的约束条件。本实施例对该角点分布约束不做限制。

[0048] 在本实施例中,针对每个图像,相机阵列的位姿测量装置可以确定该图像中记录预设图案的图案区域,并将位于该图案区域内的部分角点作为该图像对应的控制点。或者,相机阵列的位姿测量装置可以统计图像中角点的数量,若该角点数量与预设数量相同,则将该部分角点作为控制点。其中,预设数量可以为预测的该预设图案中角点的数量。

[0049] 步骤503、如果不同图像的两个控制点在预设图案的坐标相同,则对该两个控制点的图像坐标建立坐标对应关系。

[0050] 在本实施例中,针对每个图像,根据每个控制点在该图像的整体控制点中的位置,可以确定每个控制点在预设图案中的坐标。确定不同图像中的两个控制点在预设图案中的坐标,针对在预设图案中坐标相同的两个控制点,建立包括该两个控制点所对应图像坐标

的坐标对应关系。

[0051] 上述方案中,通过角点分布约束筛选了预设图案对应的角点为控制点,并基于该控制点进行后续的坐标对应关系的建立,避免了非预设图案对应的角点参与进行相机位姿关系的确定,提高了相机位姿关系的准确性。

[0052] 步骤104、基于控制点在不同图像的坐标对应关系确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0053] 其中,相机位姿关系可以包括相机之间位置关系和姿态关系。位置关系可以理解为相机之间的平移变换关系,姿态关系可以理解为相机之间的旋转变换关系。多个相机之间的相机位姿关系可以包括多个相机之间的位置关系和多个相机之间的姿态关系。

[0054] 在本公开实施例中,相机阵列的位姿测量装置可以根据控制点在不同图像的坐标对应关系,对两两相机进行位置标定以及姿态标定,进而确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0055] 图6为本公开实施例提供的又一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图,如图6所示,在本公开一些实施例中,基于控制点在不同图像的坐标对应关系确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系,包括:

步骤601、针对目标相机阵列中的任意两个相邻相机采集的多个图像,提取包括全部控制点的图像作为有效图像。

[0056] 其中,相邻相机可以为在目标相机阵列中位置毗邻的相机。有效图像可以为控制点数量为预设数量的图像。预设数量可以为预设图案对应的全部控制点的预测数量。有效图像可以为记录有全部控制点的图像,该有效图像可以用于进行后续的相机位姿关系的标定。

[0057] 在本公开实施例中,确定目标相机阵列中位置相邻的两个相邻相机,并获取相邻相机采集的多个图像,确定每个图像中控制点的数量,将控制点的数量为预设数量的图像确定为有效图像。

[0058] 步骤602、利用控制点在两两有效图像中的坐标对应关系,采用单应约束关系求解两个相邻相机之间的相机位姿关系,进而确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0059] 其中,单应约束关系可以为基于单应矩阵的约束关系。相邻相机之间的相机位姿关系可以用于记录目标相机阵列中两个相邻相机之间的位置关系和姿态关系。

[0060] 在本实施例中,相机阵列的位姿测量装置可以通过单应约束关系对控制点在两两有效图像中的坐标对应关系进行求解处理,得到两两相邻相机之间的相机位姿关系。进一步地,根据两两相邻相机之间的相机位姿关系推导确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0061] 例如,对于第 $i$ 个投影角度下的目标图案,相机阵列的位姿测量装置可以选取成功提取出目标图案中全部控制点的图像作为有效图像。该有效图像的数量为 $L_i$ ,其中, $L_i \leq M$ , $M$ 为目标相机阵列中相机的数量。两两相邻相机采集的有效图像构成定位图像对,利用控制点在定位图像对中的坐标对应关系,根据单应约束关系求解两两相邻相机之间的相机位姿关系。

[0062] 需要说明的是,两个相邻相机之间的相机位姿关系通过“四点法”可以求得。两个

相邻相机的内参数为已知的,因而可以根据对极约束关系求得两个相邻相机之间的相对位姿关系。

[0063] 具体地,针对每个相邻相机,每个相邻相机的内参数可以单独进行标定,所以每个相邻相机的内参数可以设定为已知值。

[0064] 对极约束关系为:

$$p_1^T E p_2 = 0$$

[0065] 其中, $p_1$ 、 $p_2$ 分别为在预设图像的坐标相同的两个控制点相应的两个相邻相机的相机坐标系下归一化至成像平面上的坐标。 $E$ 可以为本质矩阵。

[0066] 其中, $E$ 可以表示为:

$$E = R t_x$$

[0067] 其中, $R$ 表示两个相邻相机之间的旋转变换关系, $t_x$ 表示两个相邻相机之间的平移变换关系,通过奇异值分解(Singular Value Decomposition,SVD)可以求出两个相邻相机之间的旋转变换关系和平移变换关系。

[0068] 并且,根据两相机已知内参,可以得到

$$u_1^T K_1^{-T} E K_2 u_2 = 0$$

[0069] 其中, $K_1$ 、 $K_2$ 分别为两个相邻相机的内参数, $u_1$ 、 $u_2$ 分别为在预设图像的坐标相同的两个控制点相应的图像坐标。 $E$ 可以为本质矩阵。

[0070] 在上述方程中,在两个相邻相机的内参数 $K_1$ 、 $K_2$ 为已知的情况下,通过在预设图像的坐标相同的两个控制点相应的图像坐标 $u_1$ 、 $u_2$ 能够得到一组满足两个相邻相机的相机位姿关系的方程。通过每个定位图像对中若干组对应的控制点在图像中的图像坐标,能够求解得到最优的相机旋转平移参数,进而完成两个相邻相机之间的标定。

[0071] 本公开实施例提供的相机阵列的位姿测量方案,采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;通过目标相机阵列对目标图案进行图像采集,得到多个图像;对多个图像提取控制点,并确定控制点在不同图像的坐标对应关系;基于控制点在不同图像的坐标对应关系确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。采用上述技术方案,在悬浊液面上以投影的方式设置了辅助进行相机位姿关系确定的目标图案,对该目标图案依次进行图像采集、控制点提取、坐标对应关系确定等处理,最终得到相机位姿关系。利用了悬浊液的液体属性,使得悬浊液面上的目标图案在平面度、方向性等维度具有较强的绝对位置参考性,因而基于该目标图案确定的相机位姿关系的精度较高。并且无需使用特殊的设备实现,成本较低。

[0072] 在本公开一些实施例中,该相机阵列的位姿测量方法还包括:

按照目标相机阵列中每个相机的位置为顶点,相机位姿关系中两两相机之间的相机位姿关系为边,构造图结构;根据图结构采用图优化方法对相机位姿关系进行优化。

[0073] 其中,顶点又称结点,顶点可以为图(Graph)结构中的顶点,边可以为图结构中的边。图结构又称图形结构,图结构为一种数据结构。图优化方法可以为对图结构进行优化的

方法,本实施例对该图优化方法不做限制。

[0074] 在本实施例中,相机阵列的位姿测量装置可以将相机阵列中每台相机的位置作为图结构中的顶点,并将相机位姿关系中两两相机之间的相机位姿关系作为图结构中的边,构建图结构。并且通过图优化方法对该图结构进行优化处理,得到优化之后的相机位姿关系。

[0075] 上述方案中,通过图优化方法实现了对相机位姿关系的优化处理,进一步提高了相机的位置的准确性。

[0076] 接下来通过一个具体的示例对本公开实施例中的相机阵列的位姿测量方法,进行进一步说明。图7为本公开实施例提供的再一种相机阵列的位姿测量方法的流程示意图,如图7所示,该工件模型的装夹方法包括:

步骤701、在悬浊液面投影目标图案。

[0077] 具体地,在待标定设备的目标相机阵列的下方放置有盛液槽。该盛液槽用于盛放一次性悬浊液,将悬浊液面作为投影屏幕,该悬浊液面的尺寸足以覆盖目标相机阵列中多个相机的视野。

[0078] 在盛液槽中倒入白色悬浊液,该悬浊液的具体成分不限,可以根据用户需求进行调制。该悬浊液的粘稠度较低,因而可以在重力作用下较快形成法向与重力方向相同的平整表面,并且悬浊液具有较低的透光率,和较高的表面漫反射率,进而使得投影仪能够在悬浊液面投影出可以被相机较为显著地成像的目标图案。

[0079] 步骤702、采用棋盘格图案作为预设图案。在悬浊液面平稳后,通过工业投影仪向悬浊液面投射预设图案,并进行图像采集,得到多个图像。

[0080] 具体地,获取预先制作的棋盘格图案。从N个不同角度向悬浊液面投射棋盘格图案,并且保证棋盘格图案在液面上具备良好的对焦。在投影仪位姿稳定的情况下,目标相机阵列中的相机进行图像采集,相机阵列中相机的个数为M,在投影仪的第i个投影角度下,第j个相机拍摄到的图像记为 $I_{ij}$ (其中, $i=1,2,\dots,N$ , $j=1,2,\dots,M$ )。

[0081] 步骤703、提取图像中的控制点的图像坐标,并确定控制点的身份,根据控制点的身份确定控制点在不同图像的坐标对应关系。

[0082] 具体地,通过角点提取算法提取图像中的角点,并记录角点在图像中的图像坐标。根据棋盘格图案中角点分布约束,筛选角点作为标定用的控制点,并根据控制点之间的位置关系确定各控制点的身份,进而根据控制点的身份确定控制点在不同图像的坐标对应关系。

[0083] 步骤704、基于坐标对应关系对相机进行两两标定,得到两两相机之间的相机位姿关系,根据相机位姿关系确定目标相机矩阵中多相机之间的相机位姿关系。

[0084] 具体地,对于第i次投影,将能够提取出预设图案中全部控制点的图像作为有效图像。该有效图像的数量为 $L_i$ , $L_i \leq M$ ,其中,M为目标相机阵列中相机的数量。两两相机的有效图像构成定位图像对,定位图像对的数量可以为 $A_i$ ,其中, $A_i = L_i \times (L_i - 1) / 2$ 。根据定位图像对中相对应的控制点在两个有效图像中的坐标对应关系,通过单应约束关系求解两个相机之间的相机位姿关系,进而得到目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0085] 步骤705、通过图优化方法对相机位姿关系进行优化。

[0086] 具体地,以目标相机阵列中每台相机的位置为顶点,求解出的两两相机的相机位

姿关系为边,构造图结构,通过图优化方法对目标相机阵列对应的相机位姿关系进行整体优化,最终得到目标相机阵列的整体位置参数值。

[0087] 本公开实施例提供的相机阵列的位姿确定方法,在车辆缺陷检测与缺陷定位系统在工业生产线上安装完成以后,可以根据用户需求灵活的进行该系统中相机阵列的整体高精度标定。并且,由于悬浊液面自身具有的较高平面度以及与重力方向垂直的特性,可以标定出重力垂线方向在车辆缺陷检测与缺陷定位系统中的方向。

[0088] 图8为本公开实施例提供的一种相机阵列的位姿测量装置的结构示意图,该装置可由软件和/或硬件实现,一般可集成在电子设备中。如图8所示,该相机阵列的位姿测量装置包括:

设置模块801,用于采用投影方式在悬浊液面设置目标图案;

采集模块802,用于通过目标相机阵列对所述目标图案进行图像采集,得到多个图像;

第一确定模块803,用于对所述多个图像提取控制点,并确定所述控制点在不同图像的坐标对应关系;

第二确定模块804,用于基于所述控制点在不同图像的坐标对应关系确定所述目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0089] 在本公开一些实施例中,设置模块801,用于:

通过投影仪从多个投影角度向位于所述目标相机阵列下方的悬浊液面投射预设图案,得到目标图案;

其中,所述悬浊液的尺寸覆盖所述目标相机阵列中的多个相机的视野;所述悬浊液的粘稠度低于预设粘稠度,所述悬浊液的透光率低于预设透光率;所述悬浊液面的法向与重力方向相同;所述悬浊液面的漫反射率高于预设漫反射率;

所述预设图案为棋盘格图案或圆斑图案。

[0090] 在本公开一些实施例中,第一确定模块803,用于:

采用角点提取算法对每个图像提取对应的角点的图像坐标;

根据所述预设图案的角点分布约束筛选部分角点作为所述控制点;

如果不同图像的两个控制点在所述预设图案的坐标相同,则对该两个控制点的图像坐标建立坐标对应关系。

[0091] 在本公开一些实施例中,第二确定模块804,用于:

针对所述目标相机阵列中的任意两个相邻相机采集的多个图像,提取包括全部所述控制点的图像作为有效图像;

利用所述控制点在两两所述有效图像中的坐标对应关系,采用单应约束关系求解两个相邻相机之间的相机位姿关系,进而确定目标相机阵列中多个相机之间的相机位姿关系。

[0092] 在本公开一些实施例中,所述相机阵列的位姿测量还包括:

构造模块,用于按照所述目标相机阵列中每个相机的位置为顶点,所述相机位姿关系中两两相机之间的相机位姿关系为边,构造图结构;

优化模块,用于根据所述图结构采用图优化方法对所述相机位姿关系进行优化。

[0093] 本公开实施例所提供的相机阵列的位姿测量装置可执行本公开任意实施例所提

供的相机阵列的位姿测量方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0094] 图9为本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。如图9所示,电子设备900包括一个或多个处理器901和存储器902。

[0095] 处理器901可以是中央处理单元(CPU)或者具有数据处理能力和/或指令执行能力的其他形式的处理单元,并且可以控制电子设备900中的其他组件以执行期望的功能。

[0096] 存储器902可以包括一个或多个计算机程序产品,所述计算机程序产品可以包括各种形式的计算机可读存储介质,例如易失性存储器和/或非易失性存储器。所述易失性存储器例如可以包括随机存取存储器(RAM)和/或高速缓冲存储器(cache)等。所述非易失性存储器例如可以包括只读存储器(ROM)、硬盘、闪存等。在所述计算机可读存储介质上可以存储一个或多个计算机程序指令,处理器901可以运行所述程序指令,以实现上文所述的本公开的实施例的相机阵列的位姿测量方法以及/或者其他期望的功能。在所述计算机可读存储介质中还可以存储诸如输入信号、信号分量、噪声分量等各种内容。

[0097] 在一个示例中,电子设备900还可以包括:输入装置903和输出装置904,这些组件通过总线系统和/或其他形式的连接机构(未示出)互连。

[0098] 此外,该输入装置903还可以包括例如键盘、鼠标等等。

[0099] 该输出装置904可以向外部输出各种信息,包括确定出的距离信息、方向信息等。该输出装置904可以包括例如显示器、扬声器、打印机、以及通信网络及其所连接的远程输出设备等等。

[0100] 当然,为了简化,图7中仅示出了该电子设备900中与本公开有关的组件中的一些,省略了诸如总线、输入/输出接口等等的组件。除此之外,根据具体应用情况,电子设备900还可以包括任何其他适当的组件。

[0101] 除了上述方法和设备以外,本公开的实施例还可以是计算机程序产品,其包括计算机程序指令,所述计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本公开实施例所提供的相机阵列的位姿测量方法。

[0102] 所述计算机程序产品可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本公开实施例操作的程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言,诸如Java、C++等,还包括常规的过程式程序设计语言,诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。

[0103] 此外,本公开的实施例还可以是计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令在被处理器运行时使得所述处理器执行本公开实施例所提供的相机阵列的位姿测量方法。

[0104] 所述计算机可读存储介质可以采用一个或多个可读介质的任意组合。可读介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。可读存储介质例如可以包括但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

[0105] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0106] 以上所述仅是本公开的具体实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本公开。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本公开的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本公开将不会被限制于本文所述的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

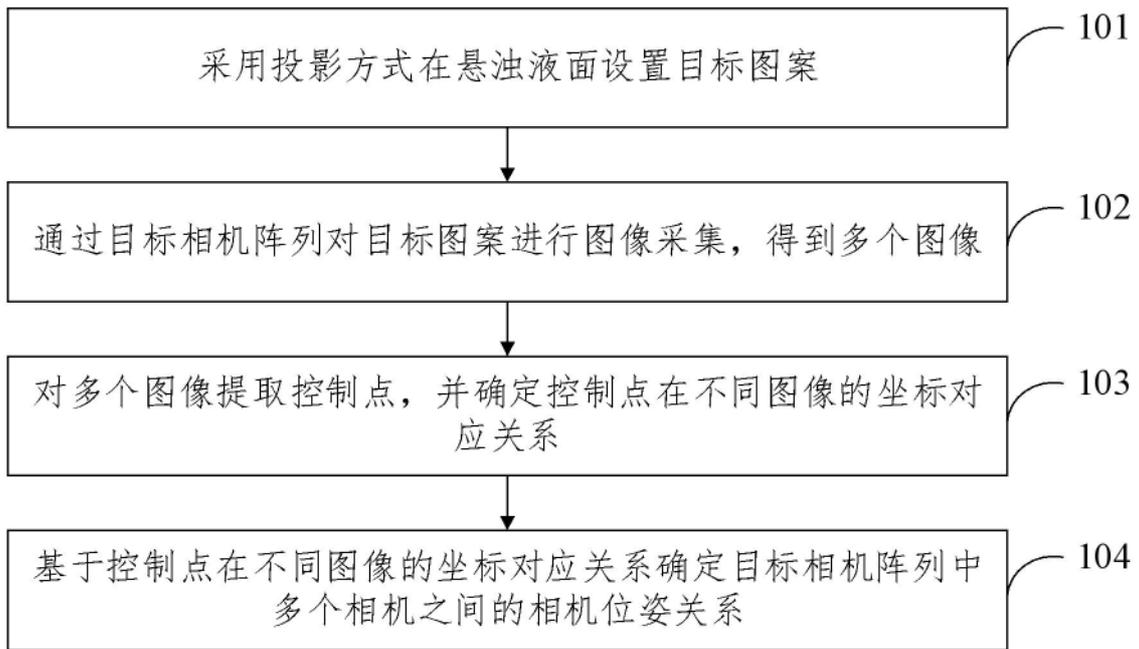


图1

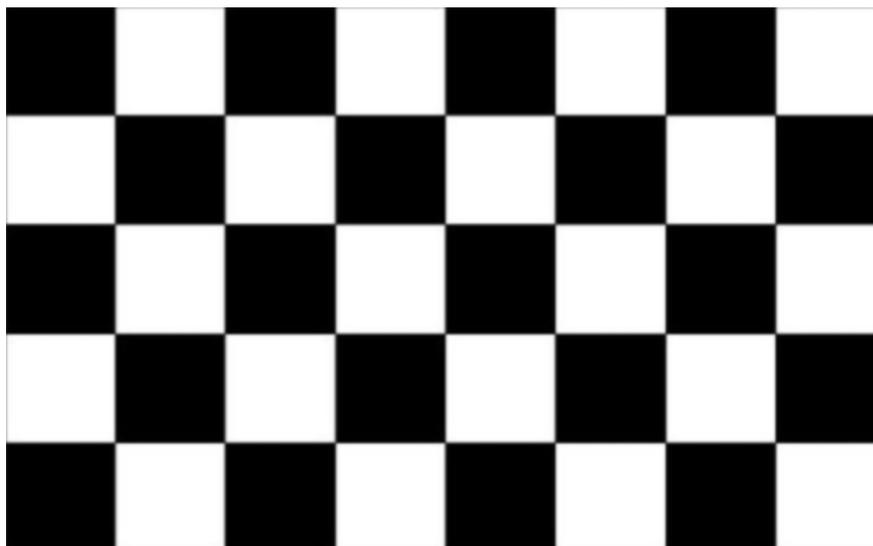


图2

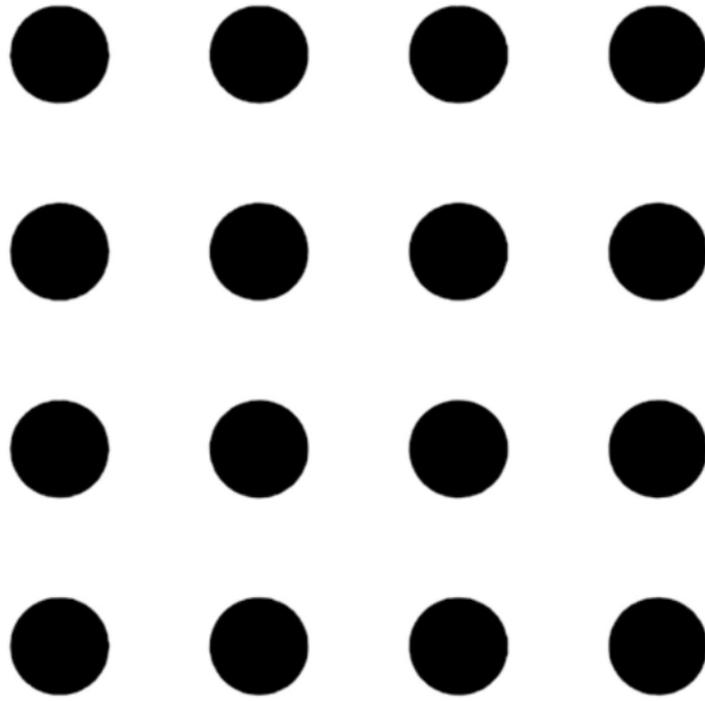


图3

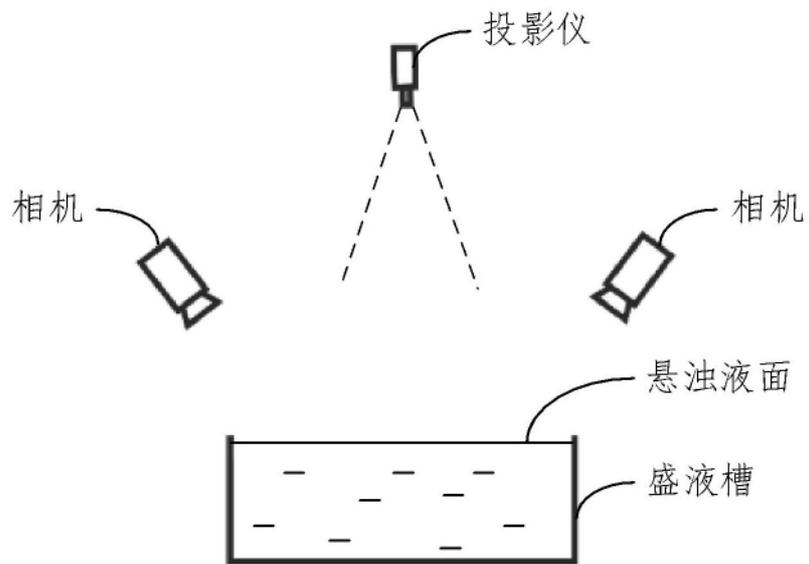


图4

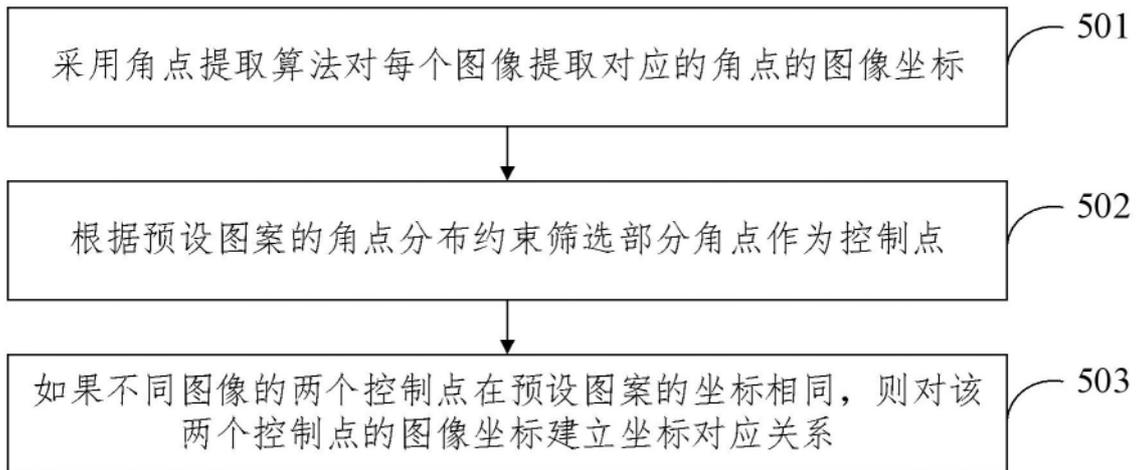


图5

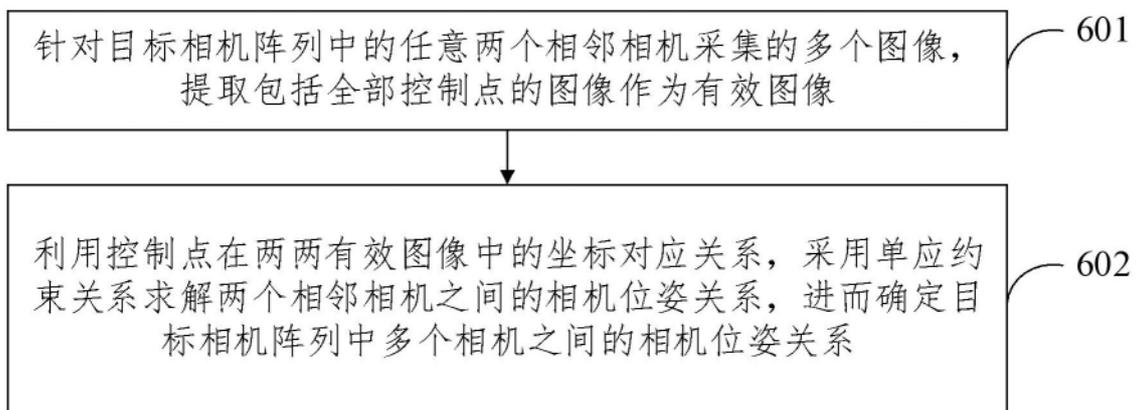


图6

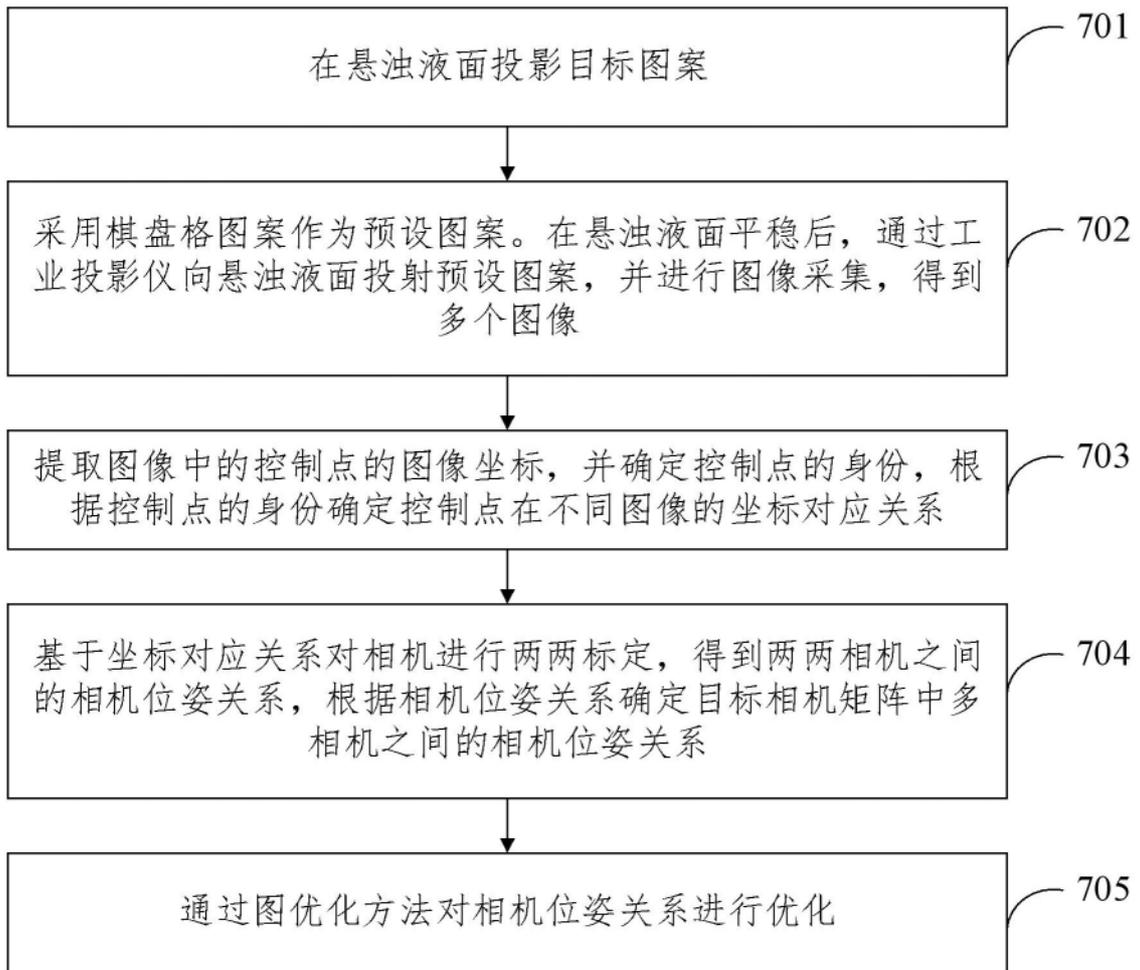


图7

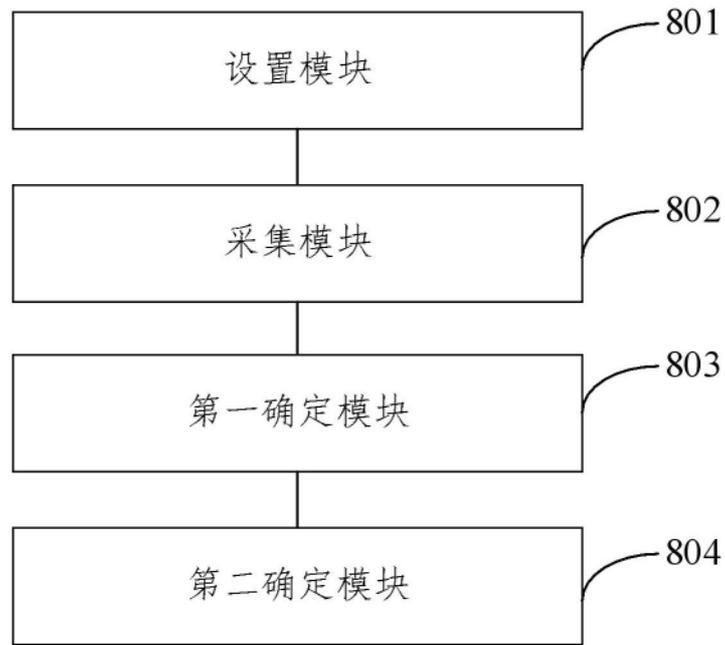


图8

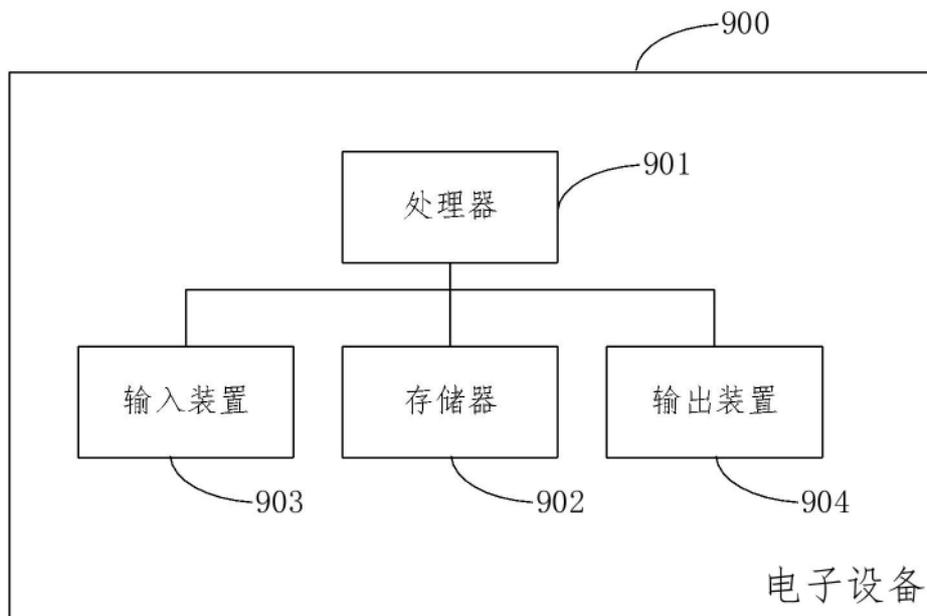


图9