



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117314762 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 31

(21) 申请号 202310744619.2

(22) 申请日 2023.06.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117314762 A

(43) 申请公布日 2023.12.29

(30) 优先权数据

22181939.4 2022.06.29 EP

(73) 专利权人 安讯士有限公司

地址 瑞典浪德

(72) 发明人 约阿基姆·埃里克森 袁嵩

约翰·斯特宁

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

公司 11018

专利代理师 史迎雪 王琦

(51) Int.Cl.

G06T 5/80 (2024.01)

G06T 5/50 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106600546 A, 2017.04.26

CN 107038724 A, 2017.08.11

审查员 张彩霞

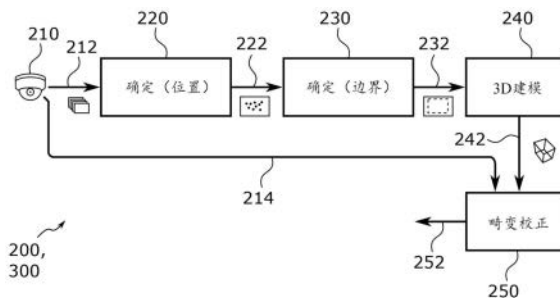
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

自学习畸变校正

(57) 摘要

本发明涉及自学习畸变校正。一种在由非直线摄像机捕获的图像中进行畸变校正的方法被提供,该方法包括获取由摄像机随时间推移捕获的场景的多个图像,确定已遍及场景中的水平表面移动的物体的底部在图像中的位置,基于底部的所确定的位置确定场景中的水平表面的边界,通过在场景的平面的所确定的边界周围限定一个或多个垂直表面来生成场景的三维模型,并且通过将图像投影到场景的三维模型来校正图像中的至少一个图像的畸变。相应的装置、计算机程序和计算机程序产品也被提供。



1. 一种在由具有非直线镜头的摄像机从上方捕获的房间的图像中进行畸变校正的方法,包括:

- i) 获取由所述摄像机随时间推移从上方捕获的所述房间的多个图像;
- ii) 确定一个或多个物体的一个或多个底部在所述多个图像中的至少一些图像中的位置;
- iii) 基于所述底部的所确定的位置确定所述房间的地面的边界在所述多个图像中的位置,其中,仅当在有限的时间间隔期间、在所述多个图像中的所述至少一些图像中的区域中移动的底部的数量超过阈值时,所述区域被认为属于所述房间的所述地面;
- iv) 通过在所述地面的所确定的边界周围限定一个或多个墙壁来生成所述房间的三维模型,其中,所述墙壁从所述地面的所述边界的平面垂直向远处延伸,并且
- v) 通过将所述多个图像中的至少一个图像投影到所述房间的所述三维模型来生成所述房间的畸变校正的图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述非直线镜头是鱼镜头。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述底部包括所述物体的脚。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述步骤ii) 包括:通过识别所述一个或多个物体的一个或多个关键点确定已遍及所述房间的所述地面移动的所述一个或多个物体的所述底部在所述多个图像中的所述至少一些图像中的位置。

5. 一种用于在由具有非直线镜头的摄像机捕获的房间的图像中进行畸变校正的装置,所述装置包括处理电路,所述处理电路被配置为使所述装置执行根据权利要求1至4中任一项所述的方法。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述装置是具有所述非直线镜头的所述摄像机。

7. 一种用于在由具有非直线镜头的摄像机捕获的房间的图像中进行畸变校正的计算机程序产品,其中,所述计算机程序产品包括计算机代码,当所述计算机代码在装置的处理电路上运行时,使所述装置执行根据权利要求1至4中任一项所述的方法。

8. 一种计算机可读存储介质,在所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,当所述计算机程序在装置的处理电路上运行时,使所述装置执行根据权利要求1至4中任一项所述的方法。

自学习畸变校正

技术领域

[0001] 本公开涉及场景的图像的畸变校正。具体地,本公开涉及由具有诸如例如鱼镜头头的非直线镜头的摄像机捕获的图像的自学习畸变校正。

背景技术

[0002] 在许多情况下,期望单个摄像机能够捕获场景的较大部分,并且广角镜头可以被用于此目的。这种广角镜头通常是非直线的,并且因此产生图像的强烈的光学畸变,使得场景中直的线或其他物体最终在使用这种镜头捕获的场景的图像中被弯曲或扭曲。非直线镜头的一个示例是所谓的鱼镜头,鱼镜头能够产生例如场景的半球形图像,并且鱼镜头通常具有超过例如90度、180度或甚至270度的宽视角。

[0003] 以上描述的情况的一个示例是安装在例如房间的天花板上并被配置为使用鱼镜头捕获天花板以下的房间的大部分或所有的监控摄像机。通过能够捕获更多在摄像机周围发生的事情,与例如常规的平移/倾斜/变焦 (PTZ) 摄像机相比,这种摄像机提供了提高的环境感知。

[0004] 然而,如以上提到的,具有这种非直线镜头的摄像机的一个缺点是它们产生的图像是畸变的(例如扭曲的)。尽管例如存在各种用于对通过例如鱼镜头捕获的图像进行数字地“去扭曲”的解决方案,但是这种解决方案通常要求在获取的结果足够令人满意之前手动调整多个参数。另外,在包括许多这种摄像机的安装中,为每个摄像机调整去扭曲参数所要求的人工可能很快变得耗时。

[0005] 因此,需要便于在例如监控摄像机安装中的非直线镜头的使用的改进的方式。

发明内容

[0006] 为了至少部分地满足上述需要,本公开提供了在由具有非直线镜头的摄像机捕获的场景的图像中进行畸变校正的改进的方法、被配置为执行这种方法的装置以及如在所附的独立权利要求中限定的计算机程序和计算机程序产品。在所附的从属权利要求中限定了改进的方法、装置、计算机程序和计算机程序产品的各种实施例。

[0007] 根据本公开的第一方面,提供了在由具有非直线镜头的摄像机捕获的场景的图像中进行畸变校正的方法。该方法包括:i) 获取由摄像机随时间推移捕获的场景的多个图像。方法进一步包括:ii) 确定已遍及场景中的水平表面移动的一个或多个物体的底部在多个图像中的至少一些图像中的位置。方法进一步包括:iii) 基于底部的所确定的位置确定场景中的水平表面的边界。方法进一步包括:iv) 通过在水平表面的所确定的边界周围限定一个或多个垂直表面来生成场景的三维 (3D) 模型。方法进一步包括:v) 通过将至少一个图像投影到场景的三维模型来校正多个图像中的至少一个图像的畸变。方法例如可以在诸如例如包括处理电路的装置的装置/计算机上实现。

[0008] 如本文中使用的,“水平表面”是例如场景的地板或地面或者例如人、动物或其他物体通常在其上/跨其行走/移动的任何其他表面。相似地,“垂直表面”是例如在水平表面

的外周周围布置的墙或其他表面(诸如围绕房间的地板的墙),并且通常垂直于地板延伸。术语“底部”可以例如包括(动物或人的)脚、(例如机器人真空吸尘器或类似物的)轮子,或当物体在场景中移动时物体的与水平表面接触的任何其他部分。

[0009] 使用房间作为场景的示例,用于房间的图像的畸变校正的传统解决方案通常要求操作者/用户手动地指示房间的图像的哪些部分属于房间的地板以及图像的哪些部分属于房间的垂直表面(诸如例如墙),以便建立畸变校正所需的房间的充分的3D模型。本公开的解决方案通过使用在场景中移动的物体的底部(诸如例如脚)通常与地板接触的认识来提高这种传统技术,并且因此可以通过检查底部在房间的图像中如何随时间推移而移动来学习/估计地板的外沿/边界。通过假设图像的不位于该外沿/边界内的其他部分是例如墙的部分,可以自动地构建房间的3D模型,而不需要图像的手动分割。如本文中前面提到的,这在多个摄像机的较大安装中可以特别有用,因为使用本公开的解决方案,每个摄像机可以自学习如何对房间建模,并且然后进行所需的畸变校正。

[0010] 在方法的一些实施方法中,(摄像机的)非直线镜头可以是鱼眼镜头。

[0011] 在方法的一些实施例中,底部可以包括物体的脚(诸如人的脚或动物的脚)。

[0012] 在方法的一些实施例中,步骤ii)可以包括识别一个或多个物体的一个或多个关键点。如本文中使用的,“关键点”例如可以是图像中物体的已识别的脚、膝盖、腿或任何其他特征,并且可以基于这些关键点的位置来估计实际脚的位置。例如,如果知道坐在沙发上的人的例如膝盖和/或臀部在哪里,即使脚在场景的图像中不可见,也可以计算脚的位置。这可能是一种可能的情况,例如,如果有一张桌子被放在沙发前面,并且允许以任何方式推断脚的位置,并用于确定地板的边界。

[0013] 在方法的一些实施例中,场景可以是房间的场景,并且水平表面可以是该房间的地板。

[0014] 在方法的一些实施例中,多个图像中的至少一些图像可以是在训练时段期间捕获的,并且如果在有限的时间间隔期间在多个图像的至少一些图像的区域中移动的底部的数量超过阈值,则该区域可以被认为属于场景的水平表面。在将该区域分类为场景的水平表面的一部分之前,要求在相同区域中检测多个底部可以例如提高该区域实际上是水平表面的部分的置信度。

[0015] 在方法的一些实施例中,三维模型可以包括由所确定的边界界定的水平表面,并且一个或多个垂直表面可以投影在与水平表面垂直的方向上。例如,水平表面可以是房间的地板,并且垂直表面可以是通常布置在房间内的墙(的表面),使得墙与地板形成90度角。

[0016] 在方法的一些实施例中,如果场景是房间的,则摄像机可以布置在房间的天花板中。摄像机可以例如布置成使得摄像机的光轴直接面向地板,例如,如果天花板在与地板的平面平行的平面中延伸,使得例如摄像机的光轴与地板平面(或水平表面)垂直。

[0017] 根据本公开的第二方面,提供了用于在由具有非直线镜头的摄像机捕获的场景的图像中进行畸变校正的装置。该装置包括处理电路。处理电路被配置为使装置:i)获取由摄像机随时间推移捕获的场景的多个图像;ii)确定已遍及场景中的水平表面移动的一个或多个物体的底部在多个图像中的至少一些图像中的位置;iii)基于底部的所确定的位置确定场景的水平表面的外边界;iv)通过在场景的水平表面的所确定的边界周围限定一个或多个垂直表面来生成场景的三维(3D)模型,并且v)通过将至少一个图像投影到场景的三维

模型来校正多个图像中的至少一个图像的畸变。因此,装置被配置为执行第一方面的方法的步骤。装置可以例如包括存储指令的存储器,当指令由装置的处理电路执行时,使装置执行上述步骤i)至步骤v)。因此,在这样的实施例中,装置被“配置为”执行以上步骤i)至步骤v)意味着处理电路被配置为读取并执行存储在存储器中的指令。

[0018] 在装置的一些实施例中,处理电路进一步被配置为使装置执行本文中所讨论和公开的第一方面的方法的实施例。

[0019] 在装置的一些实施例中,装置可以是诸如鱼眼镜头摄像机或类似物的具有非直线镜头的摄像机。

[0020] 根据本公开的第三方面,提供了用于在由具有非直线镜头的摄像机捕获的场景的图像中进行畸变校正的计算机程序。计算机程序包括计算机代码,当计算机代码在装置的处理电路上运行时,使装置:i) 获取由摄像机随时间推移捕获的场景的多个图像;ii) 确定已遍及场景中的水平表面移动的一个或多个物体的底部在多个图像中的至少一些图像中的位置;iii) 基于底部的所确定的位置确定场景的水平表面的外边界;iv) 通过在场景的水平表面的所确定的边界周围限定一个或多个垂直表面来生成场景的三维(3D)模型,并且v) 通过将至少一个图像投影到场景的三维模型来校正多个图像中的至少一个图像的畸变。因此,计算机代码使装置执行第一方面的方法的步骤。

[0021] 在计算机程序的一些实施例中,计算机代码可以进一步使得当在装置的处理电路上运行时,使装置执行如本文中讨论和公开的第一方面的方法的任何实施例。

[0022] 根据本公开的第四方面,提供了计算机程序产品。计算机程序产品包括计算机可读存储介质,根据第三方面的计算机程序(或本文中讨论和公开的本公开的任何实施例)存储在该计算机可读存储介质上。如本文中所使用的,计算机可读存储介质可以例如是非暂时性的,并且可以例如作为硬盘驱动器(HDD)、固态驱动器(SDD)、USB闪存驱动器、SD卡、CD/DVD和/或作为能够非暂时性存储数据的任何其他存储介质被提供。在其他实施例中,计算机可读存储介质可以是暂时的,并且例如对应于存在于例如通信链路、电线或类似的信号传输工具上的信号(电信号、光信号、机械信号或类似的)。

[0023] 本公开的其他目的和优点将从以下详细描述、附图和权利要求显而易见。在本公开的范围,设想参考例如第一方面的方法描述的所有特征和优点都与第二方面的装置、第三方面的计算机程序和第四方面的计算机程序产品相关、适用于第二方面的装置、第三方面的计算机程序和第四方面的计算机程序产品并且可以与第二方面的装置、第三方面的计算机程序和第四方面的计算机程序产品结合使用,反之亦然。

附图说明

[0024] 下面将参照附图描述示例性实施例,在附图中:

[0025] 图1A示意性地图示由具有非直线镜头的摄像机捕获的场景/房间的图像;

[0026] 图1B示意性地图示如在根据本公开的方法的各种实施例中所执行的、确定已在图1A的场景中移动的物体的底部;

[0027] 图1C至图1G示意性地图示如在根据本公开的方法的各种实施例中所执行的、基于图1B的所确定的底部生成图1A的场景的3D模型的各个步骤;

[0028] 图1H示意性地图示如由根据本公开的方法的各种实施例生成的、图1A的场景的畸

变校正后的图像;

[0029] 图2A使用各种功能单元示意性地图示根据本公开的方法和装置的各种实施例;

[0030] 图2B示意性地图示图2A的方法的流程,并且

[0031] 图3A至图3C示意性地图示根据本公开的装置的各种实施例。

[0032] 在附图中,除非另外陈述,否则相同的附图标记将用于相同的元件。除非明确地相反陈述,否则附图仅示出用以例示示例实施例所必需的元件,而为了清楚起见,其他元件可以被省略或仅仅建议。如附图中图示的,为了例示目的,元件和区域的(绝对或相对)尺寸相对于它们的真实值可以被夸大或低估,并且因此被提供来例示实施例的大致结构。

具体实施例

[0033] 图1A示意性地图示了场景的图像100。在这个具体的示例中,场景是房间。图像100由具有非直线镜头(诸如例如鱼镜头)的摄像机捕获的,因此图像100是扭曲的,使得直线被示出为曲线等。摄像机被设想为安装在房间的天花板(未示出)中,并且被布置成摄像机的光轴直接地面向房间的地板110。地板110被四面墙120a至120d围绕,这四面墙从地板110垂直向上突出,并且使得它们在地板110和各个的墙相交的位置处形成四个角130a至130d。在墙120a中还提供有门140,物体可以通过该门进入/离开房间。在捕获图像100的时刻,房间是空的(除了例如家具、墙壁装饰或类似物),即在房间内没有人、动物或其他移动物体。

[0034] 如在图像100中可以看到的,由于摄像机的非直线镜头在摄像机的图像传感器上的投影,沿着地板110将拐角连接在一起的线看起来是弯曲/扭曲的。这也适用于图像100中的大多数其他线,这些线由于由摄像机的镜头引入的畸变而在图像100中扭曲/弯曲。因此,期望校正这种畸变,使得例如在真实世界中直的线在描绘场景的图像中也保持直的。使用传统技术,为了校正由摄像机的非直线镜头引入的图像100中的畸变,操作者将不得不手动识别图像100的哪个部分属于地板110(即,图像100中所示的场景的水平表面)。例如,操作者可以(使用示出图像100的图形用户界面)执行这样的任务,通过例如沿着连接四个拐角130a至130d的曲线进行追踪,和/或通过手动地指示例如图像100的对应于四面墙120a至120d和门140的区域,即场景的垂直表面。一般而言,这样的过程是耗时的,并且如果在更大的摄像机安装中有许多(例如数百)个摄像机要被配置和准备畸变校正,则可能甚至无法处理。

[0035] 现在将参考剩余的附图,更详细地描述本公开如何解决这个问题/难题,首先参考图1B。在下文中,术语“场景”和“房间”将可互换地使用。这同样也适用于术语“垂直表面”和“墙”以及术语“水平表面”和“地板”,它们也将可互换地使用。

[0036] 图1B示意性地图示了随时间推移而捕获的房间的多个图像101的叠加,其中多个足迹150指示遍及场景中的水平表面/地板移动的一个或多个物体的底部位于哪里。从图像101中,例如显而易见的是,一个或多个物体已经通过门140进入并移动到房间中的物体(诸如隔间、墙或类似物),并且然后再次通过门140离开。应注意的是,足迹150不一定是在人之后留下的实际的足迹(例如由鞋下的污垢、橡胶标记或类似物引起的足迹),而是用来例示/象征这些物体的底部(诸如例如脚)随时间推移而被确定的位置。例如,关键点检测可以作为一种可能的手段来估计物体的这种底部在图像中所在的位置。如果人或其他物体在移动时确实在地板110上留下了真实的脚印(例如,污垢/橡胶标记),那么这些脚印当然也可以

被检测到并被用作这些物体的底部在图像中所在的位置的指示。

[0037] 还参考图1C至图1H,现在将解释所设想的方法如何使用多个图像101和“足迹”150来最终执行图像101中的一个或多个的畸变校正。

[0038] 图1C示意性地图示了使用足迹150进行图示的、底部如何随时间推移在场景中移动。足迹150在(x,y)坐标系中绘制,使得每个足迹150位于具体的(x,y)坐标处。

[0039] 图1D示意性地图示了与图1C中相同的足迹150,但用虚线形状160指示足迹在地板110的平面中的外沿(extension)。

[0040] 图1E示意性地图示了基于摄像机的已知参数,基于足迹150的外沿160如何来限定矩形边界170。这可以例如基于关于非矩形镜头如何折射来自不同角度的光的知识来完成。对于例如鱼眼镜头,镜头如何折射光是基于像素(在用于捕获场景的图像的摄像机的图像传感器上的像素)和镜头的光学中心(镜头/摄像机的光轴从其延伸的中心)之间的距离的,并且可能不要求例如关于摄像机在地板110上方的安装高度的知识。边界170可以例如通过对所有足迹150或者例如仅对最外面的足迹150的这种折射进行校正来找到。重要的不是如何做到这个,而是在场景的图像中足迹150的所确定的位置被用于告知这些位置对应于地板110,而不是例如墙120a至120d中的任何一个。

[0041] 图1F示意性地图示了在识别边界170之后,边界170如何被用作三维模型102的水平表面。如图1F中所示,三维模型102是未完成的,并且需要用一个或多个垂直表面来完成。

[0042] 图1G示意性地图示了三维模型102被完成以形成完整的三维模型103。在模型103中,已经添加/限定了墙172a至172d的形式的垂直表面,使得墙172a至172d被限定在边界170周围。在图1G所示的示例中,添加了墙172a至172d,使得它们垂直地远离边界170的平面延伸,即在如图1G中所示的正z方向上延伸。因此,在图1G中所示的示例中,三维模型103包括由边界170界定的地板171以及在四个拐角174a至174d处彼此相交并与地板171相交的四面墙172a至172d。墙172a至172d具有相同的高度h。如前所述,三维模型104因此是在假设图像中的没有物体移动的区域在统计上可能属于例如房间的墙的情况下创建的。参数h可以根据需要进行调节以仿真例如房间的高度。

[0043] 图1H再次示意性地图示了房间的俯视图,但图1A的图像100现在已经投影在三维模型103上。所产生的图像104是图像100的畸变校正后的版本,如从中可以看到的,例如,连接四个拐角130a至130d的线不再像以前那样扭曲/弯曲。

[0044] 如本文中所设想的,执行图像100到三维模型103的投影可以例如基于关于地板171和摄像机之间的方位的知识,该方位例如可以通过假设摄像机/镜头的光轴与地板171正交来获取。当执行图像100到三维模型103的投影时,摄像机的假设位置可以被有意地从它的真实位置改变,例如,用以校正摄像机没有精确地位于房间的天花板内的中心或类似情况。改变摄像机的假设位置可以例如有助于在所产生的图像104的两个侧(水平和/或垂直)获取相似数量的像素。在一些实施例中,当执行投影时,也可以设想摄像机在例如房间的地板上方的假定高度也可以被改变,使得它与真实高度不匹配。如果例如想要改变所产生的图像104的透视图,这可能是特别感兴趣的。一般而言,通过获取(从已经跨水平表面上移动的物体的底部的位置获取)关于图像100的哪些部分分别对应于例如墙和对应于地板的知识,可以构建三维模型,该三维模型然后可以被用于执行图像100到三维模型(诸如模型103)的投影。随后投影如何确切地被执行可以基于例如期望的透视效果和例如期望的视

点(例如摄像机相对于水平表面的期望/假设位置)而变化。

[0045] 所提出的方法的准确性当然可以取决于在场景中移动的物体是否访问例如地板的所有部分。如果在提供给所提出的方法的、场景的多个图像中没有物体移动穿过地板的特定部分,则所产生的场景的三维模型将可能太小,并且所设想的地板的外部的物体将显得扭曲。然而,如果假设地板的每个区域被至少一个物体访问的可能性随时间推移而增加,则可以通过分析场景的更多图像来减少这种影响。另外,通过也使用如上所述的关键点检测,由于例如家具或其他物体被布置在地板和摄像机之间,因此也可以在地板的对摄像机隐藏的区域中识别物体底部的真实位置。这进一步提高了获取例如房间的真实地板的准确估计的机会。

[0046] 设想的使用场景是,例如,在安装多个鱼眼摄像机以覆盖更大的房间或例如走廊并且手动配置每个摄像机将非常耗时的情况。通过使用设想的方法,可以安装摄像机,并且然后允许每个摄像机了解它的图像的哪些部分对应于例如地板和墙。然后,每个摄像机可以基于此生成它自身的、它负责捕获的场景的部分的三维模型,并且然后使用这个三维模型来投影它捕获的图像,以便执行畸变校正。

[0047] 还应注意的,如本文中所设想的,地板不一定需要是正方形或矩形的,而是也可以具有其他形状。例如,房间的一面或多面墙可以是弯曲的。相似地,一面墙不一定需要以90度角与另一面墙相交。所做的唯一的假设是墙从地板垂直延伸。

[0048] 现在还将参考图2A和图2B进一步描述设想的方法(诸如之前参考图1A至图1H所图示的方法)。图2A使用各种功能单元示意性地图示本文中所设想的用于畸变校正的方法200的各种实施例,并且图2B示意性地图示这种方法的流程。图2A也用于图示用于执行该方法的设想的装置300,本文中稍后将参考图3A至图3C对此进行更详细的描述。

[0049] 在方法200中,摄像机210被布置成捕获场景(例如房间)。摄像机210具有诸如例如鱼镜头头的非直线镜头,使得摄像机210的视场足够大以用于摄像机210捕获场景的更广的部分。由摄像机210捕获的场景的多个图像212被提供给第一确定模块220。

[0050] 在步骤S201中,第一确定模块220从摄像机210接收场景的多个图像212。摄像机210可以一次发送多个图像,或者例如一次发送一个图像(例如一旦每个图像被捕获到就发送)。第一确定模块220被配置为(在步骤S202中)估计/确定已遍及场景中的水平表面移动的一个或多个物体的底部的位置。这可以例如通过使用关键点和/或通过直接地识别一个或多个物体的底部来执行。例如,第一确定模块220可以例如被配置为识别人的脚、动物的脚和/或例如机器人真空吸尘器的轮子或经常跨场景的地板移动的其他物体。这种底部的识别可以例如使用用于该目的的通用技术来执行,并且可以例如基于被训练来识别这种特征的各种机器学习算法。一旦场景中的底部物体的位置被确定,第一确定模块220就将所估计的位置222发送到第二确定模块230。第一确定模块220也可以等待,直到它已经确定底部的多个位置,并且然后将这些多个位置同时发送到第二确定模块230。

[0051] 第二确定模块230从第一确定模块220接收底部的多个位置222,以便收集关于物体如何随时间推移而在场景中移动的统计,并且具体是物体的底部如何随时间推移而在场景中移动的统计。具体地,第二确定模块230可以专注于物体移动到哪里,即物体的各自的底部访问房间的哪个部分。在步骤S203中,第二确定模块230使用这样的统计来确定/估计房间的地板的边界。一旦确定了房间的地板的边界,第二确定模块230就将所确定的边界

232发送到3D建模模块240。在一些实施例中,在将具体区域视为房间的地板之前,第二确定230模块可以等待,直到在图像的该具体区域中移动的底部的数量超过阈值。如本文中前面提到的,这可以提高该具体区域实际上是地板的一部分的置信度。如本文中所设想的,“多个底部”不一定是指不同物体的底部,而是也可以是重复地被识别为位于该具体区域的同一物体的一个或多个底部。更通用地,不一定需要区分不同的物体,并且因此也可以使用仅能够识别底部(而不识别底部属于哪个具体物体)的方法来实现所设想的方法。

[0052] 3D建模模块240从第二确定模块230接收所确定的边界232,并且被配置为(在步骤S204中)通过在地板的所确定的边界周围限定一面或多面墙来生成由摄像机210捕获的房间的三维模型。一旦生成了三维模型,3D建模模块240就将三维模型242发送到校正模块250。三维模型可以例如由代表边界的多个坐标和代表墙的多个坐标来限定。在其他实施例中,如果假设墙具有根据高度值的高度,并且使得它们从地板垂直延伸并沿着由多边形定义的地板的边界延伸,则地板可以例如被表示为多边形,并且墙可以被表示为例如仅高度值h。当然,表示/参数化三维模型的其他方式可以被设想。

[0053] 校正模块250从3D建模模块240接收三维模型242,并且(在步骤S205中)通过将一个或多个图像投影到从3D建模模型240接收的三维模型来执行对由摄像机210捕获的一个或多个图像214的畸变的校正。校正模块250在其上应用校正的一个或多个图像(捕获同一房间/场景的一个或多个图像)可以例如直接地从摄像机210被接收作为一个或多个图像214。在其他实施例中,要对其进行畸变校正的一个或多个图像可以例如从拥有这种图像的任何其他模块被发送。在已经校正了一个或多个图像242中的至少一个图像的畸变之后,校正模块250可以例如输出校正后的图像252。校正后的图像252可以例如被包括为视频流的一部分,并且可以例如替换相应的未校正图像或者在未校正图像之外被提供。经过畸变校正的图像可以不一定是与用于生成三维模型的图像之一相同的图像,而是例如可以是在比用于生成三维模型的多个图像晚的时刻捕获的场景的图像。

[0054] 现在将参考图3A至图3C更详细地描述用于对使用具有非直线镜头的摄像机捕获的图像执行畸变校正的装置。

[0055] 图3A以许多功能单元/模块/块的形式示意性地图示了本文中所设想的装置300的各种实施例的组件。装置300包括处理电路310。处理电路310使用合适的中央处理单元(CPU)、多处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)等中的一个或多个的任意组合来提供,处理电路310能够执行例如以计算机可读存储介质320的形式存储在计算机程序产品(本文未示出)中的软件指令。处理电路310可以进一步被提供为至少一个专用集成电路(ASIC)或现场可编程门阵列(FPGA)。

[0056] 具体地,处理电路310被配置为使装置300执行诸如如上例如在描述图2A和图2B中图示的方法200时所公开的步骤S201至步骤S205中的一个或多个的一组操作或步骤。例如,存储介质320可以存储一组操作,并且处理电路310可以被配置为从存储介质320获得该组操作以使装置300执行该组操作。该组操作可以作为一组可执行指令被提供。因此,处理电路310由此被布置为执行本文中公开的例如参考图2A和2B的方法。

[0057] 存储介质320也可以包括永久存储器,例如,永久存储器可以是磁存储器、光存储器、固态存储器或者甚至远程安装的存储器中的任何单个或者组合形式的存储器。

[0058] 装置300可以进一步包括用于与其他实体、功能、节点和装置(诸如例如摄像机

210) 通信的通信接口330。例如,通信接口330可以允许装置300与摄像机210通信,以便接收用于生成场景的三维模型的场景的多个图像。因此,通信接口330可以包括一个或多个包括模拟和/或数字部件的发射机和接收机。如本文中稍后将更详细描述,在一些实施例中,装置300可以是摄像机210本身,并且通信接口330可以例如包括任何必要的电路,以例如允许装置/摄像机300的处理电路310访问由装置/摄像机的图像传感器(未示出)产生的图像数据。

[0059] 处理电路310例如通过向通信接口330和存储介质/存储器320发送数据和控制信号,通过从通信接口330接收数据和报告,以及通过从存储介质320获取数据和指令,来控制装置300的总体操作。装置300的其他组件以及它们的相关功能(如虚线框340所图示)当然也可以被包括,但是省略了对它们的任何描述,以免混淆本文中提出的构思。通信总线350被包括并被配置为允许各种单元310、320和330(以及可选地也有340)根据需要彼此交换数据和信息。

[0060] 图3B以许多功能模块301至305的形式示意性地图示了根据本公开的各种实施例的装置300的组件。装置300至少包括被配置为执行参照图2A和图2B描述的方法200的步骤S202的第一确定模块301(诸如例如第一确定模块220)、被配置为执行步骤S203的第二确定模块302(诸如例如第二确定模块230)、被配置为执行步骤S204的3D建模模块303(诸如例如3D建模模块240)和被配置为执行步骤S205的畸变校正模块304(诸如例如校正模块250)。

[0061] 总体来说,每个功能模块301至304可以以硬件或软件来实现。优选地,一个或多个或所有功能模块301至304可以由处理电路310实现,可以与通信接口330和/或存储介质320合作。因此,处理电路310可以被布置为从存储介质320取得如由功能模块301至304所提供的指令,并执行这些指令,并且从而执行如本文中所公开的由装置300执行的方法200的任何步骤。如果作为硬件提供,则每个模块301至304可以与其他模块分离。在其他实施例中,模块310至304中的一个、多个或所有可以被实施为相同的物理模块或类似模块的各部分。

[0062] 在一些实施例中,装置300可以进一步包括例如如所附从属权利要求所限定的执行装置300的其他任务所需的附加的功能模块(由虚线框305图示)。提供通信总线352(逻辑或物理)以允许各种功能模块301至304(以及可选的305)根据需要通信/交换数据和信息。

[0063] 图3C示意性地图示了本文中所设想的摄像机300的实施例,即参考图3A和图3B描述的装置300实际上是用于捕获场景的多个图像的摄像机300的情况。如图3A中所示,在一些实施例中,摄像机300可以是具有鱼镜头370的鱼眼摄像机。摄像机300具有光轴372,使得当捕获场景的图像时,场景的与光轴372对准的点优选地对应于捕获的图像的中心中的像素。同样如图3C所示,摄像机300包括例如如上所述的处理电路310,并且也可以包括例如存储器(未示出)320等。摄像机300被配置为安装在例如房间的天花板中,使得光轴372例如与房间的地板正交。

[0064] 尽管没有在本文的任何附图中图示,但是本公开也提供了如本文中已经描述的计算机程序和计算机程序产品。计算机程序产品包括计算机可读存储介质,设想的计算机程序存储在该计算机可读存储介质上。如已描述的,计算机程序包括计算机代码,当在装置(诸如300)的处理电路(诸如310)上运行时,计算机代码例如通过执行参照图2A和图2B描述的方法200的步骤S201至S205使装置执行本文中公开和讨论的任何方法。从而,计算机程序和/或计算机程序产品因此可以提供用于执行例如方法200的任何步骤和/或使设想的装置

300按预期操作的工具。

[0065] 计算机程序产品例如可以被提供为诸如CD(压缩盘)或DVD(数字多功能盘)或蓝光盘的光盘。计算机程序产品也可以被体现为诸如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)或电可擦除可程序只读存储器(EEPROM)的存储器,并且更具体地,体现为诸如USB(通用串行总线)存储器的外部存储器中的装置的非易失性存储介质,或诸如紧凑型闪存的闪存。因此,计算机程序可以以适合于计算机程序产品的任何方式存储,即存储在计算机可读存储介质上。

[0066] 总结本文中所呈现的各种实施例,本公开提供了处理由具有非直线镜头的摄像机捕获的图像中的畸变校正的改进方式。具体地,本公开提供了通过观察物体(诸如人的脚)的底部在场景的图像中如何移动或者具体是在哪里移动来自学习这种校正的方式,以便确定场景的图像的哪些部分对应于例如房间的地板,以及图像的哪些其他部分对应于例如房间的墙,从而生成可用于执行校正的三维模型。通过允许例如摄像机随时间推移而学习如何生成这样的三维模型,可以在不需要例如操作员手动输入的情况下校正由摄像机捕获的图像中的畸变,从而便于例如安装多个这样的摄像机的过程。

[0067] 尽管以上可以以具体组合描述特征和元件,但是每个特征或元件可以单独使用而不使用其它特征和元件,或者以具有或不具有其它特征和元素的各种组合来使用。另外,根据对附图、本公开和所附权利要求的研究,实践所要求保护的发明的本领域技术人员可以理解并实现对所公开的实施例的变型。

[0068] 在权利要求中,词语“包括”和“包含”不排除其他元素,并且“一”不排除复数。仅在相互不同的从属权利要求中列举某些特征这一事实并不表明这些特征的组合不能用于有利的目的。

[0069] 附图标记列表

[0070] 100 场景的图像

[0071] 101;212 场景的多个图像

[0072] 102,103;242场景的三维模型

[0073] 104;252 场景的畸变校正后的图像

[0074] 110;171 水平表面/地板

[0075] 120a至120d;172a至172d垂直表面/墙

[0076] 130a至130d;174a至174d拐角

[0077] 140 门

[0078] 150;222 场景中物体的底部随时间推移的位置

[0079] 160 底部的边界

[0080] 170;232 水平表面的边界

[0081] 200 畸变校正的方法

[0082] S201至S205 方法步骤

[0083] 210 具有非直线镜头的摄像机

[0084] 212 场景的多个图像

[0085] 220;301 第一确定模块

[0086] 230;302 第二确定模块

- [0087] 240;303 3D建模模块
- [0088] 240;304 校正模块
- [0089] 300 装置/摄像机
- [0090] 305;340 可选的功能模块
- [0091] 310 处理电路
- [0092] 320 存储器
- [0093] 330 通信接口
- [0094] 350;352 通信总线
- [0095] 370 鱼眼镜头
- [0096] 372 光轴

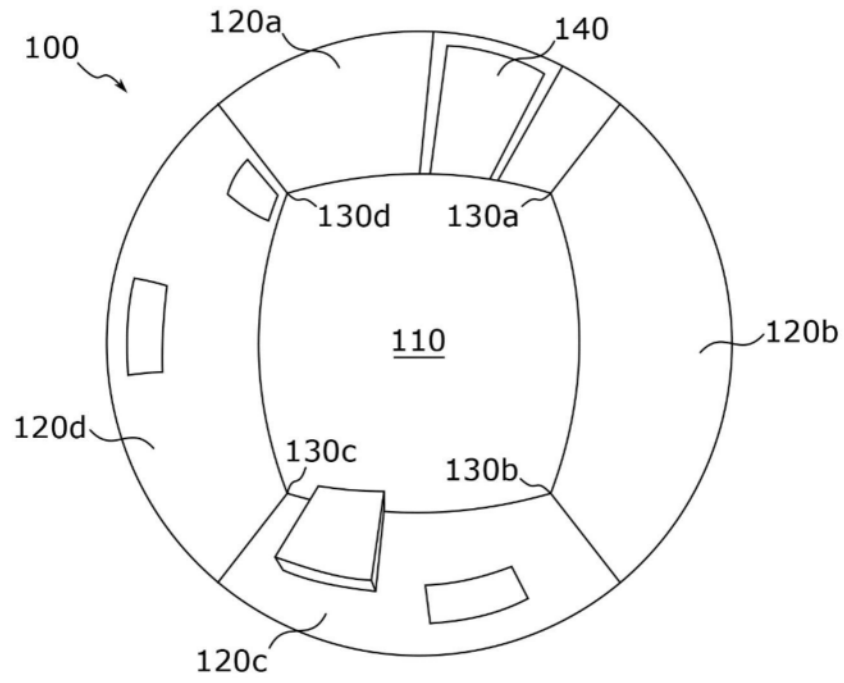


图1A

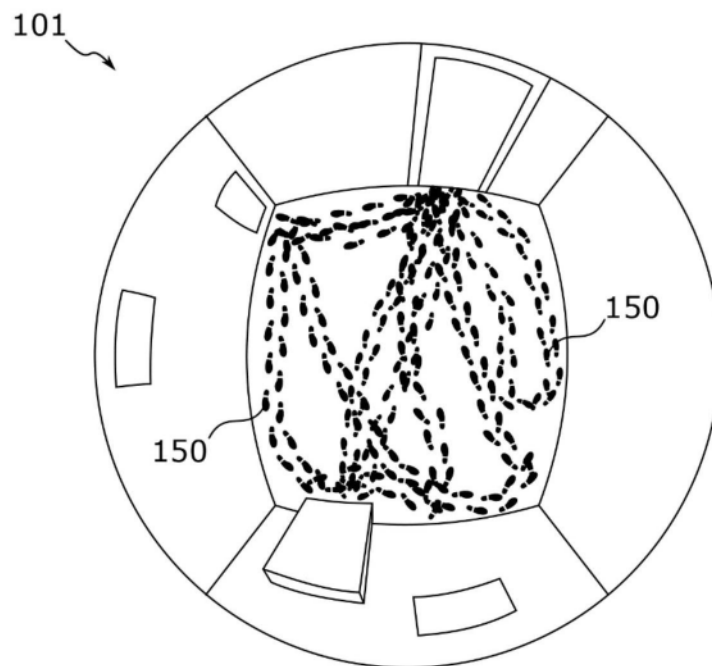


图1B

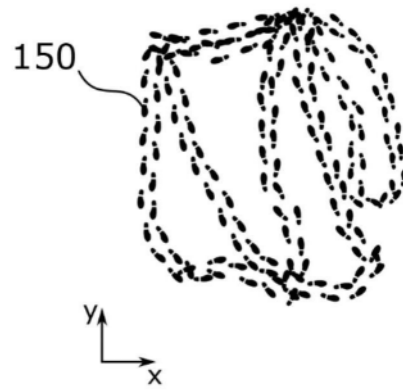


图1C

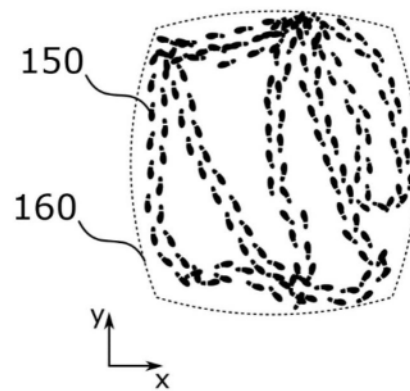


图1D

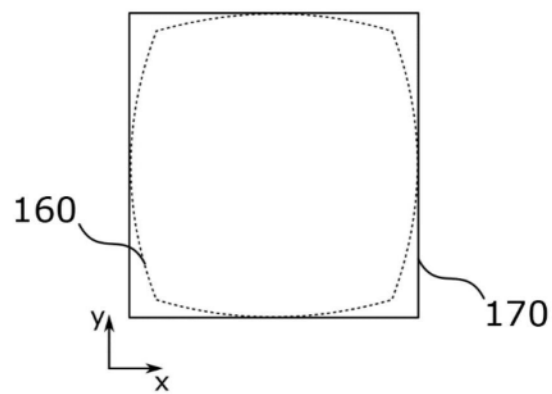


图1E

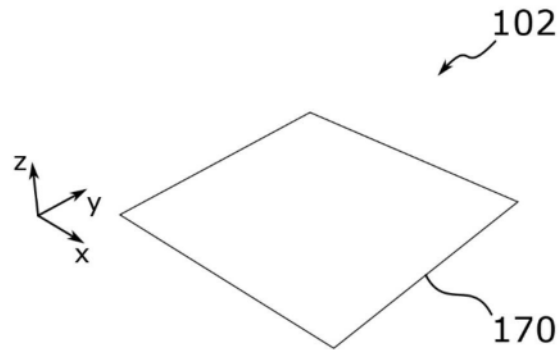


图1F

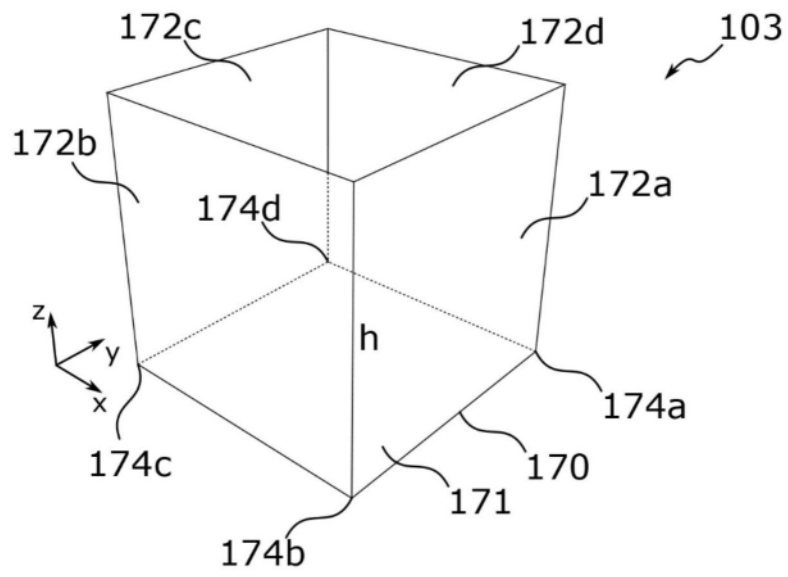


图1G

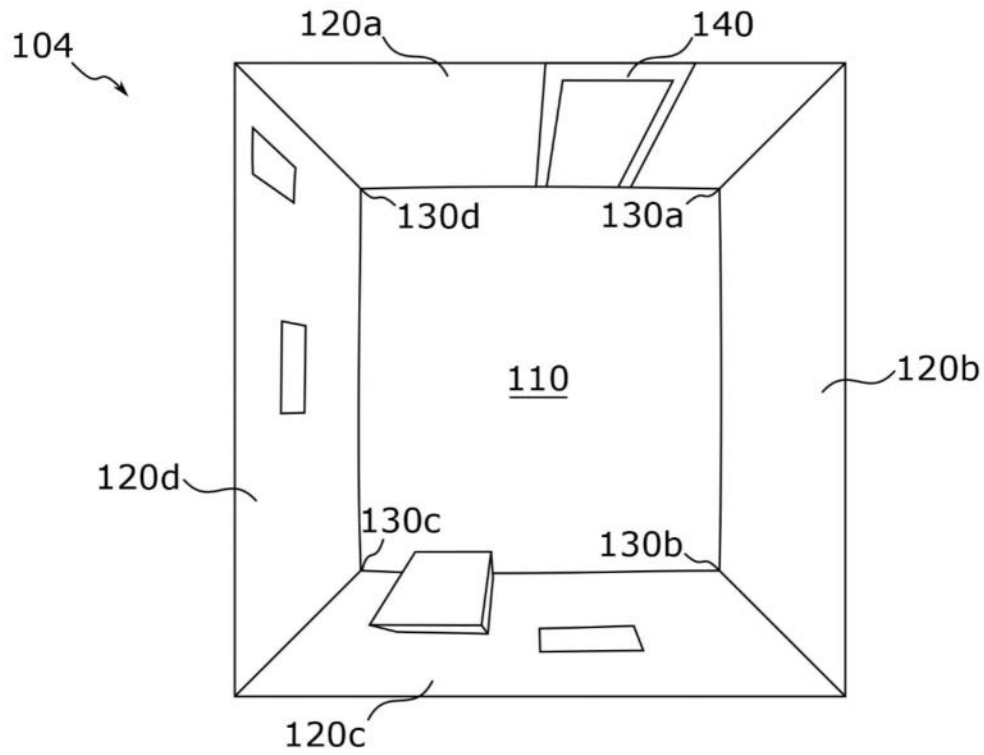


图1H

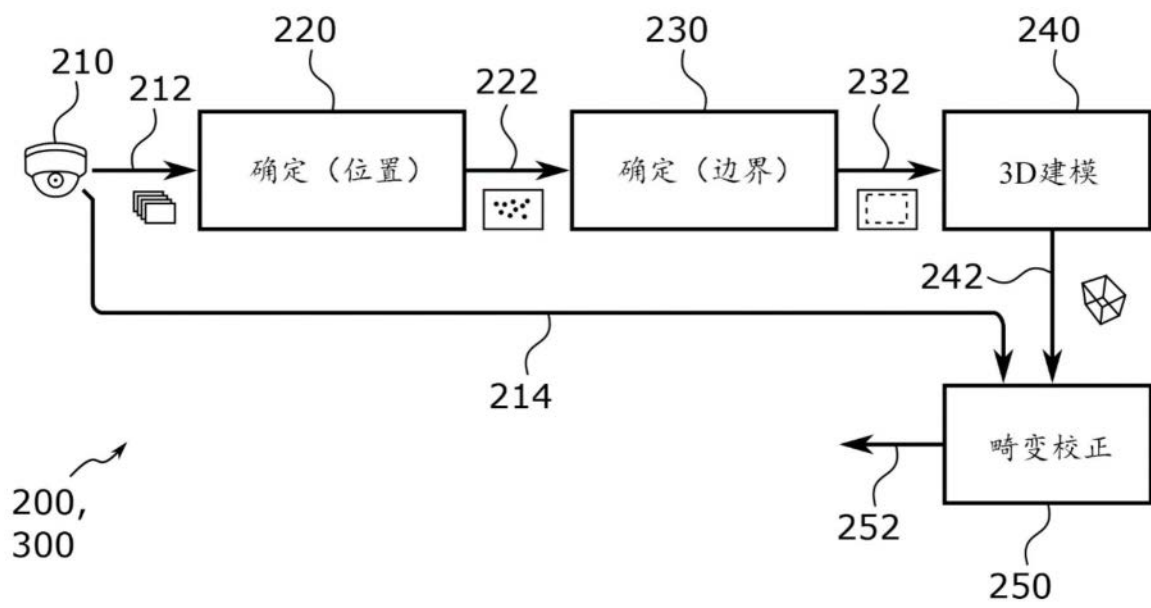


图2A

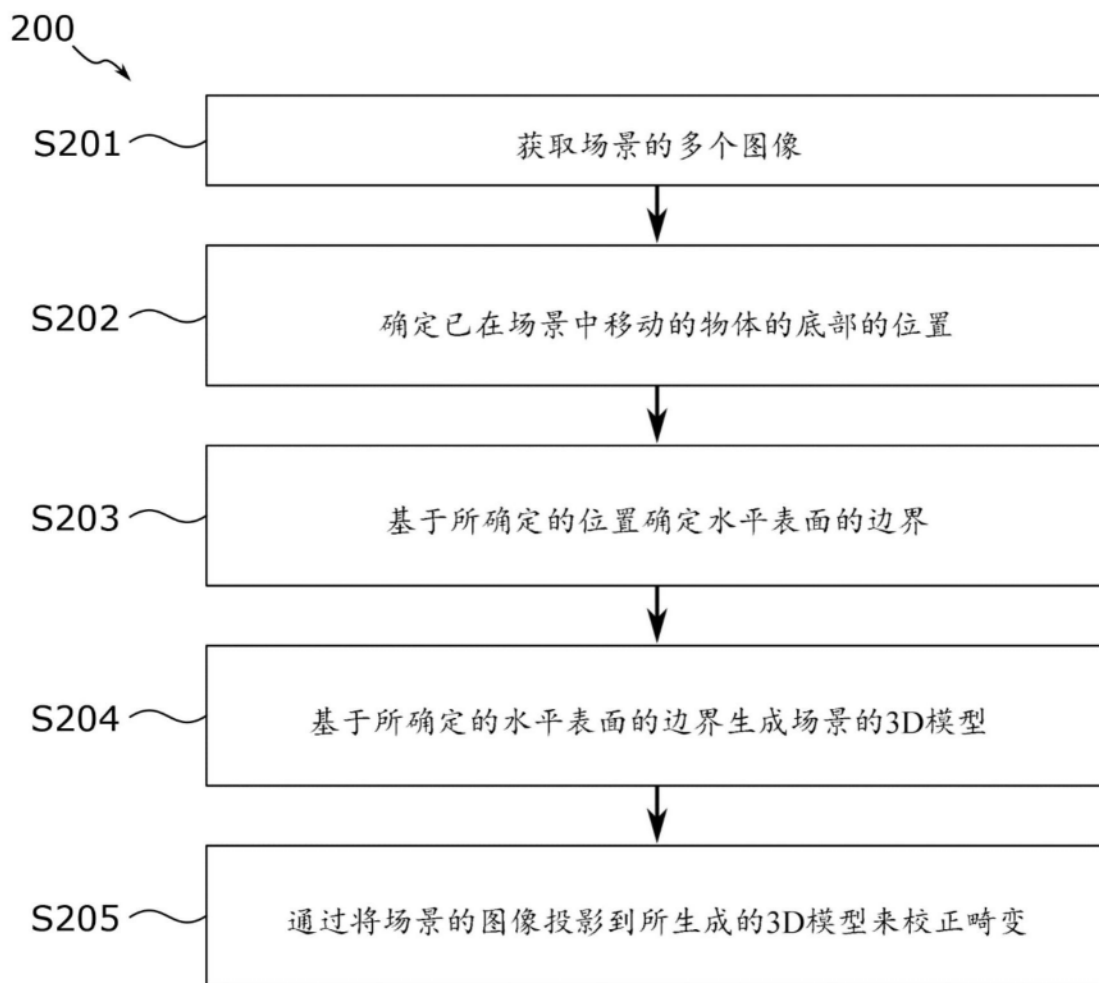


图2B

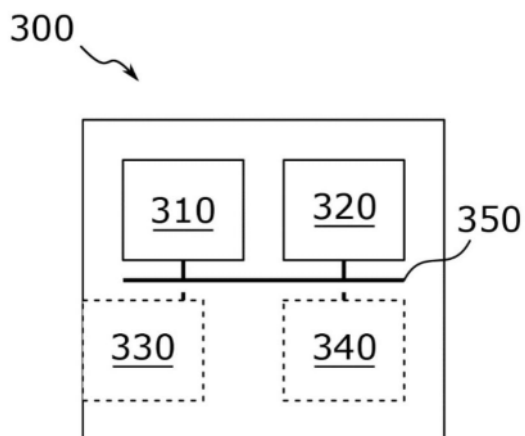


图3A

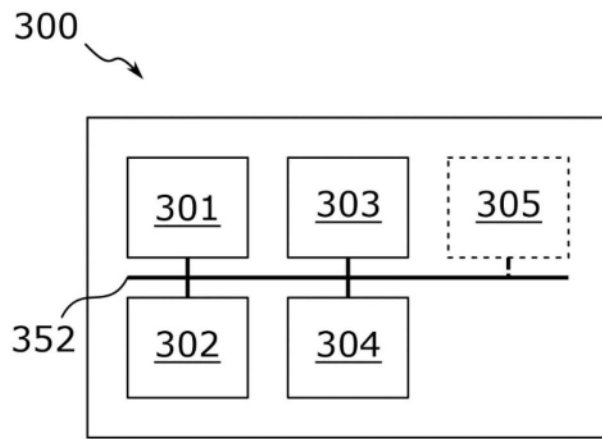


图3B

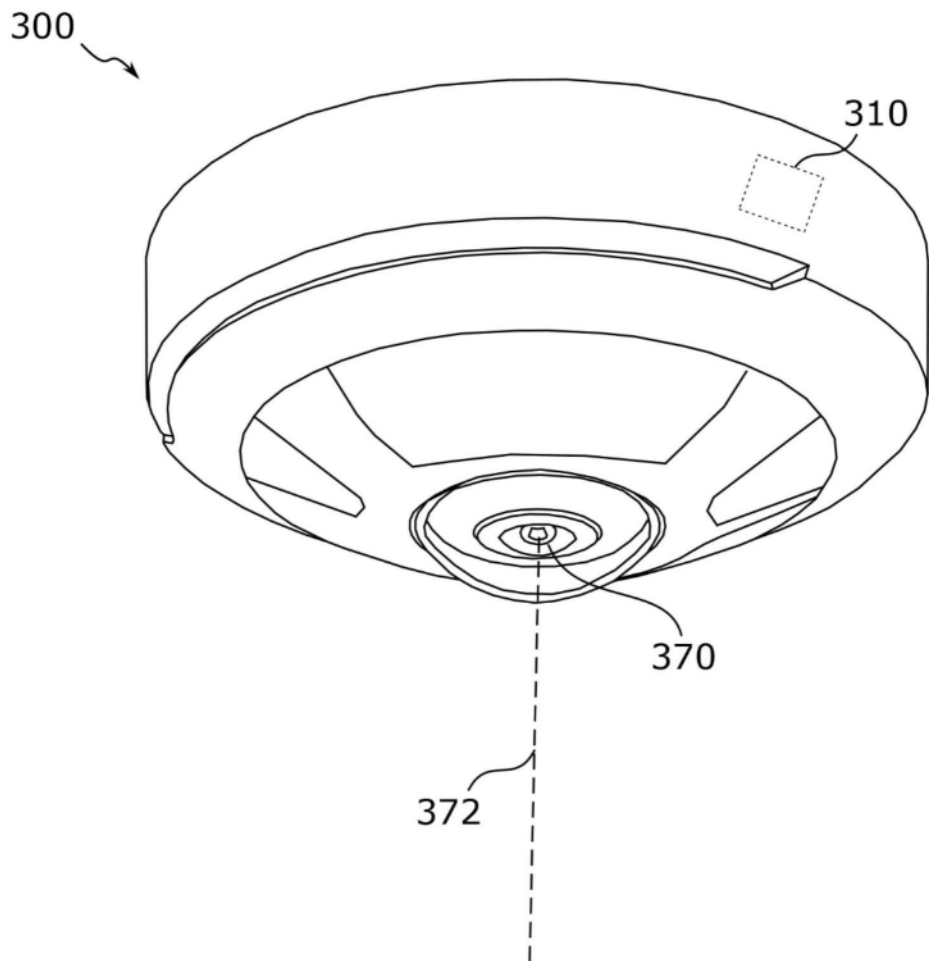


图3C