

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/155159 A1

(51) 国际专利分类号:

G06T 15/00 (2011.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/074630

(22) 国际申请日:

2019 年 2 月 2 日 (02.02.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 李延召 (LI, Yanzhao); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。张富 (ZHANG, Fu); 中国广东省深圳市南山区

高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。陈涵 (CHEN, Han); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座409室, Beijing 100085 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: METHOD FOR INCREASING POINT CLOUD SAMPLING DENSITY, POINT CLOUD SCANNING SYSTEM, AND READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 增加点云采样密度的方法、点云扫描系统、可读存储介质

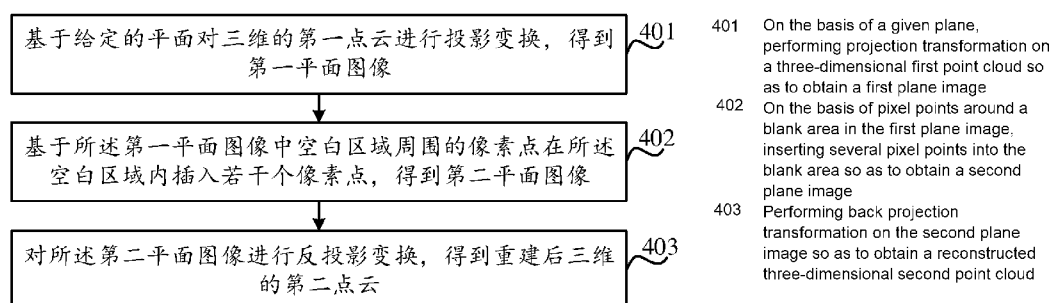


图 4

(57) Abstract: Provided are a method for increasing point cloud sampling density, a point cloud scanning system, and a readable storage medium. The method for increasing point cloud sampling density comprises: on the basis of a given plane, performing projection transformation on a three-dimensional first point cloud so as to obtain a first plane image (401); on the basis of pixel points around a blank area in the first plane image, inserting several pixel points into the blank area so as to obtain a second plane image (402); and performing back projection transformation on the second plane image so as to obtain a reconstructed three-dimensional second point cloud (403). According to the method, pixel points are inserted into the plane image instead of inserting points into a three-dimensional point cloud, thereby reducing the difficulty of a data insertion operation. Moreover, the point density in the second point cloud is significantly increased in comparison with the first point cloud, thus reducing the point distribution sparsity in the first point cloud and making it easy for a user to observe objects in a corresponding scene according to the second point cloud.

(57) 摘要: 提供了一种增加点云采样密度的方法、点云扫描系统和可读存储介质。增加点云采样密度的方法包括: 基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换, 得到第一平面图像 (401); 基于第一平面图像中空白区域周围的像素点在空白区域内插入若干个像素点, 得到第二平面图像 (402); 对第二平面图像进行反投影变换, 得到重建后三维的第二点云 (403)。增加点云采样密度的方法以在平面图像中插入像素点替代在三维点云中插入点, 这样可以降低插入数据操作的难度。并且, 与第一点云相比, 第二点云中点的密度明显增加, 降低了第一点云中点分布的稀疏性, 方便用户根据第二点云观察所对应场景内的物体。

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

增加点云采样密度的方法、点云扫描系统、可读存储介质

技术领域

本公开实施例涉及控制技术领域,尤其涉及增加点云采样密度的方法、点云扫描系统、可读存储介质。

5 背景技术

激光雷达系统在空间扫描的过程中,采用点云技术获取空间的采样图案。在同样的采样图案下,点数越多点云越密;在同样的点数下,采样图案越均匀越利于 FOV (Field of View, 视野) 的呈现,因此需要尽可能的增加点云采样密度。

10 为增加点云采样密度,相关技术中有两种方式:

第一种为改善硬件方案,即以系统地提升采样频率、改善采样图案。例如采用多通道的模式来实现并行采集,可以成倍改善采样频率和采样图案,从而显著提升点云密度。然而本模式需要搭建硬件的难度较大,且激光雷达系统的功耗也随之提升。

15 第二种为通过软件插值来改善点云采样密度,如在三维空间进行最近邻差值、线性插值等。由于在三维空间中获取点云图案时会存在点云稀疏性的特点,导致直接插值的效果及适应性较差。另外,点云图案中存在的噪声点还会引起插值误差,从而使点云图案的效果进一步恶化。

发明内容

20 本公开实施例提供一种增加点云采样密度的方法、点云扫描系统、可读存储介质。

第一方面,本公开实施例提供一种增加点云采样密度的方法,包括:
基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换,得到第一平面图像;
基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插

入若干个像素点，得到第二平面图像；

对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

5 第二方面，本公开实施例提供一种点云扫描系统，包括存储器和处理器；所述存储器通过通信总线和所述处理器连接，用于存储所述处理器可执行的计算机指令；所述处理器用于从所述存储器读取计算机指令以实现：

基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像；

基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像；

对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

10 第三方面，本公开实施例提供一种可读存储介质，所述可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时实现第一方面所述方法的步骤。

由上述的技术方案可见，本实施例中通过第一点云基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像；然后，在所述第一平面图像中的空白区域插入若干个像素点，得到第二平面图像；最后，对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。这样，本
15 实施例中在平面图像中插入像素点，可以降低插入操作的难度。并且，本实施例中与第一点云相比，第二点云中点的密度明显增加，降低了点分布的稀疏性，方便用户根据第二点云观察所对应场景内的物体。

20 附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，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。

25 图1是本公开实施例提供的一种点云扫描系统的框图；

图2是本公开实施例提供的采用同轴光路的距离探测装置的结构示意

图；

图 3 是本公开实施例提供的一种典型的点云扫描轨迹图；

图 4 是本公开实施例提供的一种增加点云采样密度的方法的流程示意图；

5 图 5 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图；

图 6 是本公开实施例提供的给定的平面为投影面的示意图；

图 7 是本公开实施例提供的获取第二平面图像的流程示意图；

图 8 是本公开实施例提供的在第一平面图像获取物体的示意图；

10 图 9 是本公开实施例提供的一种获取第一平面图像中物体上空白区域
的示意图；

图 10 是本公开实施例提供的在第一平面图像获取区域的示意图；

图 11 是本公开实施例提供的另一种获取区域中空白区域的示意图；

图 12 是本公开实施例提供的一种向空白区域中目标点插入物理参数的示意图；

15 图 13 是本公开实施例提供的确定目标点的流程示意图；

图 14 是本公开实施例提供的第二点云的效果图；

图 15 是本公开实施例提供的另一种增加点云采样密度的方法的流程示意图；

图 16 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图；

20 图 17 是本公开实施例提供的获取第三点云的流程示意图；

图 18 是本公开实施例提供的又一种增加点云采样密度的方法的流程示意图；

图 19 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图；

图 20 是本公开实施例提供的又一种增加点云采样密度的方法的流程

25 示意图；

图 21 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图；

图 22 是本公开实施例提供的另一种点云扫描系统的框图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没
5 有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

由于相关技术中增加点云采样密度的两种方式存在如下问题：一，改善硬件方案需要搭建硬件的难度较大，且激光雷达系统的功耗也随之提升。二，通过软件在三维空间中插值来改善点云采样密度，因此点云图案时会
10 存在稀疏性的特点，导致直接插值的效果及适应性较差。另外，点云图案中存在的噪声点还会引起插值误差，从而使点云图案的效果进一步恶化。

为解决上述问题，本公开实施例提供了一种点云扫描系统，图 1 是本公开实施例提供的一种点云扫描系统的框图。参见图 1，一种点云扫描系统包括距离探测装置 100、处理器 200 和存储器 300。其中，处理器 200
15 可以分别与距离探测装置 100 和存储器 300 连接，距离探测装置 100 和存储器 300 连接。距离探测装置 10 用于获取点云，并将点云发送给存储器 300，或者处理器 200。可理解的是，距离探测装置 100 可以集成在点云扫描系统内；还可以单独设置，通过与点云扫描系统之间的连接输出点云。后续以距离探测装置 100 设置在点云扫描系统内为例描述本申请的方案。

20 本公开实施例中还提供了一种增加点云采样密度的方法，处理器 200 可以在接收到点云时，执行增加点云采样密度的方法，达到增加点云采样密度的效果。之后，处理器 200 还可以将重建后的点云发送给存储器 300 保存。

在一实施例中，距离探测装置可以包括雷达，例如激光雷达。探测装
25 置可以通过测量探测装置和探测物之间光传播的时间，即光飞行时间（Time-of-Flight, TOF），来探测探测物到探测装置的距离。

距离探测装置中可以采用同轴光路，也即探测装置出射的光束和经反射回来的光束在探测装置内共用至少部分光路。或者，探测装置也可以采用异轴光路，也即探测装置出射的光束和经反射回来的光束在探测装置内分别沿不同的光路传输。图 2 示出了本公开的距离探测装置采用同轴光路的一种实施例的示意图。

参见图 2，距离探测装置 100 包括光收发装置 110，光收发装置 110 包括光源 103、准直元件 104、探测器 105 和光路改变元件 106。光收发装置 110 用于发射光束，且接收回光，将回光转换为电信号。光源 103 用于发射光束。在一个实施例中，光源 103 可发射激光束。其中，光源 103 可以包括激光二极管封装模块 106，用于以与激光二极管封装模块 106 的基板的第一表面呈一定夹角的方向出射激光脉冲，其中夹角小于或等于 90 度。可选的，光源 103 发射出的激光束为波长在可见光范围之外的窄带宽光束。准直元件 104 设置于光源 103 的出射光路上，用于准直从光源 103 发出的光束，将光源 103 发出的光束准直为平行光。准直元件 104 还用于会聚经探测物反射的回光的至少一部分。该准直元件 104 可以是准直透镜或者是其他能够准直光束的元件。

距离探测装置 100 还包括扫描模块 102。扫描模块 102 放置于光收发装置 110 的出射光路上，扫描模块 102 用于改变经准直元件 104 出射的准直光束 119 的传输方向并投射至外界环境，并将回光投射至准直元件 104。回光经准直元件 104 汇聚到探测器 105 上。

在一个实施例中，扫描模块 102 可以包括一个或多个光学元件，例如，透镜、反射镜、棱镜、光栅、光学相控阵（Optical Phased Array）或上述光学元件的任意组合。在一些实施例中，扫描模块 102 的多个光学元件可以绕共同的转动轴 109 旋转，每个旋转的光学元件用于不断改变入射光束的传播方向。在一个实施例中，扫描模块 102 的多个光学元件可以以不同的转速旋转。在另一个实施例中，扫描模块 102 的多个光学元件可以以基本相同的转速旋转。

在一些实施例中，扫描模块 102 的多个光学元件也可以是绕不同的轴旋转，或者沿相同的方向振动，或者沿不同的方向振动，在此不作限制。

在一个实施例中，扫描模块 102 包括第一光学元件 114 和与第一光学元件 114 连接的驱动器 116。驱动器 116 可以包括电机或其他驱动装置，
5 用于驱动第一光学元件 114 绕转动轴 109 转动，使第一光学元件 114 改变准直光束 119 的方向。第一光学元件 114 将准直光束 119 投射至不同的方向。在一个实施例中，准直光束 119 经第一光学元件 114 改变后的方向与转动轴 109 的夹角随着第一光学元件 114 的转动而变化。在一个实施例中，第一光学元件 114 包括相对的非平行的一对表面，准直光束 119 穿过该对
10 表面。在一个实施例中，第一光学元件 114 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第一光学元件 114 包括楔角棱镜，对准直光束 119 进行折射。在一个实施例中，第一光学元件 114 上镀有增透膜，增透膜的厚度与光源 103 发射出的光束的波长相等，能够增加透射光束的强度。

在一个实施例中，扫描模块 102 还包括第二光学元件 115，第二光学
15 元件 115 绕转动轴 109 转动，第二光学元件 115 的转动速度与第一光学元件 114 的转动速度不同。第二光学元件 115 用于改变第一光学元件 114 投射的光束的方向。在一个实施例中，第二光学元件 115 与另一驱动器 117 连接。驱动器 117 可以包括电机或其他驱动装置，驱动第二光学元件 115 转动。第一光学元件 114 和第二光学元件 115 可以由不同的驱动器驱动，
20 使第一光学元件 114 和第二光学元件 115 的转速不同，从而将准直光束 119 投射至外界环境不同的方向，可以扫描较大的空间范围。在一个实施例中，控制器 118 控制驱动器 116 和驱动器 117，分别驱动第一光学元件 114 和第二光学元件 115。第一光学元件 114 和第二光学元件 115 的转速可以根据实际应用中预期扫描的区域和样式确定，例如，调整第一光学元件 114
25 和第二光学元件 115 的转速可以得到图 3 所示的一种典型的点云扫描轨迹图。

在一个实施例中，第二光学元件 115 包括相对的非平行的一对表面，

光束穿过该对表面。在一个实施例中，第二光学元件 115 包括厚度沿至少一个径向变化的棱镜。在一个实施例中，第二光学元件 115 包括楔角棱镜。在一个实施例中，第二光学元件 115 上镀有增透膜，能够增加透射光束的强度。

5 扫描模块 102 旋转可以将光投射至不同的方位，例如方位 111 和方位 113，如此对探测装置 100 周围的空间进行扫描。当扫描模块 102 投射出的光束沿着方位 111 打到探测物 101 时，一部分光被探测物 101 沿与投射的光束相反的方向反射至探测装置 100。扫描模块 102 接收探测物 101 反射的回光 112，将回光 112 投射至准直元件 104。

10 准直元件 104 会聚探测物 101 反射的回光 112 的至少一部分。在一个实施例中，准直元件 104 上镀有增透膜，能够增加透射光束的强度。探测器 105 与光源 103 放置于准直元件 104 的同一侧，探测器 105 用于将穿过准直元件 104 的至少部分回光转换为电信号。

15 在一些实施例中，光源 103 可以包括激光二极管，通过激光二极管发射纳秒级别的激光。例如，光源 103 发射的激光脉冲持续 10 ns。进一步地，可以确定激光脉冲接收时间，例如，通过探测电信号脉冲的上升沿时间和/或下降沿时间确定激光脉冲接收时间。如此，距离探测装置 100 可以利用脉冲接收时间信息和脉冲发出时间信息计算 TOF，从而确定探测物 101 到距离探测装置 100 的距离。

20 距离探测装置 100 探测到的距离和方位可以用于遥感、避障、测绘、建模、导航等。

25 在一实施例中，距离探测装置 100 可以将不同方位的回光计算出探测物上点的物理参数。其中物理参数可以包括如下至少一种：距离即深度值、反射率、方位即角度值和颜色信息，以及不同方位的回光相对于距离探测装置的像平面的坐标数据，可以得到一个三维空间中一个点，即 $P_i = \{X_i, Y_i, Z_i, \dots\}$ ，其中省略号表示物理参数，后续实施例中也称为扫描点。然后，不同方位的点构成点云 $\text{Point Cloud} = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$ 。可理

解的是，该点云是一个三维结构的点的集合，后续称其为第一点云。

在一实施例中，处理器 200 在接收到距离探测装置 100 发送的点云数据时，执行一种增加点云采样密度的方法的步骤，图 4 是本公开实施例提供的一种增加点云采样密度的方法的流程示意图。参见图 4，一种增加点

5 云采样密度的方法，包括步骤 401~步骤 403：

401，基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像。

本实施例中，处理器 200 先获取给定的平面。其中给定的平面与距离探测装置 100 的像平面存在映射关系，映射关系即是给定平面与像平面之间的平移、旋转的数学关系。在一实施例中，给定的平面为距离探测装置 100 的像平面，从而可以简化后续的处理过程。具体地，处理器 200 可以向距离探测装置 100 发送表征获取给定的平面的请求，距离探测装置 100 响应该请求将其像平面发送给处理器 200，作为处理器 200 的给定的平面。当然，还可以预先将距离探测装置 200 的像平面保存在存储器 300 中，在
10 需要给定的平面时，处理器 200 从存储器 300 中读取即可。
15

本实施例中，参见图 5，处理器 200 基于给定的平面，对三维的第一点云进行投影变换，可以将三维点云转换到二维点云，从而得到第一平面图像。

本实施例中，投影变换可以采用多种方法实现。在一个示例中，以该给定平面作为投影面，以探测装置（例如激光雷达）所在的位置作为中心点，将第一点云的点云点分别向该给定平面进行透视投影得到各自位于该给定平面上的投影点。
20

例如，如图 6 所示，给定平面（也即投影面）为与所述探测装置所发射的光脉冲序列的中心轴相垂直的面，其中，该平面也可以为探测装置的像平面，或者其他适合的平面，可以以该给定平面作为投影面，以探测装置（例如激光雷达）所在的位置作为中心点，将所述第一点云的点云点向该参考面进行透视投影得到位于该参考面上的投影点。
25

402, 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点, 得到第二平面图像。

本实施例中, 处理器 200 获取第一平面图像中的空白区域。获取空白区域的方式可以包括:

5 方式一, 参见图 7, 处理器 200 根据第一平面图像内各像素点的物理参数分割第一平面图像, 得到第一平面图像包含的物体以及各物体内的空白区域 (对应步骤 701)。然后, 针对各物体的空白区域, 处理器 200 根据空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点, 将各物体的空白区域插入像素点后的平面图像作为第二平面图像 (对应步骤 702)。

10 图 8 是本公开实施例提供的一种第一平面图像的示意图, 参见图 8, 以第一平面图像中各点的物理参数中包含深度值为例, 处理器 200 可以扫描第一平面图像中的各点, 获取各点的深度值。然后, 处理器 200 根据各点的深度值可以分割出第一平面图像中包含的物体 1、物体 2、物体 3 和物体 4。

15 在一实施例中, 处理器 200 分割第一平面图像的方式可以包括以下至少一种: 语义分割和实例分割。其中, 语义分割是指, 分割并识别出图像中的内容 (即物体), 并作相应的标注。其中相同的物体标注相同。实例分割是指, 分割并识别出图像中的内容 (即物体), 每个物体对应一个标注。技术人员可以根据具体场景选择合适的分割方式, 在此不作限定。

20 图 9 是本公开实施例提供的获取第一平面图像中物体上空白区域的示意图, 参见图 9, 以物体 4 为例, 处理器 200 根据物体 4 中各点的深度值可以确定出第一平面图像中包含的至少一个空白区域。例如, 处理器 200 以其中一个点 A 为起点, 然后向周围扩散。若点 A 的周围存在点, 则说明点 A 不是边界点, 即点 A 与空白区域无关。此情况下, 处理器 200 更新起
25 点, 迭代上述步骤, 直至找到是空白区域边界的起点。之后从起点的相邻点中继续检测空白区域的边界点, 直至得到如图 9 所示的一个封闭的空白区域。

方式二，参见图 10，处理器 200 将第一平面图像分割为多个区域，多个区域可以面积相同，也可以部分相同，还可以各不相同。然后，针对各区域，以图 11 中小矩形区域内的一个区域为例，处理器 200 获取该区域内的空白区域 1、空白区域 2、空白区域 3 和空白区域 4。

5 需要说明的是，技术人员还可以根据具体场景选择其他分割方式来分割第一平面图像，在能够确定空白区域的情况下，相应方案同样落入本申请的保护范围。

本实施例中，针对每个空白区域，处理器 200 获取该空白区域周围的像素点，并根据周围的像素点的物理参数在该空白区域内插入若干个像素点，这样可以得到第二平面图像。

10 由于距离探测装置 100 向场景空间中出射光束，射向天空的光束因未打到探测物上，此时距离探测装置 100 接收不到回波信息，从而无法获取到该点的深度值，此情况下对应的点称之为天空点。换言之，天空点与第一平面图像中未被距离探测装置 100 扫描过的点（即未扫描点），都不存在深度值，因此在分割出空白区域时可以包括这两种点。

15 在一实施例中，参见图 12，处理器根据第一平面图像中的点确定出第一平面图像中的空白区域后（对应步骤 1201），处理器 200 可以按照预设步长获取空白区域中的待插入的点或者依次获取空白区域中的待插入的点。然后，处理器 200 可以确定待插入的点是否为扫描点。这是因为，对于天空点而言，其无需插入数据，而对于未扫描点而言，其需要插入数据，因此在插入数据之前需要判断待插入数据的点是天空点还是非扫描点，即待插入数据的点是不是目标点（对应步骤 1202）。

20 在一实施例中，若待插入的点为天空点，则该待插入的点不是目标点，无需插入数据。在另一实施例中，若待插入的点为非扫描点，则该待插入的点为是目标点，需要插入数据，此时处理器 200 根据预设算法确定目标点的物理参数的数值（对应步骤 1203）。本实施例中，预设算法可以插值算法。其中插值算法可以为以下至少一种：最近邻插值、线性插值、Lanczos

插值算法、反距离加权法、样条插值法、离散平滑插值和趋势面光滑插值。

在一实施例中，处理器 200 确定空白区域中待插入点是否为目标点，可以包括以下方式

方式一，参见图 13，处理器 200 获取待插入的像素点周围像素点的物理参数的数值（对应步骤 1301）。周围像素点的数量可以选择为 4 个、8 点，或者更多，在此不作限定。然后，处理器 200 对比物理参数的数值和参数阈值，可以得到比对结果（对应步骤 1302）。之后，处理器 200 基于对比结果可以确定出待插入的像素点是否为目标点（对应步骤 1303）。

在一实施例中，处理器 200 在对比结果表征物理参数的数值小于或等于参数阈值时，确定待插入的像素点是目标点；或者，在对比结果表征物理参数的数值大于参数阈值时，确定待插入的像素点不是目标点。

方式二，距离探测装置 100 在生成第一点云的过程中，在检测到天空点时设置一个标识。处理器 200 可以解析出待插入像素点的物理参数中的标识，基于该标识判断该待插入的像素点是否为目标点。

需要说明的是，技术人员还可以根据具体场景选择其他方式来判断待插入的像素点是否为目标点，在能够确定目标点的情况下，相应方案同样落入本申请的保护范围。

403，对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

本实施例中，处理器 200 对第二平面图像进行反投影变换，其中，反投影变换为投影变换的逆过程，在确定投影面和深度值的情况下，可以结合投影变换的方案还原出各投影点的位置，进而可以得到重建后的三维的第二点云，第二点云中点的密度较第一点云有明显的提升。之后，处理器 200 可以将第二点云发送给存储器 300 保存，或者发送给显示器（图中未示出）显示。

参见图 14，当第二点云由显示设备显示后，用户可以直接确定出场景空间中包括 4 个特征，例如，物体 1 为椅背，物体 2 为盆景，物体 3 为黑

板，物体 4 为椅子把手。

至此，本实施例中以在平面图像中插入像素点替代在三维点云中插入点，这样可以降低插入数据操作的难度。并且，与第一点云相比，本实施例中第二点云中点的密度明显增加，降低了第一点云中点分布的稀疏性，

5 方便用户根据第二点云观察所对应场景内的物体。

图 15 是本公开实施例提供的另一种增加点云采样密度的方法的流程示意图，图 16 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图。参见图 15 和图 16，一种增加点云采样密度的方法，包括步骤 1501~步骤 1504：

1501，基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像。

步骤 1501 和步骤 401 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 401 的相关内容，此处不再赘述。

1502，基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像。

15 步骤 1502 和步骤 402 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 402 的相关内容，此处不再赘述。

1503，对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

20 步骤 1503 和步骤 403 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 403 的相关内容，此处不再赘述。

1504，基于所述第一点云修正所述第二点云，得到第三点云。所述第三点云包括所述第二点云，以及位于所述第一点云中的、且不位于所述第二点云中的点。

25 在一实施例中，处理器 200 还利用第一点云对第二点云进行修正。参见图 17，处理器 200 对比第一点云和第二点云中各点的物理参数（对应步骤 1701）。若第一点云中存在第二点云中不同的点，则将这些不同的点修正到第二点云中，得到第三点云。即第三点云中包括第二点云中所有的点，

以及位于第一点云中且不位于第二点云中的点（对应步骤 1702）。

至此，本实施例中可以在较低的数据插入难度在第一点云中插入若干点，得到比第一点云中点的密度显示增加的第二点云。同时，本实施例中，由于利用第一点云修正第二点云得到第三点云，可以使第三点云中点的密度进一步增加，进一步降低第一点云中点分布的稀疏性，更方便用户根据第二点云观察所对应场景内的物体。

图 18 是本公开实施例提供的又一种增加点云采样密度的方法的流程示意图，图 19 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图。参见图 18 和图 19，一种增加点云采样密度的方法，包括步骤 1801~步骤 1805：

1801，基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像。

步骤 1801 和步骤 401 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 401 的相关内容，此处不再赘述。

1802，根据预设离散算法对所述第一平面图像进行离散化。

本实施例中，处理器 200 根据预设算法对第一平面图像进行离散化。具体地，处理器 200 将第一平面图像分割成多个区域，多个区域中包括部分空白区域。空白区域包括未包含第一平面图像中点的区域。

其中，预设离散算法包括以下至少一种：四叉树分割算法、均匀分割算法、普通分割算法、语义分割算法和实例分割算法。技术人员还可以选择其他离散算法，在能够对第一平面图像进行离散化的情况下，同样落入要本申请的保护范围。

在一实施例中，多个区域中任意两个区域内所包含的点的数量可以不同。在一实施例中，多个区域中至少部分区域的面积不同。在一实施例中，处理器 200 可以对各区域进行继续离散化。例如，若一个区域内包含点的数量较多，则离散化次数可以增加，直至达到分辨率要求停止。又如，若一个区域内包含点的数量较少，则可以不再离散化或者离散化的数量减少。离散化次数可以根据具体场景进行设置，在此不作限定。

1803, 根据离散化后的第一平面图像确定所述空白区域。

步骤 1803 和步骤 402 中确定空白区域的具体方法和原理一致, 详细描述请参考图 4 及步骤 402 的相关内容, 此处不再赘述。

1804, 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点, 得到第二平面图像。

本实施例中, 处理器 200 根据空白区域的至少一个相邻的区域内像素点的物理参数, 确定插入空白区域内的像素点的物理参数。

在一实施例中, 处理器 200 根据所述至少一个相邻区域中与距离探测装置之间距离最近的点的物理参数确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。例如, 将距离最近的点的深度值作为插入像素点的深度值。

在另一实施例中, 处理器 200 还可以根据至少一个相邻区域中点的物理参数的平均值确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。例如, 将物理参数的平均值作为插入像素点的物理参数的数值。

在另一实施例中, 处理器 200 还可以根据至少一个相邻区域中与待插入的像素点距离最近的点的物理参数确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。例如, 将距离最近的点的物理参数的数值作为插入像素点的物理参数的数值。

步骤 1804 的其他内容还可以参考参考图 4 及步骤 402 的相关内容, 此处不再赘述。

1805, 对所述第二平面图像进行反投影变换, 得到重建后三维的第二点云。

步骤 1805 和步骤 403 的具体方法和原理一致, 详细描述请参考图 4 及步骤 403 的相关内容, 此处不再赘述。

至此, 本实施例中通过对第一平面图像离散化, 可以进一步降低插入数据的难度。并且, 本实施例中以在平面图像中插入像素点替代在三维点云中插入点, 这样可以降低插入数据操作的难度。并且, 与第一点云相比, 本实施例中第二点云中点的密度明显增加, 降低了第一点云中点分布的稀

疏性，方便用户根据第二点云观察所对应场景内的物体。

图 20 是本公开实施例提供的又一种增加点云采样密度的方法的流程示意图，图 21 是本公开实施例提供的点云在不同阶段所处状态的框图。参见图 20 和图 21，一种增加点云采样密度的方法，包括步骤 2001~步骤 2004：

5 2001，基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像。

步骤 2001 和步骤 401 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 401 的相关内容，此处不再赘述。

10 2002，基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像。

步骤 2002 和步骤 402 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 402 的相关内容，此处不再赘述。

2003，根据预设滤波算法对所述第二平面图像进行滤波。

15 本实施例中，处理器 200 调用预先设置的预设滤波算法对第二平面图像进行滤波。其中，滤波的目的在于，改善第二平面中新插入点与周围点的平滑程度，使新插入的点与周围点更匹配，即通过滤波有利于提升插入数据的准确度，且有利于后续三维点云的重建操作。

20 具体地，预设滤波算法包括以下至少一种：高斯滤波、均值滤波、限幅滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、中位值平均滤波法、限幅平均滤波法、一阶滞后滤波法、加权递推平均滤波法、消抖滤波法和限幅消抖滤波法。当然，技术人员还可以选择其他滤波算法，在能够平滑新插入点与周围点的情况下，相应的算法同样落入本申请的保护范围。

2004，基于滤波后的第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

25 步骤 2004 和步骤 403 的具体方法和原理一致，详细描述请参考图 4 及步骤 403 的相关内容，此处不再赘述。

至此，本实施例中在平面图像中插入像素点，可以降低插入操作的难

度。并且，本实施例中通过对第二平面图像进行滤波，可以使新插入的点与周围的点更匹配，有利于提升重建后第二点云的准确度，进而方便用户准确观察出第二点云的物体。

需要说明的是，图 4~图 21 所示实施例的方案中包括不同的技术特征，
5 在技术特征不冲突的情况下，多个技术特征可以相互组合得到不同的方案，例如，离散化和第一点云修正第二点云相结合，离散化和滤波相结合，第一点云修正第二点云和滤波相结合等等，相应的方案同样落入本申请的保护范围。

本公开实施例还提供了一种点云扫描系统，图 22 是本公开实施例提供
10 的另一种点云扫描系统的框图。参见图 22，一种点云扫描系统 2200，至少包括处理器 2201 和存储器 2202；存储器 2202 通过通信总线 2203 和处理器 2201 连接，用于存储处理器 2201 可执行的计算机指令；处理器 2201 用于从存储器 2202 读取计算机指令以实现：

基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像；
15 基于第一平面图像中空白区域周围的像素点在空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像；

对第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

在一实施例中，第一点云由距离探测装置获取；给定的平面与距离探测装置的像平面存在映射关系。

20 在一实施例中，给定的平面为距离探测装置的像平面。

在一实施例中，处理器 2201 用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括：

根据所述第一平面图像中的像素点确定所述第一平面图像中的空白区域；

25 确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点；

若是目标点，则根据预设算法确定所述目标点的物理参数的数值。

在一实施例中，物理参数为以下至少一种包括：深度值、反射率、角

度值和颜色信息。

在一实施例中，空白区域中的像素点可以为非扫描点；所述非扫描点是指场景空间中未被扫描到的方向在图像中对应的像素点。

在一实施例中，空白区域中的像素点可以为天空点；所述天空点是指
5 场景空间中被扫描到的方向但未接收到回波信息的像素点。

在一实施例中，处理器 2201 用于确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括：

若待插入的像素点为非扫描点，则确定所述像素点是目标点；和/或，
若待插入的像素点为天空点，则确定所述像素点不是目标点。

10 在一实施例中，处理器 2201 用于确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括：

获取待插入的像素点周围像素点的物理参数的数值；

比对所述物理参数的数值和参数阈值，得到比对结果；

基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点。

15 在一实施例中，处理器 2201 用于基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点包括：

若所述对比结果表征所述物理参数的数值小于或等于所述参数阈值，
则确定所述待插入的像素点是目标点；

20 若所述对比结果表征所述物理参数的数值大于所述参数阈值，则确定所述待插入的像素点不是目标点。

在一实施例中，预设算法为插值算法。

在一实施例中，插值算法为以下至少一种：最近邻插值、线性插值、
Lanczos 插值算法、反距离加权法、样条插值法、离散平滑插值和趋势面
光滑插值。

25 在一实施例中，处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像包括：

根据所述第一平面图像内各像素点的物理参数分割所述第一平面图

像,得到所述第一平面图像包含的物体以及各物体内的空白区域;

针对各物体的空白区域,根据所述空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点,将各物体的空白区域插入像素点后的平面图像作为第二平面图像。

5 在一实施例中,分割方式包括以下至少一种:语义分割和实例分割。

在一实施例中,处理器用于对所述第二平面图像进行反投影变换,得到重建后三维的第二点云之后,还用于:

基于所述第一点云修正所述第二点云,得到第三点云,所述第三点云包括所述第二点云,以及位于所述第一点云中的、且不位于所述第二点云
10 中的点。

在一实施例中,处理器 2201 用于基于所述第一点云修正所述第二点云包括:

对比第一点云中各点的物理参数和第二点云中各点的物理参数;

将物理参数不同的点增加到第二点云中,得到所述第三点云。

15 在一实施例中,处理器 2201 用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点之前,还用于:

根据预设离散算法对所述第一平面图像进行离散化;

根据离散化后的第一平面图像确定所述空白区域。

20 在一实施例中,处理器 2201 用于根据预设离散算法对投影变换后得到的平面图像进行离散化包括:

将所述第一平面图像分割成多个区域,所述多个区域包括部分空白区域,所述空白区域包括未包含点的区域。

在一实施例中,任意两个区域内所包含的点的数量可以不同。

在一实施例中,各区域可以继续至少一次离散化。

25 在一实施例中,多个区域中至少部分区域的面积不同。

在一实施例中,处理器 2201 用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括:

根据所述空白区域的至少一个相邻的区域内像素点的物理参数，确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。

在一实施例中，处理器 2201 用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括：

- 5 根据所述至少一个相邻的区域的物理参数确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数，其中，所述区域的物理参数是基于所述区域内与距离探测装置之间距离最近的点的物理参数确定的。

在一实施例中，预设离散算法包括以下至少一种：四叉树分割算法、均匀分割算法、普通分割算法、语义分割算法和实例分割算法。

- 10 在一实施例中，处理器 2201 用于对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云之前，还用于：

根据预设滤波算法对所述第二平面图像进行滤波；

基于滤波后的第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

- 15 在一实施例中，预设滤波算法包括以下至少一种：高斯滤波、均值滤波、限幅滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、中位值平均滤波法、限幅平均滤波法、一阶滞后滤波法、加权递推平均滤波法、消抖滤波法和限幅消抖滤波法。

- 20 本公开实施例还提供了一种可读存储介质，所述可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时实现图 4~图 22 所述方法的步骤。

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。术语“包括”、

- 25 “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。

5 以上对本公开实施例所提供的检测装置和方法进行了详细介绍，本公开中应用了具体个例对本公开的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本公开的方法及其核心思想；对于本领域的一般技术人员，依据本公开的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本公开的限制。

权利要求书

1, 一种增加点云采样密度的方法, 其特征在于, 包括:

基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换, 得到第一平面图像;

5 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点, 得到第二平面图像;

对所述第二平面图像进行反投影变换, 得到重建后三维的第二点云。

2, 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述第一点云由距离探测装置获取; 所述给定的平面与所述距离探测装置的像平面存在映射关系。

3, 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述给定的平面为所述
10 距离探测装置的像平面。

4, 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括:

根据所述第一平面图像中的像素点确定所述第一平面图像中的空白区域;

15 确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点;

若是目标点, 则根据预设算法确定所述目标点的物理参数的数值。

5, 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述物理参数为以下至少一种包括: 深度值、反射率、角度值和颜色信息。

6, 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述空白区域中的像素
20 点可以为非扫描点; 所述非扫描点是指场景空间中未被扫描到的方向在图像中对应的像素点。

7, 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述空白区域中的像素点可以为天空点; 所述天空点是指场景空间中被扫描到的方向但未接收到回波信息的像素点。

25 8, 根据权利要求 6 或 7 所述的方法, 其特征在于, 确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括:

若待插入的像素点为非扫描点，则确定所述像素点是目标点；和/或，
若待插入的像素点为天空点，则确定所述像素点不是目标点。

9，根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括：

- 5 获取待插入的像素点周围像素点的物理参数的数值；
 比对所述物理参数的数值和参数阈值，得到比对结果；
 基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点。

10，根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点包括：

- 10 若所述对比结果表征所述物理参数的数值小于或等于所述参数阈值，
 则确定所述待插入的像素点是目标点；

 若所述对比结果表征所述物理参数的数值大于所述参数阈值，则确定所述待插入的像素点不是目标点。

- 15 11，根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述预设算法为插值
 算法。

12，根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述插值算法为以下至少一种：最近邻插值、线性插值、Lanczos 插值算法、反距离加权法、样条插值法、离散平滑插值和趋势面光滑插值。

- 20 13，根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，基于所述第一平面图
 像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像包括：

 根据所述第一平面图像内各像素点的物理参数分割所述第一平面图像，得到所述第一平面图像包含的物体以及各物体内的空白区域；

- 25 针对各物体的空白区域，根据所述空白区域周围的像素点在所述空白
 区域内插入若干个像素点，将各物体的空白区域插入像素点后的平面图像
 作为第二平面图像。

14，根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，分割方式包括以下至

少一种：语义分割和实例分割。

15, 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 对所述第二平面图像进行反投影变换, 得到重建后三维的第二点云之后, 所述方法还包括:

5 基于所述第一点云修正所述第二点云, 得到第三点云, 所述第三点云包括所述第二点云, 以及位于所述第一点云中的、且不位于所述第二点云中的点。

16, 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 基于所述第一点云修正所述第二点云包括:

对比第一点云中各点的物理参数和第二点云中各点的物理参数;
10 将物理参数不同的点增加到第二点云中, 得到所述第三点云。

17, 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点之前, 所述方法还包括:

根据预设离散算法对所述第一平面图像进行离散化;
15 根据离散化后的第一平面图像确定所述空白区域。

18, 根据权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 根据预设离散算法对投影变换后得到的平面图像进行离散化包括:

将所述第一平面图像分割成多个区域, 所述多个区域包括部分空白区域, 所述空白区域包括未包含点的区域。

20 19, 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述任意两个区域内所包含的点的数量可以不同。

20, 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 各区域可以继续至少一次离散化。

25 21, 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述多个区域中至少部分区域的面积不同。

22, 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括:

根据所述空白区域的至少一个相邻的区域内像素点的物理参数，确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。

23，根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括：

5 根据所述至少一个相邻的区域的物理参数确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数，其中，所述区域的物理参数是基于所述区域内与距离探测装置之间距离最近的点的物理参数确定的。

24，根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述预设离散算法包括以下至少一种：四叉树分割算法、均匀分割算法、普通分割算法、语义
10 分割算法和实例分割算法。

25，根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云之前，所述方法还包括：

根据预设滤波算法对所述第二平面图像进行滤波；

15 基于滤波后的第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

26，根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述预设滤波算法包括以下至少一种：高斯滤波、均值滤波、限幅滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、中位值平均滤波法、限幅平均滤波法、一阶滞后滤波法、加权递推平均滤波法、消抖滤波法和限幅消抖滤波法。

20 27，一种点云扫描系统，其特征在于，至少包括存储器和处理器；所述存储器通过通信总线和所述处理器连接，用于存储所述处理器可执行的计算机指令；所述处理器用于从所述存储器读取计算机指令以实现：

基于给定的平面对三维的第一点云进行投影变换，得到第一平面图像；

25 基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，得到第二平面图像；

对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

28，根据权利要求 27 所述的点云扫描系统，其特征在于，所述第一点

云由距离探测装置获取；所述给定的平面与所述距离探测装置的像平面存在映射关系。

29, 根据权利要求 28 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述给定的平面为所述距离探测装置的像平面。

5 30, 根据权利要求 27 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括:

根据所述第一平面图像中的像素点确定所述第一平面图像中的空白区域;

10 确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点;

若是目标点, 则根据预设算法确定所述目标点的物理参数的数值。

31, 根据权利要求 30 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述物理参数为以下至少一种包括: 深度值、反射率、角度值和颜色信息。

15 32, 根据权利要求 30 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述空白区域中的像素点可以为非扫描点; 所述非扫描点是指场景空间中未被扫描到的方向在图像中对应的像素点。

33, 根据权利要求 30 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述空白区域中的像素点可以为天空点; 所述天空点是指场景空间中被扫描到的方向但未接收到回波信息的像素点。

20 34, 根据权利要求 32 或 33 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括:

若待插入的像素点为非扫描点, 则确定所述像素点是目标点; 和/或,

若待插入的像素点为天空点, 则确定所述像素点不是目标点。

25 35, 根据权利要求 30 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于确定所述空白区域中待插入的像素点是否为目标点包括:

获取待插入的像素点周围像素点的物理参数的数值;

比对所述物理参数的数值和参数阈值, 得到比对结果;

基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点。

36, 根据权利要求 35 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述比对结果确定所述待插入的像素点是否为目标点包括:

若所述对比结果表征所述物理参数的数值小于或等于所述参数阈值,

5 则确定所述待插入的像素点是目标点;

若所述对比结果表征所述物理参数的数值大于所述参数阈值, 则确定所述待插入的像素点不是目标点。

37, 根据权利要求 30 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述预设算法为插值算法。

10 38, 根据权利要求 37 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述插值算法为以下至少一种: 最近邻插值、线性插值、Lanczos 插值算法、反距离加权法、样条插值法、离散平滑插值和趋势面光滑插值。

39, 根据权利要求 27 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插
15 入若干个像素点, 得到第二平面图像包括:

根据所述第一平面图像内各像素点的物理参数分割所述第一平面图像, 得到所述第一平面图像包含的物体以及各物体内的空白区域;

针对各物体的空白区域, 根据所述空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点, 将各物体的空白区域插入像素点后的平面图像
20 作为第二平面图像。

40, 根据权利要求 39 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 分割方式包括以下至少一种: 语义分割和实例分割。

41, 根据权利要求 27 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于对所述第二平面图像进行反投影变换, 得到重建后三维的第二点云之
25 后, 还用于:

基于所述第一点云修正所述第二点云, 得到第三点云, 所述第三点云包括所述第二点云, 以及位于所述第一点云中的、且不位于所述第二点云

中的点。

42, 根据权利要求 41 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一点云修正所述第二点云包括:

对比第一点云中各点的物理参数和第二点云中各点的物理参数;

5 将物理参数不同的点增加到第二点云中, 得到所述第三点云。

43, 根据权利要求 27 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点之前, 还用于:

根据预设离散算法对所述第一平面图像进行离散化;

10 根据离散化后的第一平面图像确定所述空白区域。

44, 根据权利要求 43 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于根据预设离散算法对投影变换后得到的平面图像进行离散化包括:

将所述第一平面图像分割成多个区域, 所述多个区域包括部分空白区域, 所述空白区域包括未包含点的区域。

15 45, 根据权利要求 44 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述任意两个区域内所包含的点的数量可以不同。

46, 根据权利要求 44 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 各区域可以继续至少一次离散化。

20 47, 根据权利要求 44 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述多个区域中至少部分区域的面积不同。

48, 根据权利要求 44 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点包括:

25 根据所述空白区域的至少一个相邻的区域内像素点的物理参数, 确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数。

49, 根据权利要求 48 所述的点云扫描系统, 其特征在于, 所述处理器用于基于所述第一平面图像中空白区域周围的像素点在所述空白区域内插

入若干个像素点包括：

根据所述至少一个相邻的区域的物理参数确定插入所述空白区域内的像素点的物理参数，其中，所述区域的物理参数是基于所述区域内与距离探测装置之间距离最近的点的物理参数确定的。

5 50，根据权利要求 43 所述的点云扫描系统，其特征在于，所述预设离散算法包括以下至少一种：四叉树分割算法、均匀分割算法、普通分割算法、语义分割算法和实例分割算法。

51，根据权利要求 27 所述的点云扫描系统，其特征在于，所述处理器用于对所述第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云之
10 前，还用于：

根据预设滤波算法对所述第二平面图像进行滤波；

基于滤波后的第二平面图像进行反投影变换，得到重建后三维的第二点云。

52，根据权利要求 27 所述的点云扫描系统，其特征在于，所述预设滤波算法包括以下至少一种：高斯滤波、均值滤波、限幅滤波法、中位值滤波法、递推平均滤波法、中位值平均滤波法、限幅平均滤波法、一阶滞后滤波法、加权递推平均滤波法、消抖滤波法和限幅消抖滤波法。
15

53，一种可读存储介质，其特征在于，所述可读存储介质上存储有若干计算机指令，所述计算机指令被执行时实现权利要求 1~26 任一项所述
20 方法的步骤。

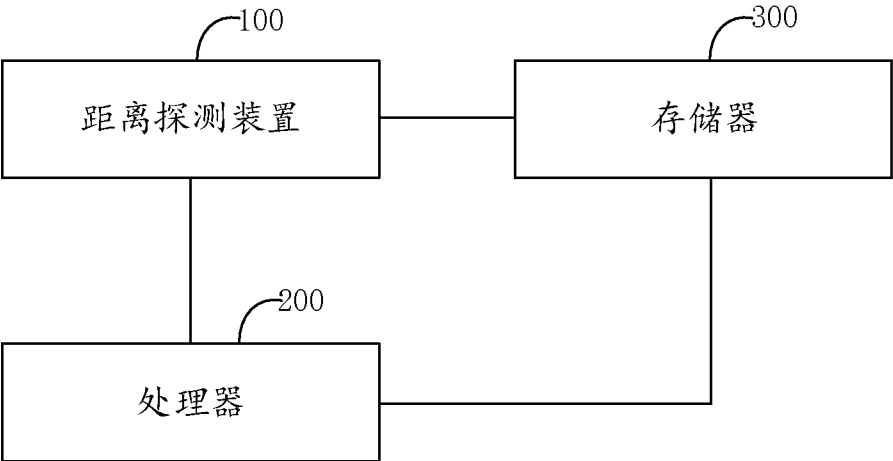


图 1

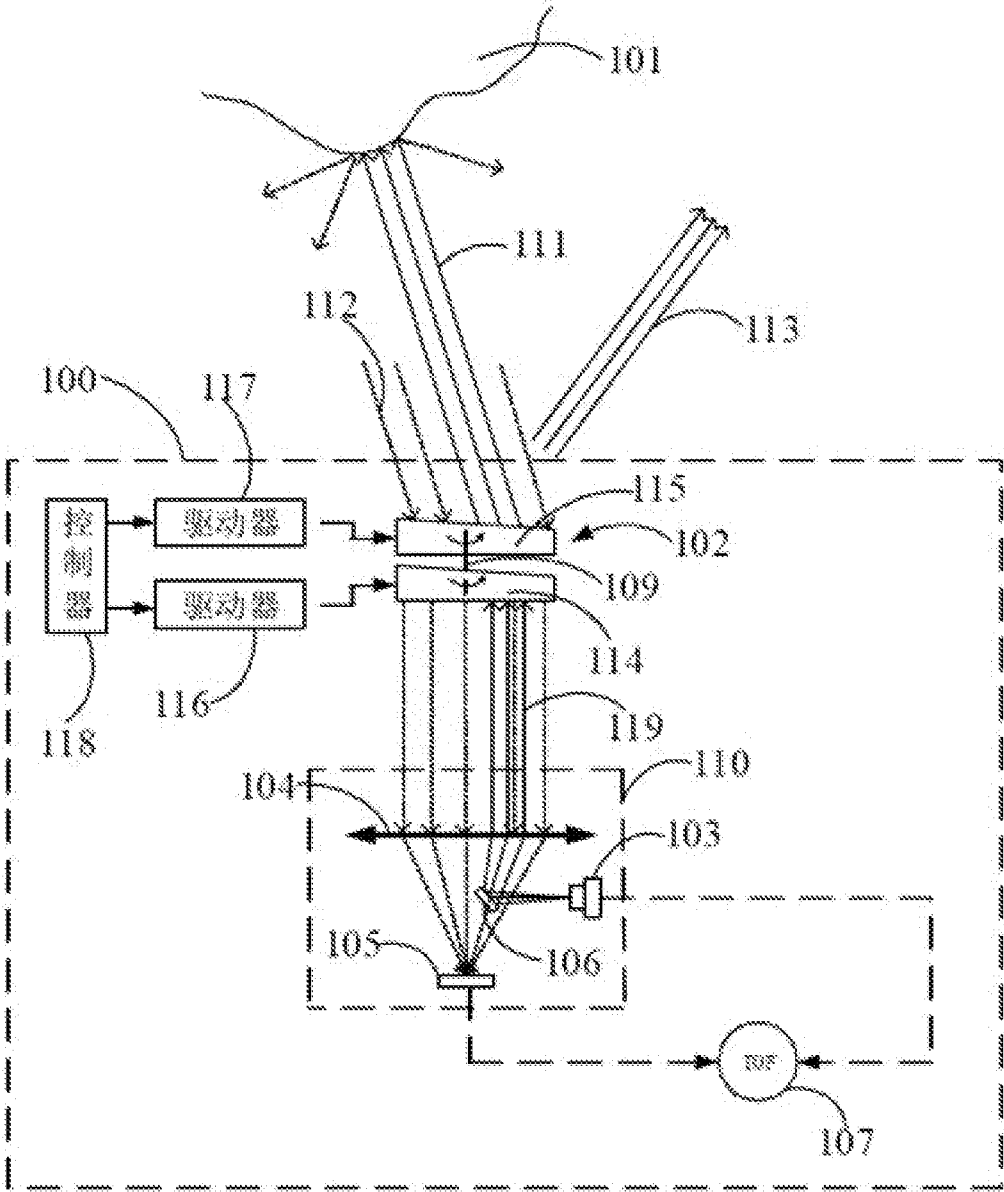


图 2

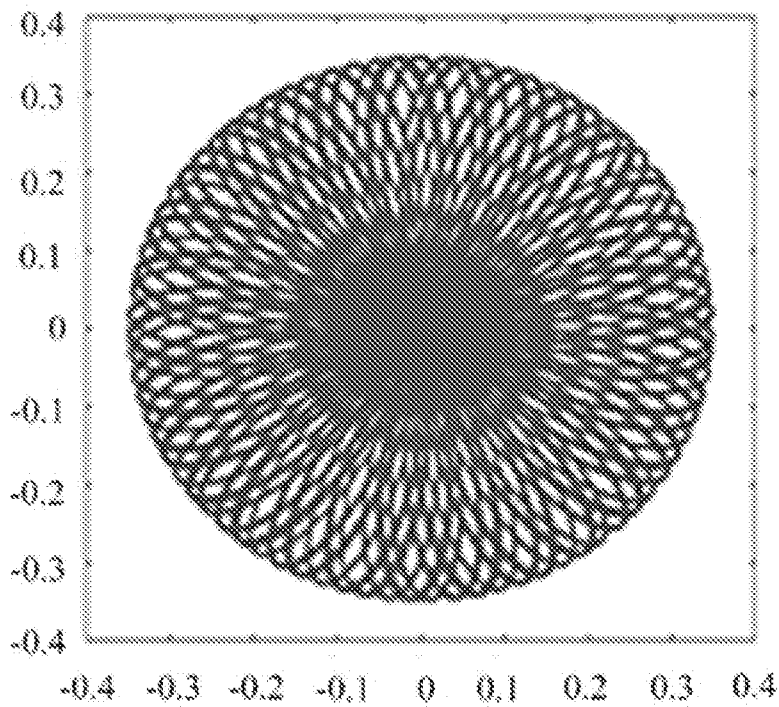


图 3

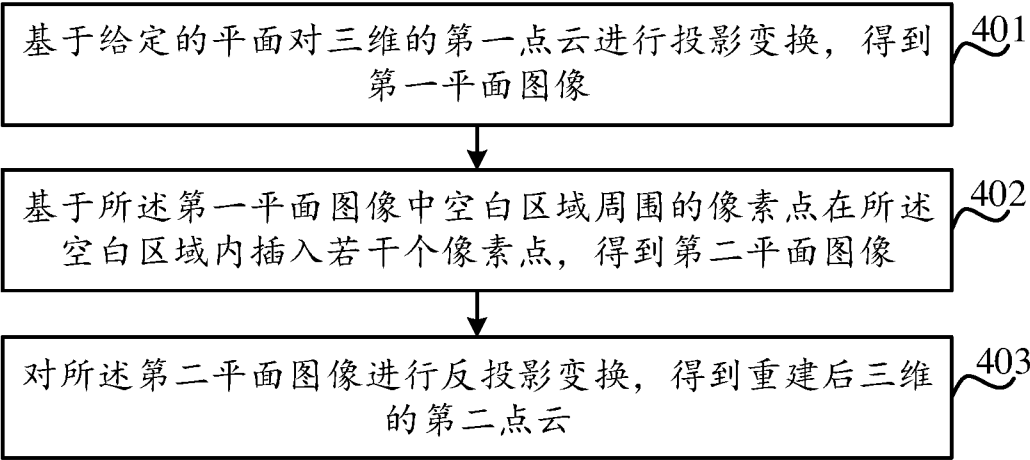


图 4

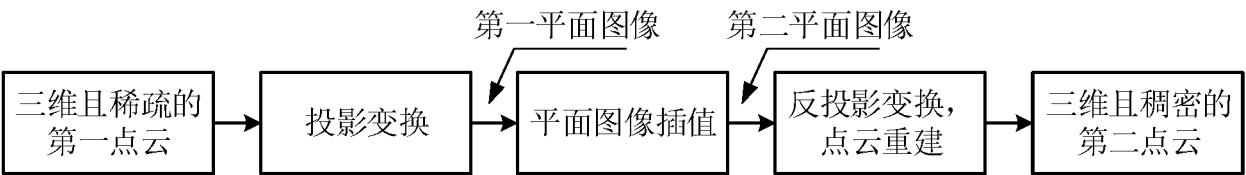


图 5

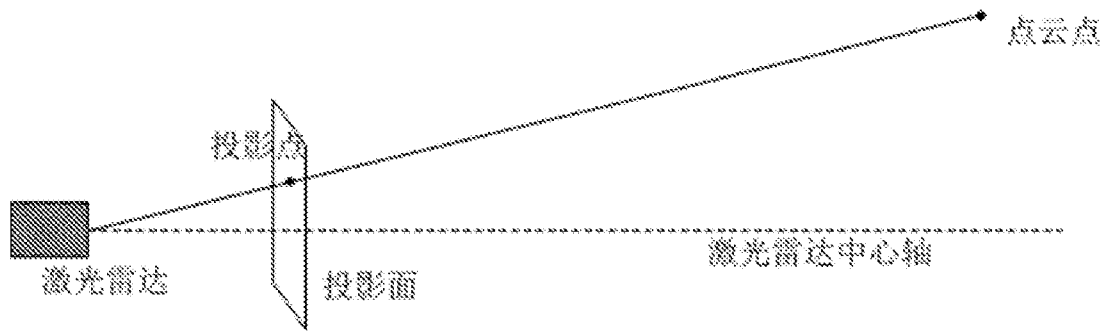


图 6

根据所述第一平面图像内各像素点的物理参数分割所述第一平面图像，得到所述第一平面图像包含的物体以及各物体内的空白区域

701

针对各物体的空白区域，根据所述空白区域周围的像素点在所述空白区域内插入若干个像素点，将各物体的空白区域插入像素点后的平面图像作为第二平面图像

702

图 7

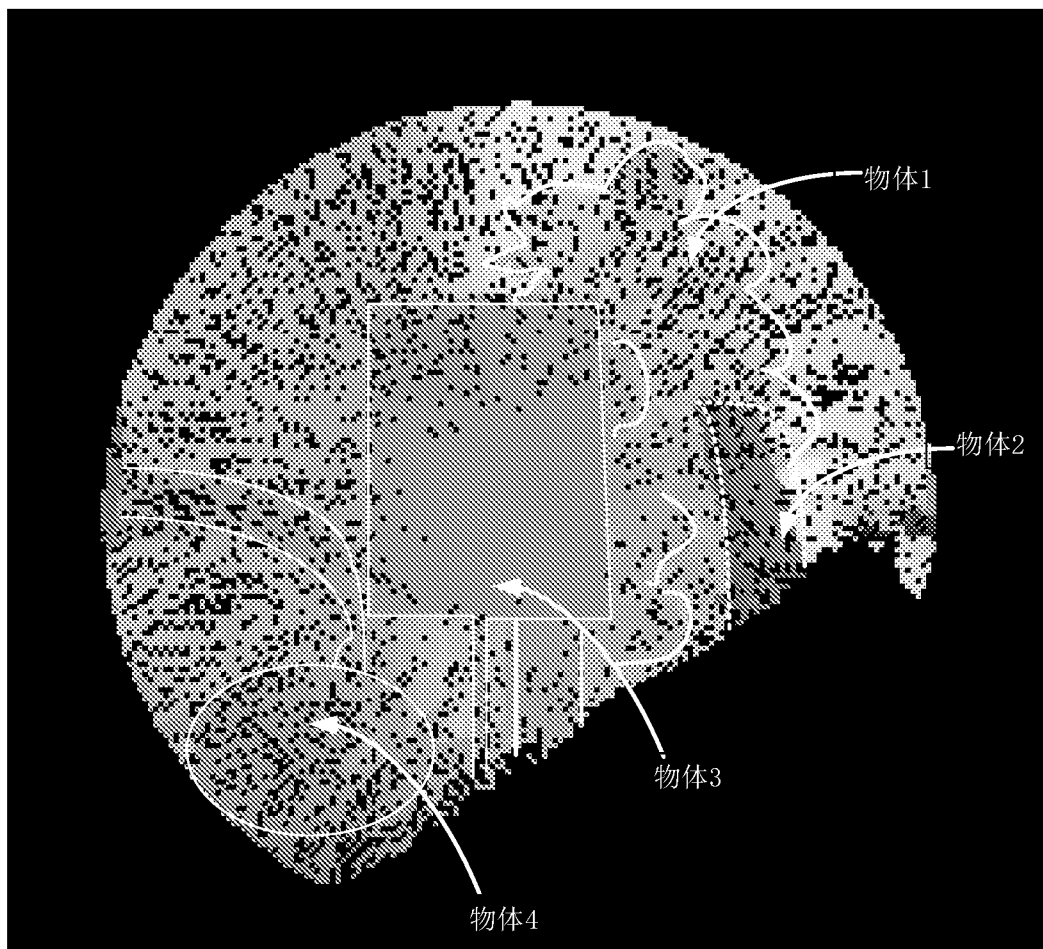


图 8

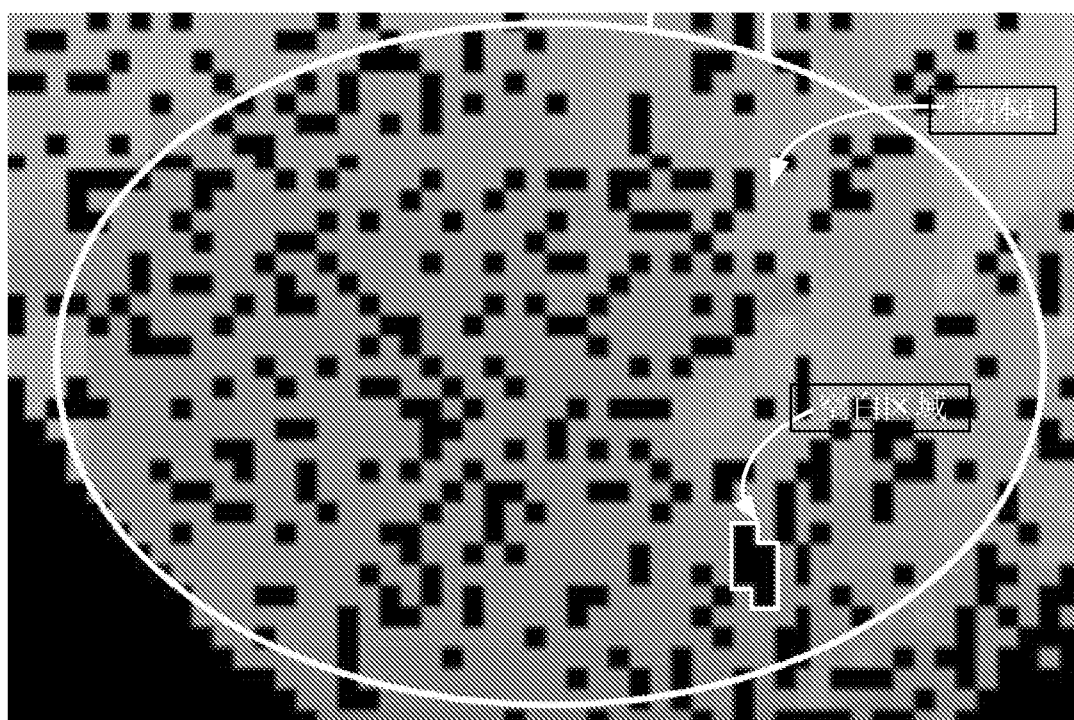


图 9

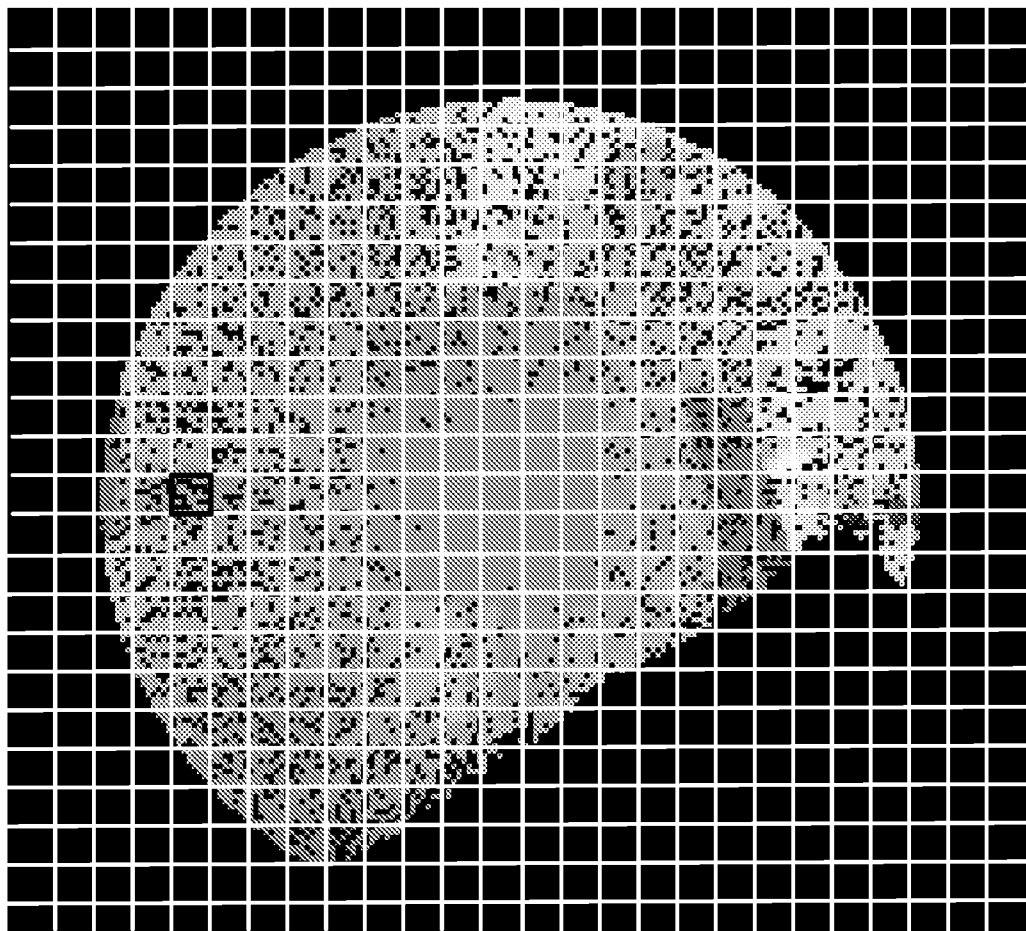


图 10

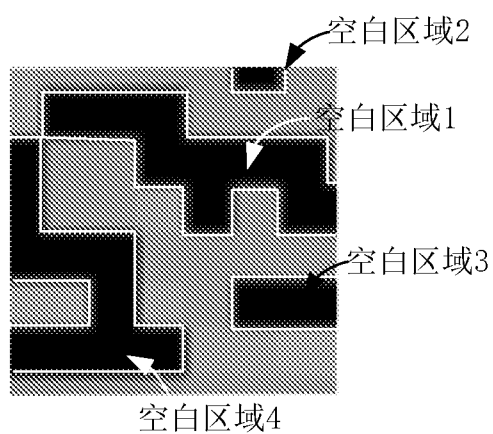


图 11

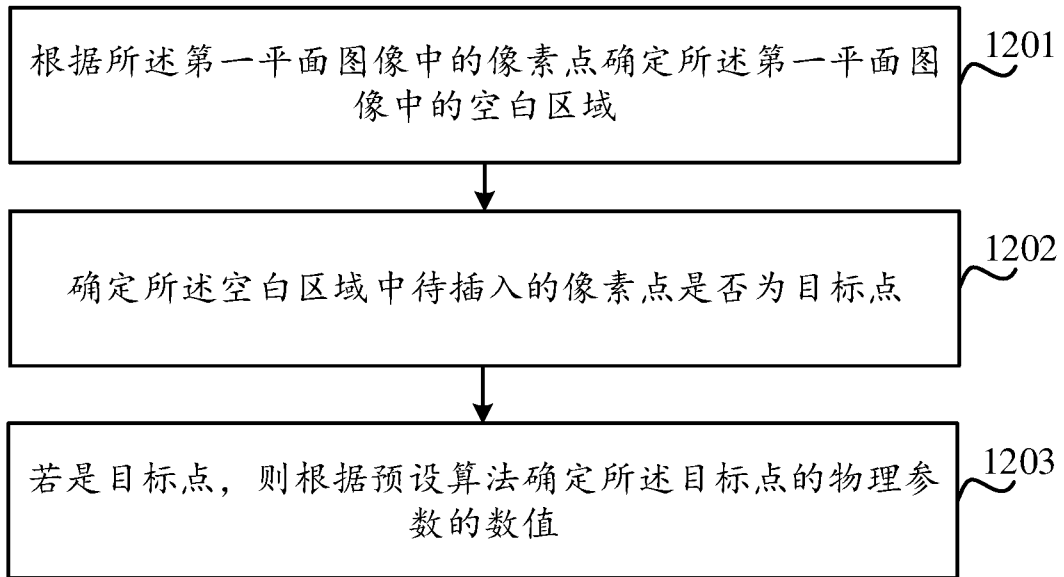


图 12

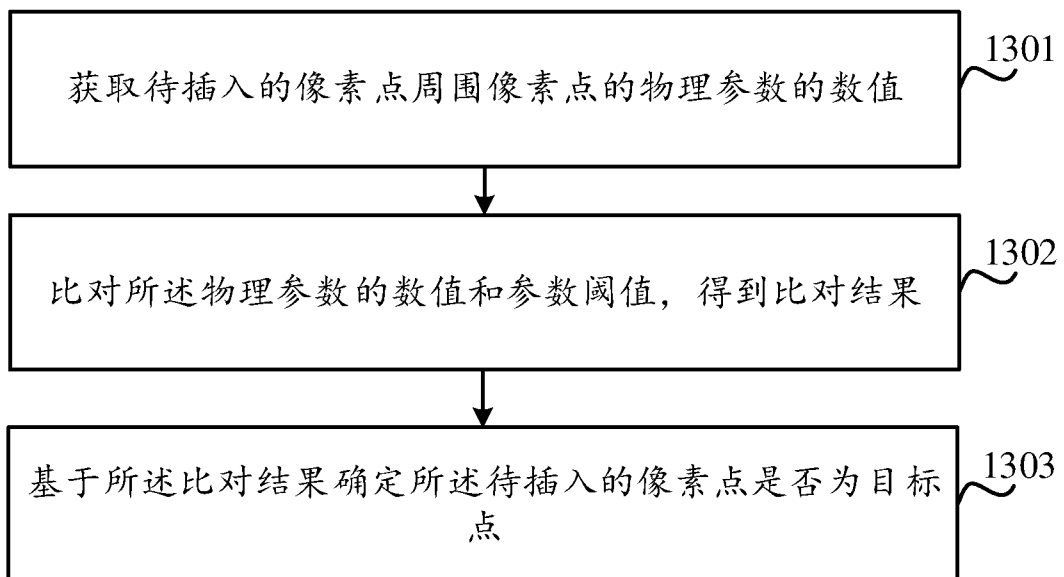


图 13

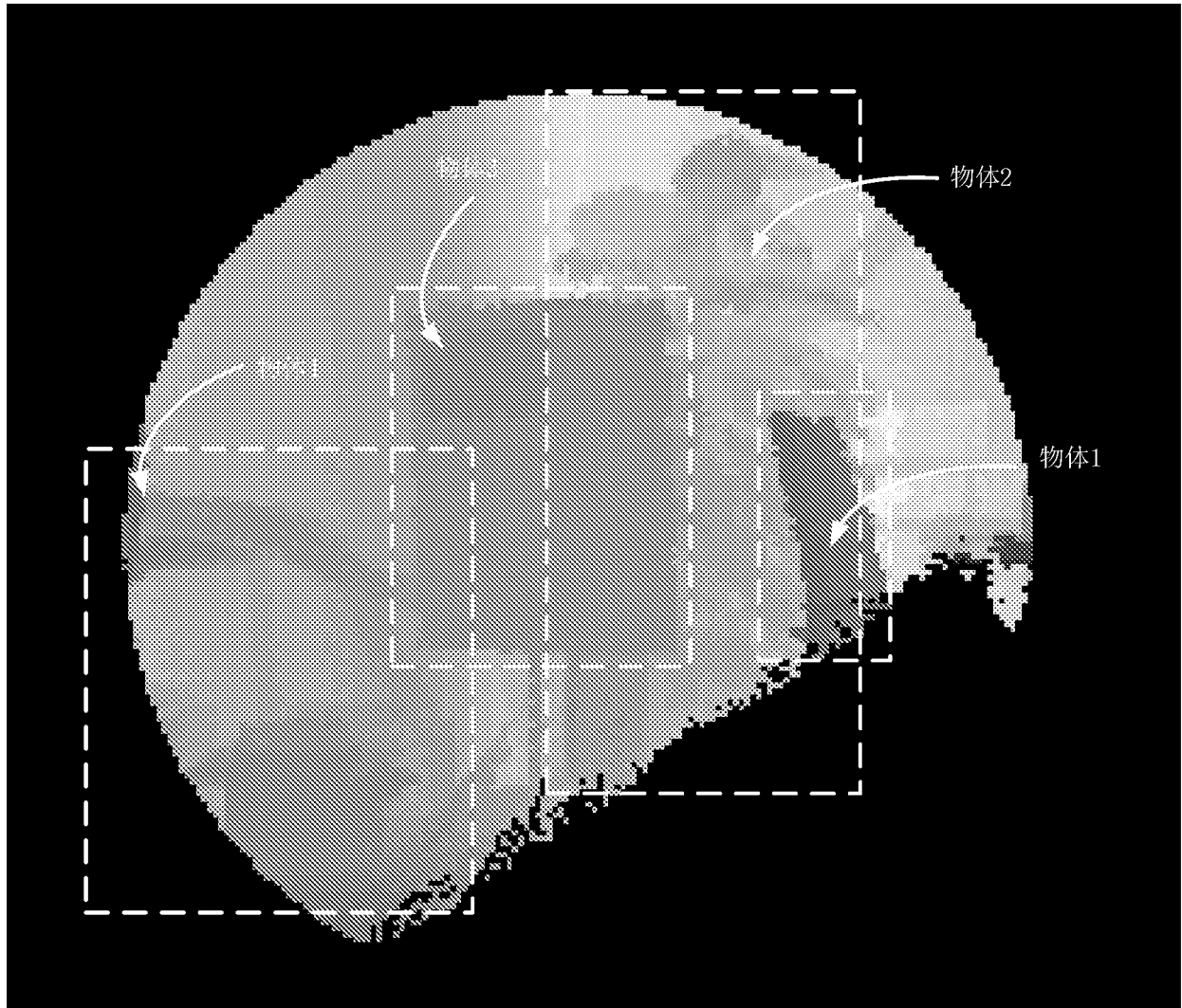


图 14

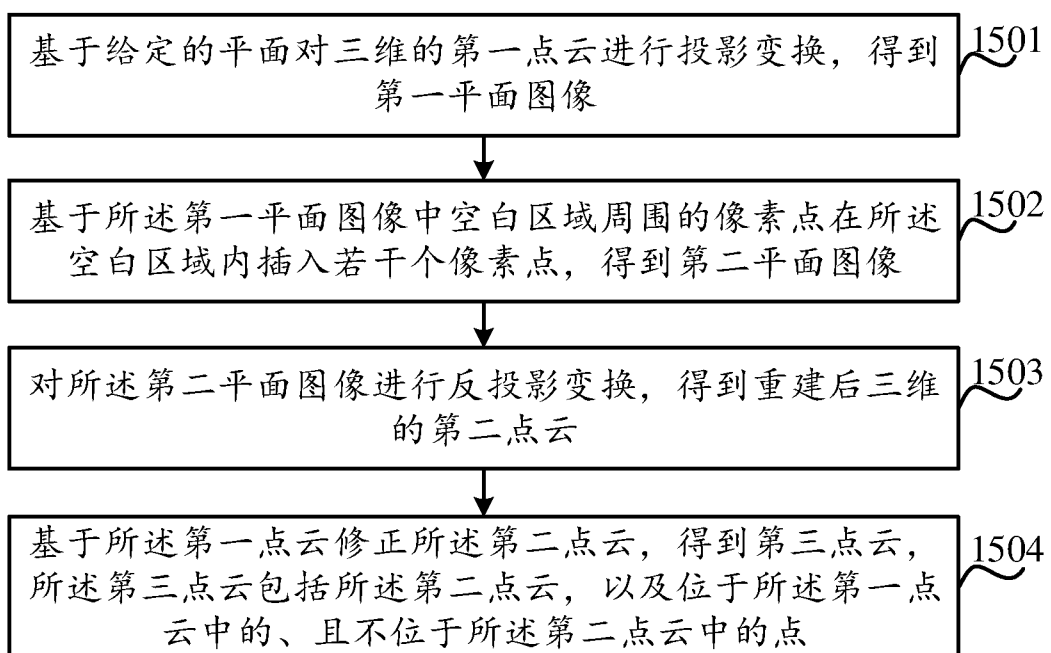


图 15

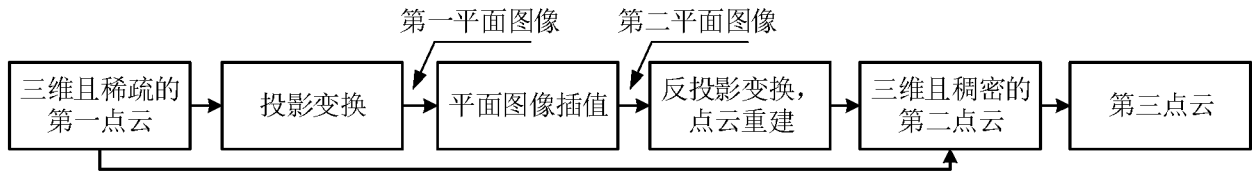


图 16

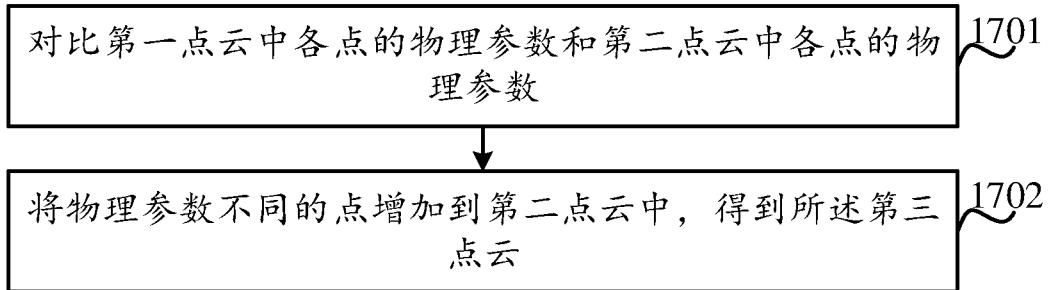


图 17

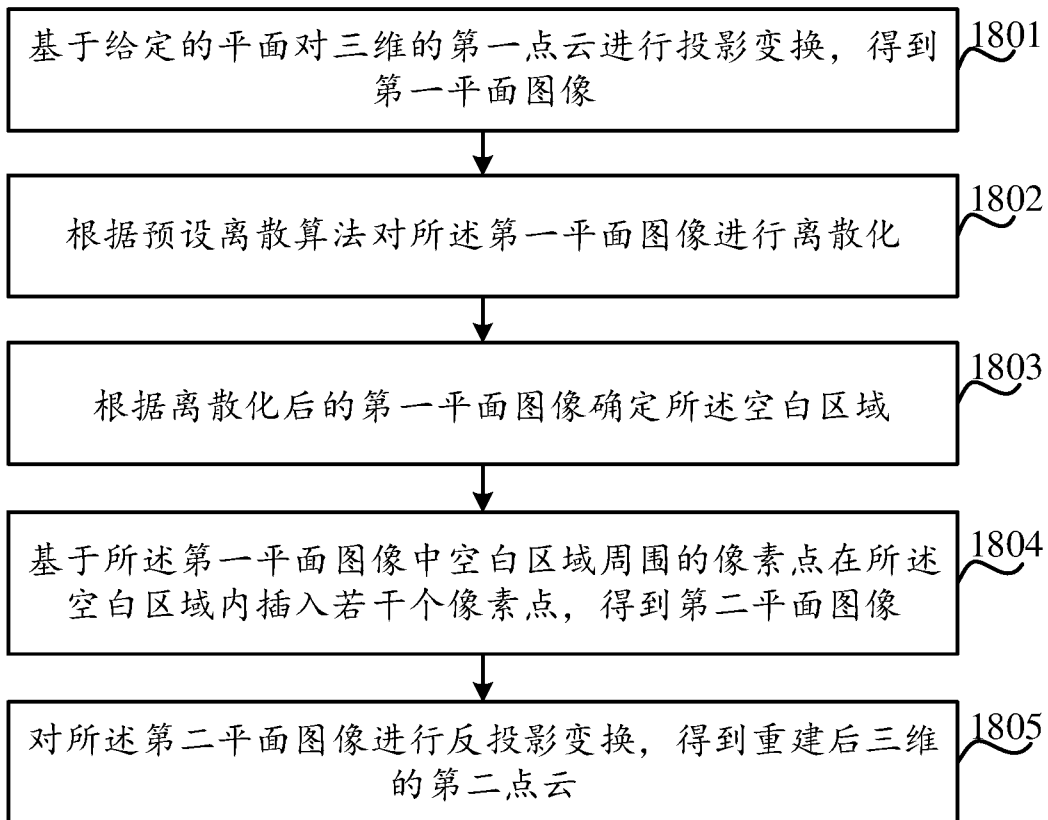


图 18

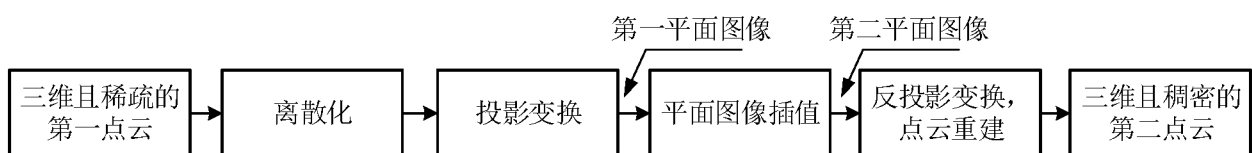


图 19

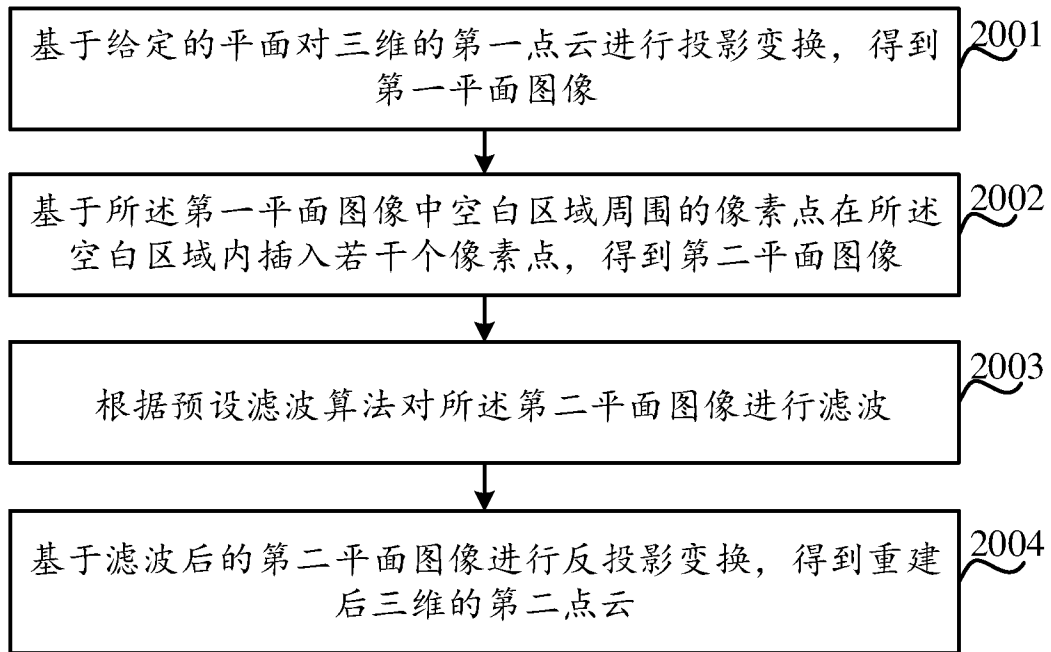


图 20

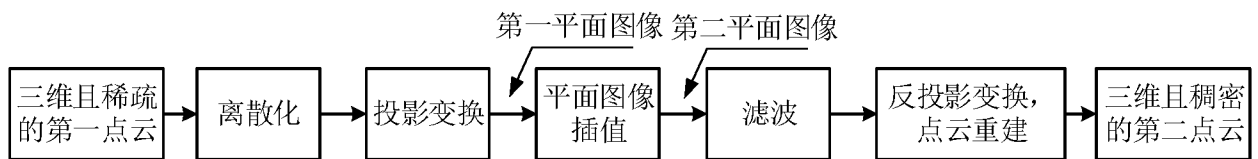


图 21

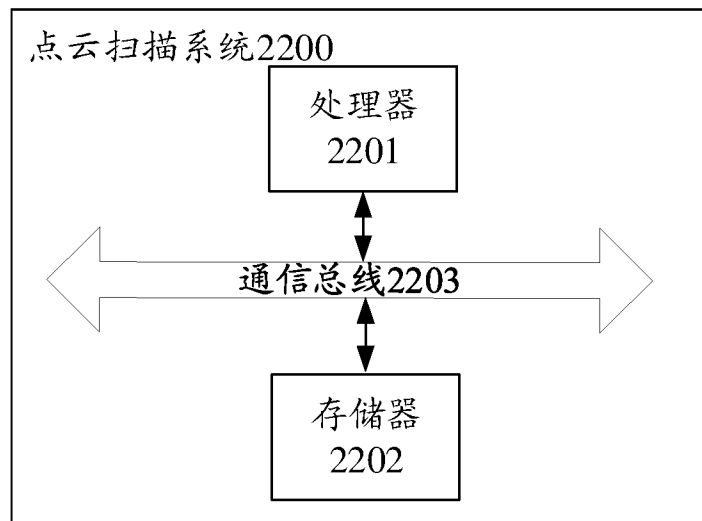


图 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/074630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 15/00(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 激光, 点云, 投影, 三维, 二维, 平面, 图像, 插入, 插值, 像素, 采样密度, 增加, 提高, 加密, laser, pointcloud, 3D, 2D, sparse, dense, sub-dense, increase, density, project

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107830800 A (CAPITAL NORMAL UNIVERSITY) 23 March 2018 (2018-03-23) description, paragraphs [0005]- [0012] and [0013]-[0019]	1-14, 17-40, 43-53
A	CN 109300190 A (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 01 February 2019 (2019-02-01) entire document	1-53
A	CN 107194983 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 22 September 2017 (2017-09-22) entire document	1-53
A	CN 105825543 A (WUHAN UNIVERSITY) 03 August 2016 (2016-08-03) entire document	1-53
A	CN 106023303 A (XIDIAN UNIVERSITY) 12 October 2016 (2016-10-12) entire document	1-53
A	CN 106683173 A (XIDIAN UNIVERSITY) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-53
A	EP 3382645 A2 (3DFLOW SRL) 03 October 2018 (2018-10-03) entire document	1-53



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 November 2019

Date of mailing of the international search report

18 November 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/074630

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107830800	A	23 March 2018	None			
CN	109300190	A	01 February 2019	None			
CN	107194983	A	22 September 2017	CN	107194983	B	09 March 2018
CN	105825543	A	03 August 2016	CN	105825543	B	19 June 2018
CN	106023303	A	12 October 2016	CN	106023303	B	26 October 2018
CN	106683173	A	17 May 2017	CN	106683173	B	13 September 2019
EP	3382645	A2	03 October 2018	IT	201700033593	A1	27 September 2018
				EP	3382645	A3	19 December 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/074630

A. 主题的分类 G06T 15/00 (2011.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01S G06T 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 激光, 点云, 投影, 三维, 二维, 平面, 图像, 插入, 插值, 像素, 采样密度, 增加, 提高, 加密, laser, pointcloud, 3D, 2D, sparse, dense, sub-dense, increase, density, project																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 107830800 A (首都师范大学) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 说明书第[0005]- [0012]、 [0013]-[0019]段</td> <td>1-14、17-40、43-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109300190 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107194983 A (华中科技大学) 2017年 9月 22日 (2017 - 09 - 22) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105825543 A (武汉大学) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106023303 A (西安电子科技大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106683173 A (西安电子科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 3382645 A2 (3DFLOW SRL) 2018年 10月 3日 (2018 - 10 - 03) 全文</td> <td>1-53</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 107830800 A (首都师范大学) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 说明书第[0005]- [0012]、 [0013]-[0019]段	1-14、17-40、43-53	A	CN 109300190 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文	1-53	A	CN 107194983 A (华中科技大学) 2017年 9月 22日 (2017 - 09 - 22) 全文	1-53	A	CN 105825543 A (武汉大学) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文	1-53	A	CN 106023303 A (西安电子科技大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 全文	1-53	A	CN 106683173 A (西安电子科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-53	A	EP 3382645 A2 (3DFLOW SRL) 2018年 10月 3日 (2018 - 10 - 03) 全文	1-53
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 107830800 A (首都师范大学) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 说明书第[0005]- [0012]、 [0013]-[0019]段	1-14、17-40、43-53																								
A	CN 109300190 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文	1-53																								
A	CN 107194983 A (华中科技大学) 2017年 9月 22日 (2017 - 09 - 22) 全文	1-53																								
A	CN 105825543 A (武汉大学) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文	1-53																								
A	CN 106023303 A (西安电子科技大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 全文	1-53																								
A	CN 106683173 A (西安电子科技大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-53																								
A	EP 3382645 A2 (3DFLOW SRL) 2018年 10月 3日 (2018 - 10 - 03) 全文	1-53																								
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2019年 11月 2日		国际检索报告邮寄日期 2019年 11月 18日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 吴静 电话号码 86-(010)-62085705																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/074630

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	107830800	A	2018年 3月 23日	无	
CN	109300190	A	2019年 2月 1日	无	
CN	107194983	A	2017年 9月 22日	CN 107194983	B 2018年 3月 9日
CN	105825543	A	2016年 8月 3日	CN 105825543	B 2018年 6月 19日
CN	106023303	A	2016年 10月 12日	CN 106023303	B 2018年 10月 26日
CN	106683173	A	2017年 5月 17日	CN 106683173	B 2019年 9月 13日
EP	3382645	A2	2018年 10月 3日	IT 201700033593	A1 2018年 9月 27日
				EP 3382645	A3 2018年 12月 19日