

(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
2019年7月4日 (04.07.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/127445 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 17/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/120059
- (22) 国际申请日: 2017年12月29日 (29.12.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳前海达阔云端智能科技有限公司 (CLOUDMINDS (SHENZHEN) ROBOTICS SYSTEMS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司), Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 高军强(GAO, Junqiang); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司), Guangdong 518000 (CN)。 廉士国(LIAN, Shiguo); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司), Guangdong 518000 (CN)。 林义闽(LIN, Yimin); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室 (入驻深圳市前海商务秘书有限公司), Guangdong 518000 (CN)。
- (74) 代理人: 北京新知远方知识产权代理事务所(普通合伙)(IPFUTURE INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区花园东路10号高德大厦9层, Beijing 100191 (CN)。

(54) **Title:** THREE-DIMENSIONAL MAPPING METHOD, APPARATUS AND SYSTEM, CLOUD PLATFORM, ELECTRONIC DEVICE, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT

(54) 发明名称: 三维建图方法、装置、系统、云端平台、电子设备和计算机程序产品

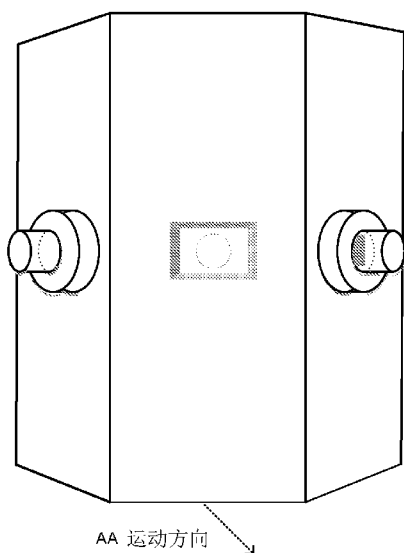


图 1
AA movement direction

(57) **Abstract:** Provided are a three-dimensional mapping method, apparatus and system, a cloud platform, an electronic device, and a computer program product. The three-dimensional mapping method comprises the steps: acquiring pose information of a visual positioning device; calibrating a pose relationship between the visual positioning device and a single-line lidar; according to the pose information and the pose relationship of the visual positioning device, calculating the pose information of the single-line lidar; and according to the pose information of the single-line lidar, mapping the laser three-dimensional point cloud collected by the single-line lidar at different positions to the same reference coordinate system to obtain an ordered three-dimensional point cloud. The three-dimensional mapping method accurately acquires the position information through the visual positioning manner, combines with the mode that the single-line laser radar acquires the point cloud data, and can obtain an accurate three-dimensional map. Besides, rendering and meshing are also provided, thus a three-dimensional map with color and flatten ability can be obtained.

(57) **摘要:** 三维建图方法、装置、系统、云端平台、电子设备和计算机程序产品, 所述方法包括获取视觉定位装置的位姿信息, 并标定视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系, 根据视觉定位装置的位姿信息和位姿关系, 计算出单线激光雷达的位姿信息, 根据单线激光雷达的位姿信息, 将单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云, 映射到同一基准坐标系下, 得到有序三维点云。方案通过视觉定位方式准确获取位置信息, 并结合单线激光雷达获取点云数据的方式, 能够获取到准确的三维地图。另外还提供了渲染和网格化处理, 得到带有颜色及可平面化的三维地图。



WO 2019/127445 A1

(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, 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))。

三维建图方法、装置、系统、云端平台、电子设备和计算机程序产品

技术领域

本申请涉及地图重建技术领域，特别涉及三维建图方法、装置、系统、云端平台、电子设备和计算机程序产品。

5 背景技术

三维地图重建是将三维场景处理成适于计算机表示和理解的数学模型，它是计算机对三维空间环境进行处理、操作和分析的基础，也是在计算机中建立表达客观世界的虚拟现实的关键技术。

移动平台首先需要对本身所处的位置进行定位，然后将不同位置处获取的三维地图模型拼接起来，达到实时三维建图的目的。因此，实时定位和三维场景重建是三维建图的两个关键技术。目前，高精度移动定位和三维重构有两种主要方式，基于激光雷达和基于视觉的定位重建。

基于机器视觉的三维重建方法，可用于机器人实时建图、三维地图重建、地形地貌构建等产品中。目前基于视觉的三维重建方法有三种：基于单/双目视觉三维重建，基于深度相机的三维重建，基于激光雷达的三维重建。

基于单/双目视觉三维重建方法，利用视差进行三维重建，单目重建利用单个摄像头运动过程中，不同位置拍摄相同场景产生的视差进行重建，双目视觉重建则是提前标定双目摄像头位置关系，利用双目视差进行重建。单/双目三维重建需要对不同位置的图像进行匹配，该方法计算较为复杂，需要使用 GPU 等计算设备，在 CPU 或者移动平台上难以满足实时重建需求。另外，该方法受现实场景现实纹理光亮影响较大，三维重建质量较差。

基于深度相机的三维重建方法，利用结构光编码、TOF (Time of Flight,

是深度摄像头的一种)等原理直接获取三维信息,但是该方法适应能力较差,在室外环境下无法达到满意效果,而且基于深度传感器的三维建图大多需要处理大量的点云信息,造成资源的过度利用。

5 基于激光雷达的三维重建方法,目前大多使用多线三维激光雷达,设备较为昂贵,成本高,而基于单线激光雷达的三维重建,大多使用一个自旋转装置,不停转动单线逐点扫描的激光获取三维空间点云,这种方式对环境适应较差。

发明内容

10 本实施例提供了一种三维建图方法、装置、系统、云端平台、电子设备和计算机程序产品,将视觉定位方法和单线激光雷达运动重建结合起来,利用视觉定位的灵活性,使用单线激光雷达运动产生稳定三维点云的特性,有效实现室内外场景的在线实时重建。本实施例环境适应性强,且计算复杂度不高,有效提高了三维场景重建的实用性和鲁棒性。

15 第一方面,本实施例提供了一种三维建图方法,所述方法包括:
利用视觉定位装置进行定位,得到所述视觉定位装置的位姿信息;
标定所述视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系,根据所述视觉定位装置的位姿信息和所述位姿关系,计算出所述单线激光雷达的位姿信息;

20 根据所述单线激光雷达的位姿信息,将所述单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云,映射到同一基准坐标系下,得到三维地图。

第二方面,本实施例提供了一种三维建图装置,其特征在于,所述装置包括:定位单元、计算单元和三维重建单元;

25 所述定位单元,用于利用视觉定位装置进行定位,得到所述视觉定位装置的位姿信息;

所述计算单元，用于标定所述视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，根据所述视觉定位装置的位姿信息和所述位姿关系，计算出所述单线激光雷达的位姿信息；

所述三维重建单元，用于根据所述单线激光雷达的位姿信息，将所述单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

第三方面，本实施例提供了一种三维建图系统，所述系统包括：视觉定位装置和至少两个单线激光雷达；

所述视觉定位装置位于所述系统中心，生成位姿信息；

所述单线激光雷达位于所述视觉定位装置的两侧，处于同一水平面上，通过向四周扫描，在不同位置采集激光三维点云，并根据标定与所述视觉定位装置之间的位姿变化关系，将所述激光三维点云映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

第四方面，本公开文本实施例提供了一种云端平台，所述云端平台包括上述三维建图装置，存储三维建图装置上传的三维地图。

第五方面，本实施例提供了一种电子设备，所述电子设备包括：

通信设备，存储器，一个或多个处理器；以及一个或多个模块，所述一个或多个模块被存储在所述存储器中，并被配置成由所述一个或多个处理器执行，所述一个或多个模块包括用于执行任一上述三维建图方法中各个步骤的指令。

第六方面，本实施例提供了一种与电子设备结合使用的计算机程序产品，所述计算机程序产品包括内嵌于计算机可读的存储介质中的计算机程序，所述计算机程序包括用于使所述电子设备执行任一上述三维建图方法中的各个步骤的指令。

有益效果如下：

本实施例将视觉定位的灵活性，结合单线激光雷达运动产生稳定三维

点云的特性，进行三维建图，能够应用在运动环境中，对环境要求不高，该方法可以应用于机器人领域、虚拟现实领域、增强现实领域三维环境地图的构建。

5 本公开文本利用单线激光雷达运动产生地图三维轮廓，可适用于室内
外各种复杂不确定的场景，对光线强度和纹理无关，且单线激光雷
达获取三维空间场景的点云的方式成本较低；另外方案可在 CPU 上实现
实时的三维场景重建，计算复杂度低；利用视觉定位原理实时对运动位置
进行定位的方式，三维建图系统不止可以安装在运动小车上，也可以安装于
10 背包或使用手持式扫描，操作非常灵活方便。

附图说明

下面将参照附图描述本申请的具体实施例，其中：

图1为本实施例中的三维建图系统结构示意图；

图2为本实施例中的三维建图系统的另一结构示意图；

15 图3为本实施例中的单线激光雷达扫描示意图；

图4为本实施例中的三维建图方法流程图；

图5为本实施例中的三维建图装置结构示意图；

图6为本实施例中的一种电子设备的结构示意图。

20 具体实施方式

为了使本公开文本的技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图对本公开文本的示例性实施例进行进一步详细的说明，显然，所描述的实施例仅是本公开文本的一部分实施例，而不是所有实施例的穷举。并且在冲突的情况下，本公开文本中的实施例及实施例中的特征可以互相结合。

25 发明人在发明过程中注意到：

基于单线激光雷达的三维重建，使用单线激光雷达进行定位的方式，

对环境适应较差，无法应用在凹凸不平的环境中，使用自旋转装置不停转动单线逐点扫描的激光获取三维空间点云的方式，在装置快速运动时造成重建误差。

基于此，本公开文本提供了一种三维建图方法，基于视觉定位装置进行定位，结合单线激光雷达运动产生稳定三维点云的特点，进行三维建图，能够应用在室内外场景中。

本公开文本提供的一种三维建图方法，该方法应用于图 1 所示的三维建图系统中，该系统包括一个视觉定位装置和至少两个单线激光雷达；

视觉定位装置位于系统中心，生成视觉定位装置的位姿信息；

单线激光雷达位于视觉定位装置的两侧，处于同一水平面上，通过向四周扫描，在不同位置采集激光三维点云，并根据标定与所述视觉定位装置之间的位姿变化关系，将所述多片激光三维点云映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

另外，为了对系统产生的三维地图增加颜色，本系统还包括至少两个全景相机，全景相机位于视觉定位装置的两侧，处于同一水平面上，获取环境图像的颜色信息，根据标定全景相机与单线激光雷达之间的位姿关系，对所述三维地图进行颜色渲染。

本公开文本提供的一种具体实现方式，如图 2 所示，该单线激光雷达包括第一单线激光雷达 102 和第二单线激光雷达 103，全景相机包括第一全景相机 104 和第二全景相机 105；

第一单线激光雷达 102 与第一全景相机 104 位于第一平面，

第二单线激光雷达 103 与第二全景相机 105 位于第二平面，

第一平面与第二平面均与视觉定位装置 101 所在的平面形成夹角。

实际应用中，该夹角在 135 至 165 度范围内，分别重建左前方右前方的场景，若超出该范围，会带来重建场景的漏缺或过度重合，造成资源的

浪费，影响重建效果。

具体的，第一单线激光雷达 102 和第一全景相机 104 为一组，扫描右前方场景，进行三维建图，第一单线激光雷达 102 向四周扫描，如图 3 所示的单线激光雷达扫描示意图，第一全景相机 104 记录激光雷达扫描到的点云的颜色信息，对激光雷达扫描的地图进行颜色渲染，提高建图的逼真度；第一单线激光雷达 103 和第一全景相机 105 为一组，扫描左前方场景；视觉定位装置 101 位于系统中心，根据前方场景信息，进行实时定位。

本公开文本中，三维建图系统是一个整体，可根据不同的场景该系统安装到相应的运动小车或者人体背包上，使用较为灵活。

对于单线激光雷达，本公开文本根据飞行时间，获取一个扫描平面上阻挡物的距离信息。根据这一属性，将激光雷达扫描平面垂直地平面放置，以此获得扫描平面上四周物体的位置，然后通过激光雷达的运动恢复激光雷达通过的三维空间模型。

其中，视觉定位装置可以为单目摄像机或双目摄像机，也可以为惯性导航单元与单目摄像机或双目摄像机的结合。

下面结合图 4，具体说明本公开文本的三维建图方法，具体包括：

步骤 201：利用视觉定位装置进行定位，得到视觉定位装置的位姿信息；

该步骤中，利用视觉定位装置获取环境图像，利用视觉里程计的方法得到所述视觉定位装置的位姿信息，或将视觉定位单元与惯性导航单元相结合，得到视觉定位装置的位姿信息。

具体的，本公开文本中可以基于现实场景中的局部特征点进行图像匹配定位，或者使用直接匹配法得到视觉定位装置的位姿信息，也可以将惯性导航单元与视觉定位单元进行融合，得到视觉定位装置的位姿信息，其中，对于将惯性导航单元与视觉定位单元进行融合的方式分为两种：紧耦合和松耦合。

其中，基于局部特征点得到所述视觉定位装置的位姿信息的方式，包括：

根据环境图像某帧确定当前帧中目标的搜索区域，提取出搜索区域的局部特征点；将搜索区域的局部特征点与上一帧中目标的局部特征点进行
5 匹配，得到匹配成功的特征点；对匹配成功的特征点进行自适应跟踪，得到所述视觉定位装置的位姿信息；另外通过图像的相似性，实现移动定位的重定位和回环检测功能，增强位置跟踪的稳定性和定位精度。

对于局部特征，一般使用 ORB（Oriented fast and rotated brief）特征点提取和描述。ORB 特征是一种快速特征点提取和描述的方法，该方法是在
10 FAST（Feature from accelerated segment test）特征点提取和 BRIEF（Binary robust independent elementary features）特征点描述的基础上改进优化而来。

其中，使用直接匹配法得到视觉定位装置的位姿信息的方式包括：

获取视觉定位装置当前帧图像及初始位姿信息，将当前帧图像与上一帧图像建立光度误差函数，对光度误差函数进行非线性优化求解，得到优
15 化后的位姿信息，该优化后的位姿信息即为视觉定位装置的位姿信息。

基于直接法的视觉定位方法是利用图像像素的亮度信息，来估计相机运动，实际应用中，直接法可以采用稀疏直接法，半稠密直接法或稠密直接法，本申请具体采用哪种直接法不做限定。

其中，利用惯性导航单元与视觉定位单元进行融合，得到视觉定位装
20 置的位姿信息的方法，分为紧耦合方式和松耦合方式。

紧耦合：获取视觉定位单元采集的环境图像中的图像特征，及惯性导航单元得到的视觉定位单元的位姿信息和速度信息，将图像特征与位姿信息和速度信息进行非线性优化，得到优化后的位姿信息，为视觉定位装置的位姿信息，紧耦合方式能够实现较高精度和鲁棒性的位姿估计。

25 松耦合：惯性导航单元动态计算视觉定位装置的运动增量，利用视觉

定位单元定位得到视觉定位装置的第一位姿信息；计算第一位姿信息的多信息融合滤波的第一增益矩阵，及运动增量的多信息融合滤波的第二增益矩阵，利用多信息融合滤波对第一增益矩阵和第二增益矩阵进行融合，得到视觉定位装置的位姿信息。其中，该多信息融合滤波可以为卡尔曼滤波，
5 可以是粒子滤波等。

步骤 202：标定视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，计算得到单线激光雷达的位姿信息；

该步骤中，标定视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，根据视觉定位装置的位姿信息和位姿关系，计算出单线激光雷达的位姿信息。

10 具体的，将视觉定位装置与单线激光雷达所在的三维坐标系之间的位姿进行标定，可以在单线激光雷达扫描平面定义 x , y 轴，并且遵循右手坐标系规则，建立 z 轴，在步骤 201 进行视觉定位得到视觉定位装置的运动变化位置后，可以根据标定结果，得到单线激光雷达的位姿信息。

该步骤中，标定了视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，因
15 步骤 201 已经得到视觉定位装置的位姿信息，那么可以根据标定关系计算得到单线激光雷达的位姿信息。

步骤 203：利用单线激光雷达获取激光点云数据；

三维建图中，需要处理大量的点云信息，本方案利用单线激光雷达获取不同位置处的点云数据，并结合单线激光雷达的位姿信息，构建三维场
20 景下的三维点云。

步骤 204：将不同位置采集的激光三维点云进行处理，得到三维地图；

该步骤中，具体根据单线激光雷达的位姿信息和每个位姿下获取的点云数据，将单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，得到有序三维点云。

25 其中，步骤 201 中视觉定位方式得到三维建图系统的运动参数，根据

步骤 202 的标定关系，计算出单线激光雷达的位置变换参数，从而能够结合视觉定位的精确运动参数，将不同位置得到的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，形成有序三维点云。

至此，本公开文本能够构建出三维建图，而该三维图中没有颜色，为了增加颜色，及减少三维点云的冗余性，下面对三维点云进行渲染，并进行网格化处理。

步骤 205：对三维点云地图进行渲染处理得到真彩三维地图；

获取到三维点云，构建出三维图形后，因激光雷达获取的点云是没有真实颜色信息的，因此该步骤使用全景相机获取外部场景的颜色信息，为构建的三维图形增加颜色信息。

该步骤具体包括：利用全景相机采集环境图像的颜色信息，标定全景相机与单线激光雷达之间的位姿关系，将全景相机的颜色信息映射到三维地图，对三维地图的颜色进行渲染，得到真彩三维地图。

步骤 206：对渲染后的真彩三维地图或三维地图进行网格化处理，得到网格化的三维地图。

其中，该步骤 206 与步骤 205 没有先后顺序，可以先进行网格化处理，再对三维点云地图增加颜色，也可以先对三维点云进行颜色渲染再进行网格化处理，颜色渲染与网格化处理操作，均是为三维图像的优化处理措施。

因三维点云的信息量比较冗余，本步骤将点云进行网格化，得到网格化的三维地图。将点云视为一个巨大的网格，找出其在三维物空间中各坐标轴的极值，根据分割次数 a ，将 X、Y、Z 轴切分成 $3a$ 个区间，整个巨大网格会被分为 2 的 $2a$ 次方格子网格，每一个子网格皆有编号。

本公开文本利用视觉定位装置先进行定位，通过标定视觉定位装置与单线激光雷达的位姿关系，得到单线激光雷达的位姿信息，结合单线激光雷达采集的点云数据，拼接点云得到三维地图，在此基础上，还对三维地

图进行渲染和网格化处理，使得构建的三维地图具有颜色属性，而网格化操作更利于推出目标点的坐标。

基于同一发明构思，本实施例提供了一种三维建图装置，该三维建图装置解决问题的原理与三维建图方法相似，因此该三维建图装置的实现装置实施可以参见三维建图方法的实施，重复之处不再赘述。

参见图 5，三维建图装置，包括定位单元 301、计算单元 302 和三维重建单元 303：

定位单元 301，用于利用视觉定位装置进行定位，得到视觉定位装置的位姿信息；

计算单元 302，用于标定视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，根据视觉定位装置的位姿信息和位姿关系，计算出单线激光雷达的位姿信息；

三维重建单元 303，用于根据单线激光雷达的位姿信息，将单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

其中，对于定位单元可以采用四种定位实现方式，定位单元包括第一定位单元、第二定位单元、第三定位单元或第四定位单元：

第一定位单元，根据图像灰度信息，利用特征点匹配或直接法匹配得到视觉定位装置的位姿信息；

第二定位单元，获取视觉定位装置当前帧图像及初始位姿信息，将当前帧图像与上一帧图像建立光度误差函数，对光度误差函数进行非线性优化求解，得到优化后的位姿信息，该优化后的位姿信息即为视觉定位装置的位姿信息；

第三定位单元，获取视觉定位单元采集的环境图像中的图像特征，及惯性导航单元得到的视觉定位单元的位姿信息和速度信息，将图像特征与

位姿信息和速度信息进行非线性优化，得到优化后的位姿信息，该优化后的位姿信息即为视觉定位装置的位姿信息；

第四定位单元，利用惯性导航单元动态计算视觉定位装置的运动增量，利用视觉定位单元定位得到视觉定位装置的第一位姿信息，将第一位姿信息
5 信息和运动增量进行融合，得到视觉定位装置的位姿信息。

具体的，对于第一定位单元，包括提取子单元和定位子单元，具体包括：

提取子单元，提取采集的环境图像中的局部特征点；

定位子单元，确定该环境图像的当前帧中目标的搜索区域，提取搜索
10 区域的局部特征点，将搜索区域的局部特征点与上一帧中目标的局部特征点进行匹配，得到匹配成功的特征点，对匹配成功的特征点进行自适应跟踪，得到视觉定位装置的位姿信息。

具体的，对于第二定位单元包括第一计算子单元、第二计算子单元和融合子单元；

15 第一计算子单元，利用惯性导航单元动态计算视觉定位装置的运动增量，利用视觉定位单元定位得到视觉定位装置的第一位姿信息；

第二计算子单元，计算第一位姿信息的多信息融合滤波的第一增益矩阵，及计算运动增量的多信息融合滤波的第二增益矩阵；

融合子单元，利用多信息融合滤波对第一增益矩阵和第二增益矩阵进
20 行融合，得到视觉定位装置的位姿信息。

优选的，该装置还包括渲染单元，使用全景相机获取环境图像的颜色信息，标定所述全景相机与单线激光雷达之间的位姿关系，将所述全景相机的颜色信息映射到所述三维地图，所述三维地图的颜色进行渲染，得到真彩三维地图。

25 优选的，装置还包括网格化单元，用于对所述渲染单元得到的真彩三

维地图中的点云进行网格化处理，得到网格化的三维地图，或对三维重建单元得到的有序三维点云进行网格化处理，得到网格化的三维地图。

本公开文本利用定位单元先进行定位处理，通过标定视觉定位装置与单线激光雷达的位姿关系，得到单线激光雷达的位姿信息，结合单线激光
5 雷达采集的点云数据，拼接点云得到三维地图。在此基础上，还对三维地图进行渲染和网格化处理，使得构建的三维地图具有颜色属性，及网格化操作利于推出目标点的坐标。

再一方面，基于同一发明构思，本公开文本实施例提供了一种云端平台，该云端平台包括上述实施例中任意一种三维建图装置，存储该三维建
10 图装置上传的三维地图。

该云端平台还包括处理装置，对三维建图装置上传的三维地图进行处理。

其中，该处理操作包括存储该三维地图，可以将不同三维建图装置上报的三维地图存储到不同云存储空间，或将不同三维建图装置上报的三维
15 地图存储到一个云存储空间，而根据不同区域的三维建图装置上报的三维地图存储到不同的云存储空间。

另外，该处理操作还包括对多个该三维地图进行拼接，得到较大的三维地图，如，可以结合同一区域内不同三维建图装置上报的多个三维地图，对多个三维地图进行拼接，形成较大区域内的三维建图。
20

再一方面，本实施例还提供了一种电子设备，由于其原理与提示信息确定方法相似，因此其实施可以参见方法的实施，重复之处不再赘述。如图6所示，电子设备600包括：通信设备601，存储器602，一个或多个处理器603；以及一个或多个模块，所述一个或多个模块被存储在所述存储器中，
25 并被配置成由所述一个或多个处理器执行，所述一个或多个模块包括用于执行任一上述三维建图方法中各个步骤的指令。

其中，该电子设备为机器人。

再一方面，本实施例还提供了一种与电子设备结合使用的计算机程序产品，所述计算机程序产品包括内嵌于计算机可读的存储介质中的计算机程序，所述计算机程序包括用于使所述电子设备执行任一上述三维建图方法中的各个步骤的指令。

为了描述的方便，以上所述装置的各部分以功能分为各种模块分别描述。当然，在实施本申请时可以把各模块或单元的功能在同一个或多个软件或硬件中实现。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备

上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

- 5 尽管已描述了本申请的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

权利要求书

1、一种三维建图方法，其特征在于，所述方法包括：

利用视觉定位装置进行定位，得到所述视觉定位装置的位姿信息；

5 标定所述视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，根据所述视觉定位装置的位姿信息和所述位姿关系，计算出所述单线激光雷达的位姿信息；

根据所述单线激光雷达的位姿信息，将所述单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述得到三维地图之后，所述方法还包括：

使用全景相机获取环境图像的颜色信息；

标定所述全景相机与所述单线激光雷达之间的位姿关系，将所述全景相机的颜色信息映射到所述三维地图，对所述三维地图的颜色进行渲染，得到真彩三维地图。

15 3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

对所述三维地图或对所述真彩三维地图进行网格化处理，得到网格化的三维地图。

4、根据权利要求 1-3 任一所述的方法，其特征在于，所述获取视觉定位装置的位姿信息，具体包括：

20 提取采集的环境图像中的局部特征点，基于所述局部特征点得到所述视觉定位装置的位姿信息，或，

获取所述视觉定位装置当前帧图像及初始位姿信息，将所述当前帧图像与上一帧图像建立光度误差函数，对所述光度误差函数进行非线性优化求解，得到优化后的位姿信息，为所述视觉定位装置的位姿信息，或，

25 获取视觉定位单元采集的环境图像中的图像特征，及惯性导航单元得

到的所述视觉定位单元的位姿信息和速度信息，将所述图像特征与所述位姿信息和速度信息进行非线性优化，得到优化后的位姿信息，为所述视觉定位装置的位姿信息，或，

利用惯性导航单元动态计算所述视觉定位装置的运动增量，利用视觉定位单元定位得到所述视觉定位装置的第一位姿信息，将所述第一位姿信息和所述运动增量进行融合，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

5 5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述基于所述局部特征点得到所述视觉定位装置的位姿信息，具体包括：

确定环境图像的当前帧中目标的搜索区域，提取所述搜索区域的局部特征点；

10 将所述搜索区域的局部特征点与上一帧中目标的局部特征点进行匹配，得到匹配成功的特征点；

对所述匹配成功的特征点进行自适应跟踪，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

15 6、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述将所述第一位姿信息和所述运动增量进行融合，得到所述视觉定位装置的位姿信息，具体包括：

计算所述第一位姿信息的多信息融合滤波的第一增益矩阵，及所述运动增量的多信息融合滤波的第二增益矩阵，利用多信息融合滤波对所述第一增益矩阵和所述第二增益矩阵进行融合，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

7、一种三维建图装置，其特征在于，所述装置包括：定位单元、计算单元和三维重建单元；

所述定位单元，用于利用视觉定位装置进行定位，得到所述视觉定位装置的位姿信息；

所述计算单元，用于标定所述视觉定位装置与单线激光雷达之间的位姿关系，根据所述视觉定位装置的位姿信息和所述位姿关系，计算出所述单线激光雷达的位姿信息；

所述三维重建单元，用于根据所述单线激光雷达的位姿信息，将所述单线激光雷达在不同位置采集的激光三维点云，映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

8、根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述装置包括渲染单元，使用全景相机获取环境图像的颜色信息，标定所述全景相机与所述单线激光雷达之间的位姿关系，将所述全景相机的颜色信息映射到所述三维地图，渲染所述三维地图的颜色，得到真彩三维地图。

9、根据权利要求7或8所述的装置，其特征在于，所述装置还包括网格化单元，用于对所述三维地图或所述真彩三维地图进行网格化处理，得到网格化的三维地图。

10、根据权利要求7-9任一权利要求所述的装置，其特征在于，所述定位单元包括第一定位单元、第二定位单元、第三定位单元或第四定位单元；

所述第一定位单元，提取采集的环境图像中的局部特征点，基于所述局部特征点得到所述视觉定位装置的位姿信息；

所述第二定位单元，获取所述视觉定位装置当前帧图像及初始位姿信息，将所述当前帧图像与上一帧图像建立光度误差函数，对所述光度误差函数进行非线性优化求解，得到优化后的位姿信息，为所述视觉定位装置的位姿信息；

所述第三定位单元，获取视觉定位单元采集的环境图像中的图像特征，及惯性导航单元得到的所述视觉定位单元的位姿信息和速度信息，将所述图像特征与所述位姿信息和速度信息进行非线性优化，得到优化后的位姿信息，为所述视觉定位装置的位姿信息；

所述第四定位单元，利用惯性导航单元动态计算所述视觉定位装置的运动增量，利用视觉定位单元定位得到所述视觉定位装置的第一位姿信息，将所述第一位姿信息和所述运动增量进行融合，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

5 11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述第一定位单元包括提取子单元和定位子单元，具体包括：

所述提取子单元，提取采集的环境图像中的局部特征点；

所述定位子单元，确定所述环境图像的当前帧中目标的搜索区域，提取所述搜索区域的局部特征点，将所述搜索区域的局部特征点与上一帧中
10 目标的局部特征点进行匹配，得到匹配成功的特征点，对所述匹配成功的特征点进行自适应跟踪，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

12、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述第四定位单元包括第一计算子单元、第二计算子单元和融合子单元；

所述第一计算子单元，利用惯性导航单元动态计算所述视觉定位装置
15 的运动增量，利用视觉定位单元定位得到所述视觉定位装置的第一位姿信息；

所述第二计算子单元，计算所述第一位姿信息的多信息融合滤波的第一增益矩阵，及计算所述运动增量的多信息融合滤波的第二增益矩阵；

所述融合子单元，利用多信息融合滤波对所述第一增益矩阵和所述第
20 二增益矩阵进行融合，得到所述视觉定位装置的位姿信息。

13、一种三维建图系统，其特征在于，所述系统包括：视觉定位装置和至少两个单线激光雷达；

所述视觉定位装置位于所述系统中心，生成位姿信息；

所述单线激光雷达位于所述视觉定位装置的两侧，处于同一水平面上，
25 通过向四周扫描，在不同位置采集激光三维点云，并根据标定与所述视觉

定位装置之间的位姿变化关系，将所述激光三维点云映射到同一基准坐标系下，得到三维地图。

14、根据权利要求 13 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括至少两个全景相机，位于所述视觉定位装置的两侧，处于同一水平面上，获取环境图像的颜色信息，根据标定与所述单线激光雷达之间的位姿关系，对所述三维地图进行颜色渲染。

15、根据权利要求 13 所述的系统，其特征在于，所述单线激光雷达包括第一单线激光雷达和第二单线激光雷达，所述全景相机包括第一全景相机和第二全景相机；

10 所述第一单线激光雷达与所述第一全景相机位于第一平面，
所述第二单线激光雷达与所述第二全景相机位于第二平面，
所述第一平面与所述第二平面均与所述视觉定位装置所在的平面形成夹角。

16、根据权利要求 13-15 任一所述的系统，其特征在于，所述系统置于运动小车或者人体背包中。

17、一种云端平台，其特征在于，所述云端平台包括如权利要求 7-12 任一所述的三维建图装置，存储所述三维建图装置上传的三维地图。

18、一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括：

20 通信设备，存储器，一个或多个处理器；以及一个或多个模块，所述一个或多个模块被存储在所述存储器中，并被配置成由所述一个或多个处理器执行，所述一个或多个模块包括用于执行权利要求 1-6 任一项所述三维建图方法中各个步骤的指令。

19、根据权利要求 18 所述的电子设备，其特征在于，所述电子设备为机器人。

25 20、一种与电子设备结合使用的计算机程序产品，所述计算机程序产品包括内嵌于计算机可读的存储介质中的计算机程序，所述计算机程序包

括用于使所述电子设备执行权利要求 1-6 任一项所述三维建图方法中的各个步骤的指令。

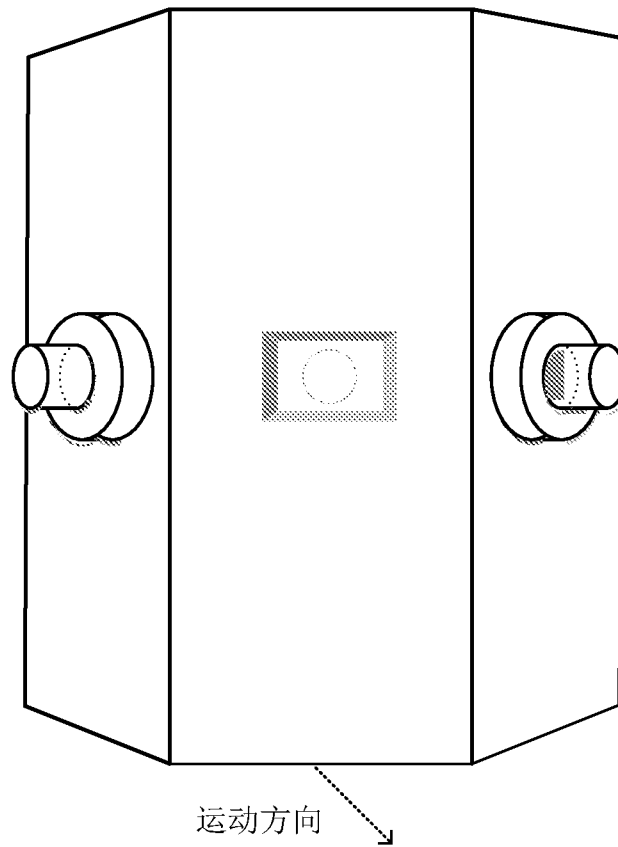


图 1

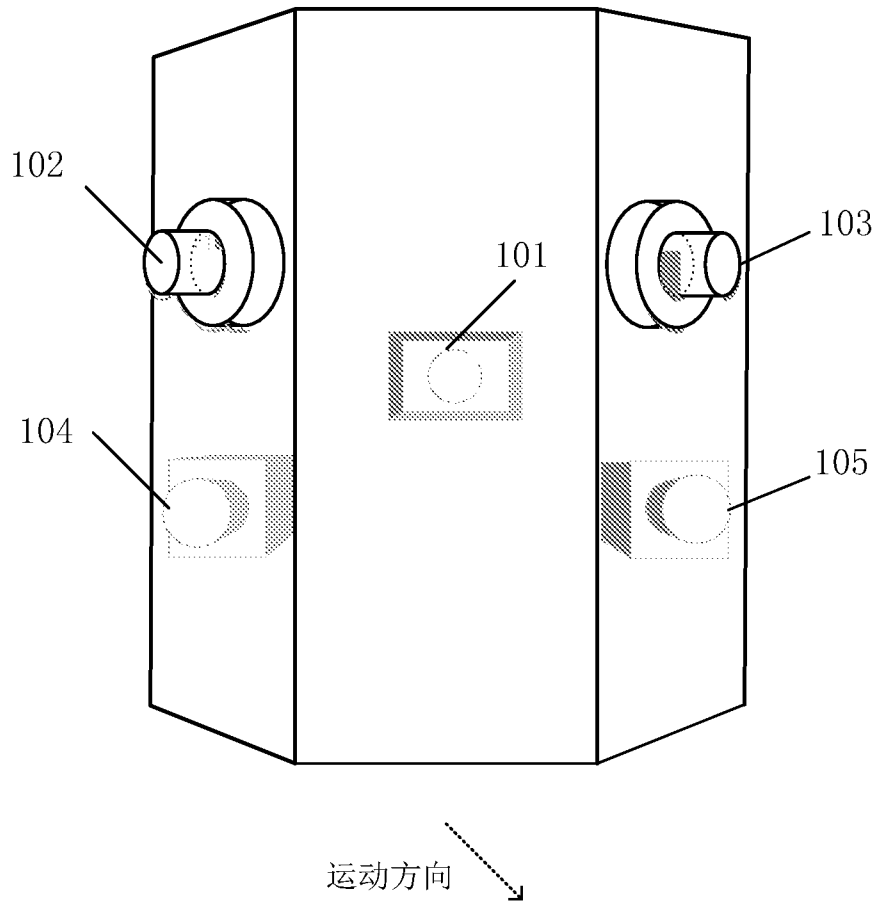


图 2

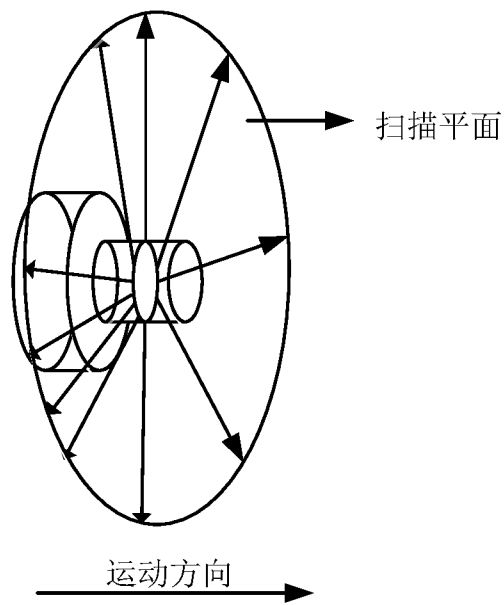


图 3

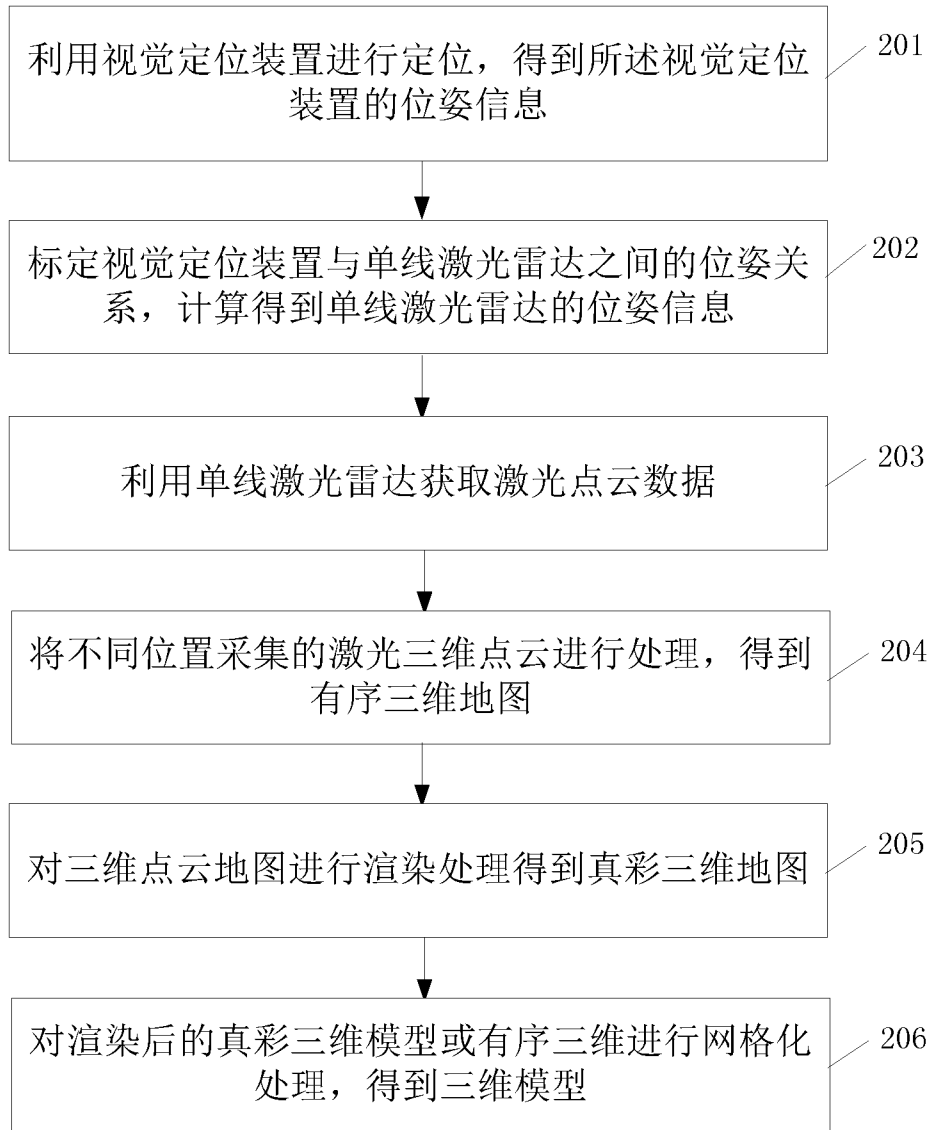


图 4

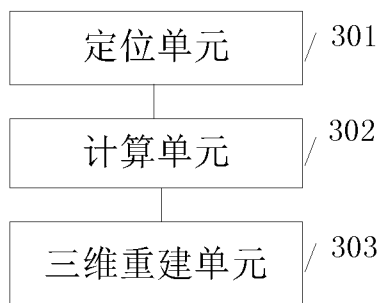


图 5

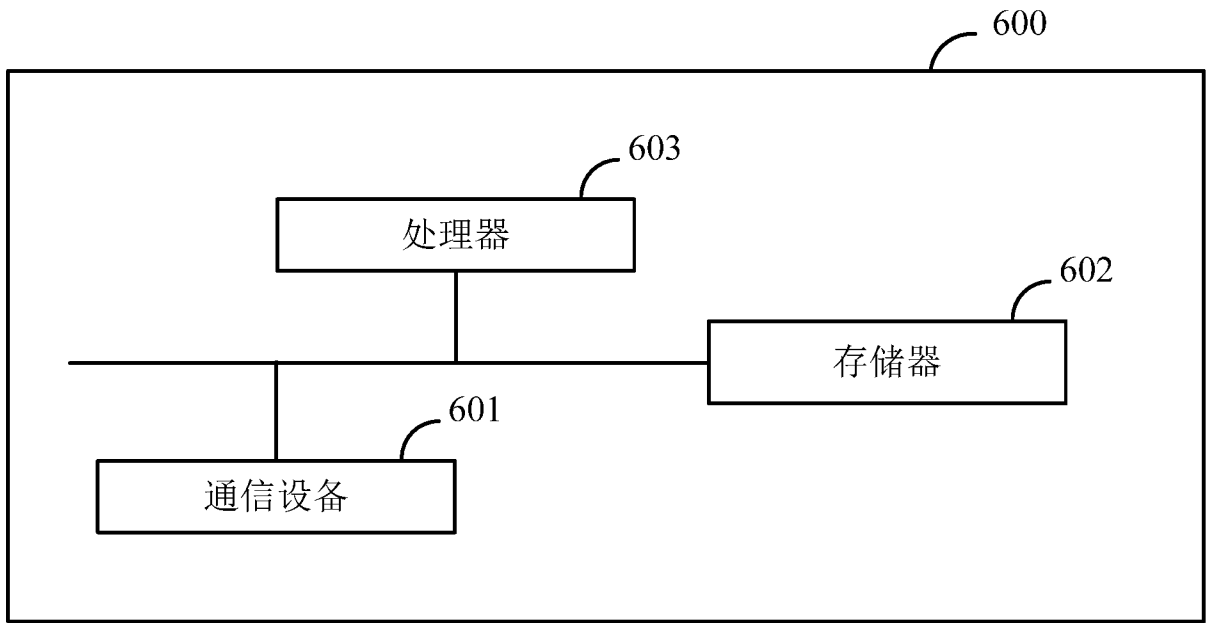


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/120059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 17/00(2006.01)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)

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 三维, 建图, 地图, 激光雷达, 单线, 坐标系, 位姿, 视觉, 摄像机, 测距, 点云, 颜色, 栅格, 网格, 3D, three dimensional, laser, radar, map, vision, camera, single line, coordinate system, position, distance, color, grid, mesh

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 108401461 A (SHENZHEN QIANHAI CLOUDMINDS TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 August 2018 (2018-08-14) claims 1-20	1-20
X	CN 104374376 A (PEKING UNIVERSITY) 25 February 2015 (2015-02-25) description, paragraphs 0034-0052	1, 3-7, 9-13, 16-20
Y	CN 104374376 A (PEKING UNIVERSITY) 25 February 2015 (2015-02-25) description, paragraphs 0034-0052	2, 8, 14, 15
Y	CN 106443687 A (OMNISLAM (BEIJING) TECHNOLOGY, INC.) 22 February 2017 (2017-02-22) claim 9, and figure 1	2, 8, 14, 15
A	CN 106324616 A (PUDU TECHNOLOGY INC.) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-20
A	CN 107167141 A (TONGJI UNIVERSITY) 15 September 2017 (2017-09-15) entire document	1-20
A	KR 20140003987 A (SNU R&DB FOUNDATION) 10 January 2014 (2014-01-10) entire document	1-20

 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

03 September 2018

Date of mailing of the international search report

27 September 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
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/CN2017/120059

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108401461	A	14 August 2018	None			
CN	104374376	A	25 February 2015	CN	104374376	B	15 June 2016
CN	106443687	A	22 February 2017	None			
CN	106324616	A	11 January 2017	None			
CN	107167141	A	15 September 2017	None			
KR	20140003987	A	10 January 2014	KR	101439921	B1	17 September 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/120059

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06T 17/00(2006.01)i</p> <p>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</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06T</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 三维, 建图, 地图, 激光雷达, 单线, 坐标系, 位姿, 视觉, 摄像机, 测距, 点云, 颜色, 栅格, 网格, 3D, three dimentional, laser, radar, map, vision, camera, sigle line, coordinate system, position, distance, color, grid, mesh</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <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>E</td> <td>CN 108401461 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 权利要求1-20</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段</td> <td>1, 3-7, 9-13, 16-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段</td> <td>2, 8, 14, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106443687 A (欧思徠北京智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 权利要求9, 图1</td> <td>2, 8, 14, 15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106324616 A (深圳市普渡科技有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107167141 A (同济大学) 2017年 9月 15日 (2017 - 09 - 15) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20140003987 A (SNU R&DB FOUNDATION) 2014年 1月 10日 (2014 - 01 - 10) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	E	CN 108401461 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 权利要求1-20	1-20	X	CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段	1, 3-7, 9-13, 16-20	Y	CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段	2, 8, 14, 15	Y	CN 106443687 A (欧思徠北京智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 权利要求9, 图1	2, 8, 14, 15	A	CN 106324616 A (深圳市普渡科技有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-20	A	CN 107167141 A (同济大学) 2017年 9月 15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-20	A	KR 20140003987 A (SNU R&DB FOUNDATION) 2014年 1月 10日 (2014 - 01 - 10) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
E	CN 108401461 A (深圳前海达闼云端智能科技有限公司) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 权利要求1-20	1-20																								
X	CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段	1, 3-7, 9-13, 16-20																								
Y	CN 104374376 A (北京大学) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 说明书0034-0052段	2, 8, 14, 15																								
Y	CN 106443687 A (欧思徠北京智能科技有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 权利要求9, 图1	2, 8, 14, 15																								
A	CN 106324616 A (深圳市普渡科技有限公司) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-20																								
A	CN 107167141 A (同济大学) 2017年 9月 15日 (2017 - 09 - 15) 全文	1-20																								
A	KR 20140003987 A (SNU R&DB FOUNDATION) 2014年 1月 10日 (2014 - 01 - 10) 全文	1-20																								
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2018年 9月 3日	2018年 9月 27日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																									
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	盛建军																									
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961819																									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/120059

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	108401461	A	2018年 8月 14日	无			
CN	104374376	A	2015年 2月 25日	CN	104374376	B	2016年 6月 15日
CN	106443687	A	2017年 2月 22日	无			
CN	106324616	A	2017年 1月 11日	无			
CN	107167141	A	2017年 9月 15日	无			
KR	20140003987	A	2014年 1月 10日	KR	101439921	B1	2014年 9月 17日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)