

(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
2017 年 2 月 9 日 (09.02.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/020466 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 17/00 (2006.01) G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/096621
- (22) 国际申请日: 2015 年 12 月 8 日 (08.12.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510472372.9 2015 年 8 月 4 日 (04.08.2015) CN
- (71) 申请人: 百度在线网络技术(北京)有限公司 (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区上地十街 10 号百度大厦三层, Beijing 100085 (CN)。
- (72) 发明人: 姜雨 (JIANG, Yu); 中国北京市海淀区上地十街 10 号百度大厦三层, Beijing 100190 (CN)。 晏阳 (YAN, Yang); 中国北京市海淀区上地十街 10 号百度大厦三层, Beijing 100190 (CN)。
- (74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路 39 号西金大厦 6 层, Beijing 100036 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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))。

(54) Title: URBAN ROAD RECOGNITION METHOD, APPARATUS, STORAGE MEDIUM AND DEVICE BASED ON LASER POINT CLOUD

(54) 发明名称: 基于激光点云的城市道路识别方法、装置、存储介质及设备

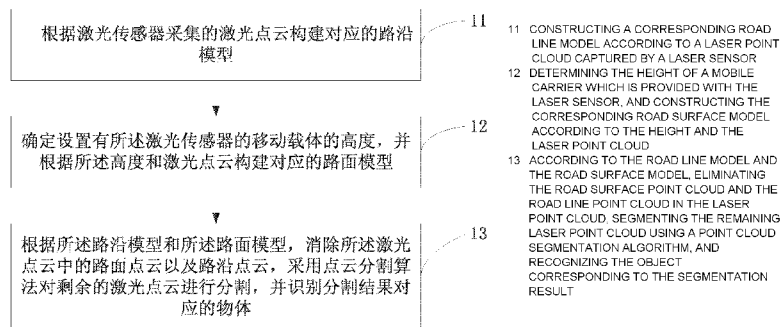


图 1

(57) Abstract: Disclosed are an urban road recognition method, apparatus, storage medium and device based on a laser point cloud. The method comprises: constructing a corresponding road line model according to a laser point cloud captured by a laser sensor; determining the height of a mobile carrier which is provided with the laser sensor, and constructing the corresponding road surface model according to the height and the laser point cloud; and according to the road line model and the road surface model, eliminating the road surface point cloud and the road line point cloud in the laser point cloud, segmenting the remaining laser point clouds using a point cloud segmentation algorithm, and recognizing the object corresponding to a segmentation result. By estimating the height of a mobile carrier according to a laser point cloud and constructing a road surface model corresponding to the laser point cloud using the height, the construction efficiency and accuracy of the road surface are improved, thereby improving the recognition efficiency and accuracy of a corresponding object.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/020466 A1

本公开实施例公开了一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置。该方法包括：根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。通过根据激光点云估算移动载体的高度，并利用所述高度构建激光点云对应的路面模型，提高了路面模型的构建效率和准确度，从而提高了对应的物体的识别效率和准确度。

基于激光点云的城市道路识别方法、装置、存储介质及设备

本专利申请要求于 2015 年 8 月 4 日提交的、申请号为 201510472372.9，申请人为百度在线网络技术（北京）有限公司、公开名称为“一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置”的中国专利申请的优先权，该申请的全文以引用的方式并入本申请中。

技术领域

本公开实施例属于智能交通技术领域，涉及基于激光点云的城市道路识别方法、装置、存储介质及设备。

背景技术

通过移动载体（如车辆）中安装的激光传感器进行周围环境感知并对传感信息进行处理，得到移动载体所在环境诸如所在车道、道路范围、障碍物位置等信息，即为激光点云技术。

现有技术中，对道路信息的提取主要通过根据激光点云构建路沿模型，并通过随机设置回归算法的初始输入阈值来构建激光点云对应的路面模型，随后，获得激光点云对应的激光点云簇并通过点云分割及点云识别获得激光点云簇对应的物体。

上述方案中，通过随机设置的初始输入阈值构建激光点云对应的路面模型，导致路面模型的构建效率较低、误差较大，从而导致物体的识别效率较低、误差较大。

发明内容

本公开实施例的目的是提出基于激光点云的城市道路识别方法、装置、存储介质及设备，以提高道路识别的效率和准确度。

第一方面，本公开实施例提供了一种基于激光点云的城市道路识别方法，包括：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

第二方面，本公开实施例提供了一种基于激光点云的城市道路识别装置，包括：

路沿模型单元，用于根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

路面模型单元，用于确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

点云消除单元，用于根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云；

点云分割单元，用于采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割；

物体识别单元，用于识别所述点云分割单元的分割结果对应的物体。

第三方面，本公开实施例提供了一个或多个包含计算机可执行指令的存储介质，所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行基于激光点云的城市道路识别方法，该方法包括：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

第四方面，本公开实施例提供了一种设备，包括：

一个或者多个处理器；

存储器；

一个或者多个程序，所述一个或者多个程序存储在所述存储器中，当被所述一个或者多个处理器执行时，进行如下操作：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

本公开实施例提供的技术方案中，通过依据激光点云估算移动载体的高度，并利用所述高度构建对应的路面模型，提高了路面模型的构建效率和准确度，从而提高了物体的识别效率和准确度。

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使用的附图作简单地介绍，当然，以下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的前提下，还可以对这些附图进行修改和替换。

图 1 为本公开第一实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程示意图；

图 2 为本公开第二实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程示意图；

图 3 为本公开第三实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程示意图；

图 4 为本公开第四实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别装置的结构示意图;

图 5 是本公开第六实施例提供的一种执行基于激光点云的城市道路识别方法的设备硬件结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本公开作进一步的详细说明。可以理解的是, 此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本公开, 而非对本公开的限定。另外还需要说明的是, 为了便于描述, 附图中仅示出了与本公开相关的部分而非全部结构。

第一实施例

图 1 为本公开第一实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程图示意图。本实施例可适用于基于激光点云识别城市道路包含的物体的情况。参见图 1, 本实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法具体包括如下:

S11、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

在本实施例中, 激光传感器可以是设置于移动载体上的激光雷达, 移动载体通常可以是车辆, 激光点云可以是移动载体所在环境的特征点集, 包括各特征点的坐标以及反射率, 该反射率可以是一个 0-255 的整数。

示例性的, 激光雷达采集激光点云, 可以通过 GPS (Global Positioning System, 全球定位系统) /IMU (Inertial measurement unit, 惯性测量单元) 将采集的激光点云转换到世界坐标系, 并将世界坐标系下的激光点云拼接成稠密点云, 具体的可以通过动态粒子树 (Simultaneous Localization And Mapping, SLAM) 算法提高稠密点云的拼接精度, 至此得到两种用于点云分类的原始数据, 其中一种是世界坐标系下经拼接形成的稠密点云, 一种是以一帧为单位的稀疏有序点云。

在本实施例中, 路沿指的是道路边沿。示例性的, 在获得稠密点云和多帧稀疏有序点云后, 对多帧稀疏有序点云进行处理得到可能的路沿点, 并对可能

的路沿点进行三维样本 (spline) 曲线拟合以根据多帧稀疏有序点云构建激光点云对应的路沿模型。

S12、确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型。

在本实施例中，路面指的是道路表面，用于供车辆在其上行驶。示例性的，对稀疏有序点云进行回归处理获得移动载体的高度，再将移动载体的高度作为回归算法的初始输入阈值，对每一帧稀疏有序点云做回归处理得到每一帧稀疏有序点云对应的候选路面点云，并将连续多帧稀疏有序点云对应的候选路面点云进行合并，且沿移动载体行驶轨迹的垂直方向做一维样本曲线拟合，存储拟合得到的样本方程参数，得到激光点云对应的路面模型。

S13、根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

在本实施例中，激光点云对应的物体可以是行人、车辆、树木、建筑物等障碍物，也可以是路牌，地标等。示例性的，根据路沿模型和路面模型去除 S11 中得到的稠密点云中的路沿点云和路面点云，对剩余的激光点云做聚类得到大致分离的激光点云簇，并采用点云分割算法将激光点云簇分割成子激光点云簇。在得到分割后的子激光点云簇后，使用预先训练好的支持向量机对每个子激光点云簇进行识别，识别子激光点云簇对应的物体。

本实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法，通过根据激光点云估算移动载体的高度，并利用所述高度构建对应的路面模型，提高了路面模型的构建效率和准确度，从而提高了激光点云对应的物体的识别效率和准确度。

第二实施例

本实施例在上述实施例的基础上提供了一种新的基于激光点云的城市道路识别方法，该方法对路沿模型、路面模型的构建方式作进一步限定。图 2 为本公开第二实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程示意图。参见图 2，本实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法具体包括如下：

S21、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

可选的，根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型具体可以包括：采用角点检测算法对所述激光点云进行识别，获得所述激光点云对应的路沿角点；根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

示例性的，对每一帧稀疏有序点云进行处理得到候选路沿点。具体的，每一帧稀疏有序点云中可以包括 32 条线，针对每一帧稀疏有序点云，对该帧的每一线的数据进行滑动窗口的处理，通过激光点云的坡度、密度、反射率这三个特性检测出有可能包含路沿的候选窗口，再使用角点检测算法从候选窗口中得到候选路沿角点，根据车高等先验知识滤除错误的候选角点，再将该帧中所有线得到的候选角点投影到垂直于移动载体行使方向的轴上，对投影点做聚类，并通过加权高斯卷积的投票算法得到该帧稀疏点云对应的路沿角点。重复上述操作获得每一帧稀疏点云对应的路沿角点后，将所有的稀疏点云对应的路沿角点转换到世界坐标系下，融合在一起后使用统计滤波的技术去除噪声，使用点云抽稀技术减小数据量，且沿着移动车辆行驶轨迹使用卡尔曼滤波技术修复路沿，随后将无序的角点拟合成三维样条曲线以得到激光点云对应的路沿模型。

需要说明的是，本实施例先采用角点检测方法获得激光点云对应的角点，再对角点进行拟合以构建路沿模型，相比于现有技术中直接识别激光点云对应的路沿，提高了路沿模型的准确度。

S22、根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，并将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型。

可选的，根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，具体可以包括：将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中；对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作 Ransac（随机抽样一致算法，Random Sample Consensus）回归以估算所述激光传感器的高度。

示例性的，建立以移动载体坐标为原点的极坐标网格（Polar Grid Map），将一帧稀疏点云中的每个点投影到极坐标网格中，并对激光传感器附近的激光

点云对应的投影网格作 Ransac 回归估算出激光传感器的高度，并将估算出的激光传感器的高度作为移动载体的高度。

可选的，在所述回归算法为高斯过程回归时，将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型具体可以包括：根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归，获得对应的候选路面点云；对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

示例性的，将移动载体的高度作为预设的回归算法的初始输入阈值（即阈值选取种子），对每一帧稀疏有序点云做回归处理得到每一帧稀疏有序点云的候选路面点云，将连续多帧稀疏有序点云对应的候选路面点云进行合并，并沿移动载体行驶轨迹的垂直方向做一维样本拟合，存储拟合得到的样本方程参数，得到完整的近似路面模型。

S23、根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

本实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法，通过将移动载体的高度作为高斯过程回归的初始输入阈值构建对应的路面模型，提高了路面模型的构建效率和准确度，并且通过角点检测算法构建路沿模型，提高了路沿模型的准确度，从而提高了激光点云对应的物体的识别效率和准确度。

第三实施例

本实施例以上述实施例为基础，给出了又一种基于激光点云的城市道路识别方法，该方法对点云分割方式作进一步限定。图 3 为本公开第三实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别方法的流程示意图。参见图 3，本实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法具体包括如下：

S31、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

S32、确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型。

S33、根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云。

示例性的，建立世界坐标系下的稠密点云对应的平均网格图（Mean Grid Map）、最小网格图（Min Grid Map）和最大网格图（Max Grid Map），选定阈值以相邻网格间的坡度为特征建立无向图模型，获得最大的两块连通区域，并将最大的两块连通区域作为候选路面，再查询候选路面附近的路面网格，选定阈值得到路面网格中的路面点云，并滤除这些路面点云，即，消除了稠密点云中的路面点云和路沿点云。

S34、采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割。

可选的，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，包括：

A、对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇。

示例性的，可以对剩余的激光点云作欧拉聚类得到大致分离的点云簇。

B、建立所述激光点云簇对应的超体素。

可选的，建立所述激光点云簇对应的超体素，具体包括：根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。示例性的，针对每个激光点云簇，根据该激光点云簇的空间坐标和反射率建立该激光点云簇的超体素。

C、分割所述超体素获得子激光点云簇，并对所述子激光点云簇作合并处理。

本实施例通过获得激光点云簇对应的超体素，并对超体素进行分割得到子激光点云簇，相比于现有技术中直接对激光点云簇进行分割的方法，提高了点云分割的效率及准确率，尤其是本实施例避免了现有的点云分割方法在移动载体行驶于高速公路上时由于路牌与护栏粘连而导致的点云分割效果不佳。

可选的，对所述子激光点云簇作合并处理，包括：通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征；根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

示例性的，对每个超体素做随机漫步者（Random Walker）分割，得到过渡分割的子激光点云簇，对每个子激光点云簇作主成分分析（Principal Component Analysis, PCA）以获得子激光点云簇的形状特征，将相邻的具有相似形状特征

的子激光点云簇合并以得到最终的点云分割结果，例如，将在竖直方向上形状相同的两个子激光点云簇合并。本实施例通过对子激光点云簇作合并处理，避免了同一物体被分割成不同的子激光点云簇，提高了点云分割的合理性。

S35、识别分割结果对应的物体。

示例性的，在得到分割后的点云簇后，使用预先训练好的支持向量机对每个点云簇进行识别，最终得到激光点云对应的物体。

本公开实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法，能够得到激光点云对应的路沿方程、路面点云，并识别激光点云对应的路牌、路标、障碍物等城市道路物体，这些结果可以用于制作高精度地图，从而提高高精地图的制作速度与制作精度。

第四实施例

图 4 为本公开第四实施例提供的一种基于激光点云的城市道路识别装置的结构示意图。本实施例可适用于基于激光点云识别城市道路包含的物体的情况。参见图 4，该基于激光点云的城市道路识别装置的具体结构如下：

路沿模型单元 41，用于根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

路面模型单元 42，用于确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

点云消除单元 43，用于根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云；

点云分割单元 44，用于采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割；

物体识别单元 45，用于识别所述点云分割单元的分割结果对应的物体。

可选的，所述路面模型单元 42 包括：

高度估算子单元，用于根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度；

路面构建子单元，用于将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型。

可选的,所述高度估算子单元具体用于:

将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中;

对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作Ransac回归以估算所述激光传感器的高度。

可选的,在回归算法为高斯过程回归时,所述路面构建子单元具体用于:

根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归,获得对应的候选路面点云;

对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

可选的,所述路沿模型单元 41 包括:

角度获得子单元,用于采用角点检测算法对所述激光点云进行识别,获得所激光点云对应的路沿角点;

路沿构建子单元,用于根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

可选的,点云分割单元 44 包括:

点云簇子单元,用于对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇;

超体素子单元,用于建立所述激光点云簇对应的超体素;

子点云簇子单元,用于分割所述超体素获得子激光点云簇;

合并处理子单元,用于对所述子激光点云簇作合并处理。

可选的,超体素子单元具体用于:根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。

可选的,合并处理子单元具体用于:通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征;根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

上述产品可执行本公开任意实施例所提供的基于激光点云的城市道路识别方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,可参见本公开任意实施例所提供的基于激光点云的城市道路识别方法。

第五实施例

本公开实施例提供了一种包含计算机可执行指令的存储介质,所述计算机

可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行基于激光点云的城市道路识别方法，该方法包括：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

上述存储介质在执行所述方法时，确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型，还具体可以包括：

根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，并将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型。

上述存储介质在执行所述方法时，根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，还具体可以包括：

将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中；

对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作Ransac回归以估算所述激光传感器的高度。

上述存储介质在执行所述方法时，所述回归算法为高斯过程回归，

将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型，还具体可以包括：

根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归，获得对应的候选路面点云；

对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

上述存储介质在执行所述方法时，根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型，还具体可以包括：

采用角点检测算法对所述激光点云进行识别，获得所述激光点云对应的路沿

角点;

根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

上述存储介质在执行所述方法时,采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割,还具体可以包括:

对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇;

建立所述激光点云簇对应的超体素;

分割所述超体素获得子激光点云簇,并对所述子激光点云簇作合并处理。

上述存储介质在执行所述方法时,建立所述激光点云簇对应的超体素,还具体可以包括:

根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。

上述存储介质在执行所述方法时,对所述子激光点云簇作合并处理,还具体可以包括:

通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征;

根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

第六实施例

图 5 为本公开第六实施例提供的一种执行基于激光点云的城市道路识别方法的设备硬件结构示意图。参见图 5,该设备包括:

一个或者多个处理器 510,图 5 中以一个处理器 510 为例;

存储器 520; 以及一个或者多个模块。

所述设备还可以包括:输入装置 530 和输出装置 540。所述设备中的处理器 510、存储器 520、输入装置 530 和输出装置 540 可以通过总线或其他方式连接,图 5 中以通过总线连接为例。

存储器 520 作为一种计算机可读存储介质,可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块,如本公开实施例中的基于激光点云的城市道路识别方法对应的程序指令/模块(例如,附图 4 所示的基于激光点云的城市道路识别装置中的路沿模型单元 41、路面模型单元 42、点云消除单元 43、点云分割单元 44

和物体识别单元 45)。处理器 510 通过运行存储在存储器 520 中的软件程序、指令以及模块,从而执行设备的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例中的基于激光点云的城市道路识别方法。

存储器 520 可包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序;存储数据区可存储根据终端设备的使用所创建的数据等。此外,存储器 520 可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中,存储器 520 可进一步包括相对于处理器 510 远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至终端设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

输入装置 530 可用于接收输入的数字或字符信息,以及产生与终端的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置 540 可包括显示屏等显示设备。

所述一个或者多个模块存储在所述存储器 520 中,当被所述一个或者多个处理器 510 执行时,执行如下操作:

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型;

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度,并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型;

根据所述路沿模型和所述路面模型,消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云,采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割,并识别分割结果对应的物体。

进一步的,确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度,并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型,可包括:

根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度,并将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值,基于所述激光点云构建对应的路面模型。

进一步的,根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度,可包括:

将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中;

对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作Ransac回归以估算所述激光传感器的高度。

进一步的，在所述回归算法为高斯过程回归时，

将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型，可包括：

根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归，获得对应的候选路面点云；

对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

进一步的，根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型，可包括：

采用角点检测算法对所述激光点云进行识别，获得所述激光点云对应的路沿角点；

根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

进一步的，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，可包括：

对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇；

建立所述激光点云簇对应的超体素；

分割所述超体素获得子激光点云簇，并对所述子激光点云簇作合并处理。

进一步的，建立所述激光点云簇对应的超体素，具体可包括：

根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。

进一步的，对所述子激光点云簇作合并处理，可包括：

通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征；

根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

通过以上关于实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，本公开可借助软件及必需的通用硬件来实现，当然也可以通过硬件实现，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如计算机的软盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、

闪存 (FLASH)、硬盘或光盘等, 包括若干指令用以使得一台计算机设备 (可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等) 执行本公开各个实施例所述的方法。

值得注意的是, 上述基于激光点云的城市道路识别装置的实施例中, 所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的, 但并不局限于上述的划分, 只要能够实现相应的功能即可; 另外, 各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分, 并不用于限制本公开的保护范围。

以上所述, 仅为本公开的具体实施方式, 但本公开的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开披露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此, 本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种基于激光点云的城市道路识别方法，其特征在于，包括：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型，包括：

根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，并将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度，包括：

将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中；

对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作Ransac回归以估算所述激光传感器的高度。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述回归算法为高斯过程回归，

将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型，包括：

根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归，获得对应的候选路面点云；

对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

5、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型，包括：

采用角点检测算法对所述激光点云进行识别，获得所述激光点云对应的路沿角点；

根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，包括：

对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇；

建立所述激光点云簇对应的超体素；

分割所述超体素获得子激光点云簇，并对所述子激光点云簇作合并处理。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，建立所述激光点云簇对应的超体素，具体包括：

根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。

8、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，对所述子激光点云簇作合并处理，包括：

通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征；

根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

9、一种基于激光点云的城市道路识别装置，其特征在于，包括：

路沿模型单元，用于根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

路面模型单元，用于确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

点云消除单元，用于根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云；

点云分割单元，用于采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割；

物体识别单元，用于识别所述点云分割单元的分割结果对应的物体。

10、根据权利要求9所述的装置，其特征在于，所述路面模型单元包括：

高度估算子单元，用于根据设置有所述激光传感器的移动载体附近的所述激光点云估算所述移动载体的高度；

路面构建子单元，用于将所述高度作为预设的回归算法的初始输入阈值，基于所述激光点云构建对应的路面模型。

11、根据权利要求10所述的装置，其特征在于，所述高度估算子单元具体

用于:

将所述激光点云投影到以所述激光传感器的坐标为原点的极坐标网格中;

对激光传感器附近的激光点云对应的投影网格作Ransac回归以估算所述激光传感器的高度。

12、根据权利要求10所述的装置,其特征在于,在回归算法为高斯过程回归时,所述路面构建子单元具体用于:

根据所述初始输入阈值对每一帧所述激光点云对应的投影网格作高斯过程回归,获得对应的候选路面点云;

对所述候选路面点云作合并以及样本回归处理获得所述路面模型。

13、根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述路沿模型单元包括:

角度获得子单元,用于采用角点检测算法对所述激光点云进行识别,获得所述激光点云对应的路沿角点;

路沿构建子单元,用于根据获得的路沿角点构建所述路沿模型。

14、根据权利要求9所述的装置,其特征在于,点云分割单元包括:

点云簇子单元,用于对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇;

超体素子单元,用于建立所述激光点云簇对应的超体素;

子点云簇子单元,用于分割所述超体素获得子激光点云簇;

合并处理子单元,用于对所述子激光点云簇作合并处理。

15、根据权利要求14所述的装置,其特征在于,超体素子单元具体用于:

根据所述激光点云簇对应的空间坐标和反射率建立所述激光点云簇对应的超体素。

16、根据权利要求14所述的装置,其特征在于,合并处理子单元具体用于:

通过主成分分析获得所述子激光点云簇的形状特征;

根据获得的形状特征对所述子激光点云簇作合并处理。

17、一种包含计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行基于激光点云的城市道路识别方法,其特征在于,该方法包括:

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型;

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

18、一种设备，其特征在于，包括：

一个或者多个处理器；

存储器；

一个或者多个程序，所述一个或者多个程序存储在所述存储器中，当被所述一个或者多个处理器执行时，进行如下操作：

根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型；

确定设置有所述激光传感器的移动载体的高度，并根据所述高度和激光点云构建对应的路面模型；

根据所述路沿模型和所述路面模型，消除所述激光点云中的路面点云以及路沿点云，采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割，并识别分割结果对应的物体。

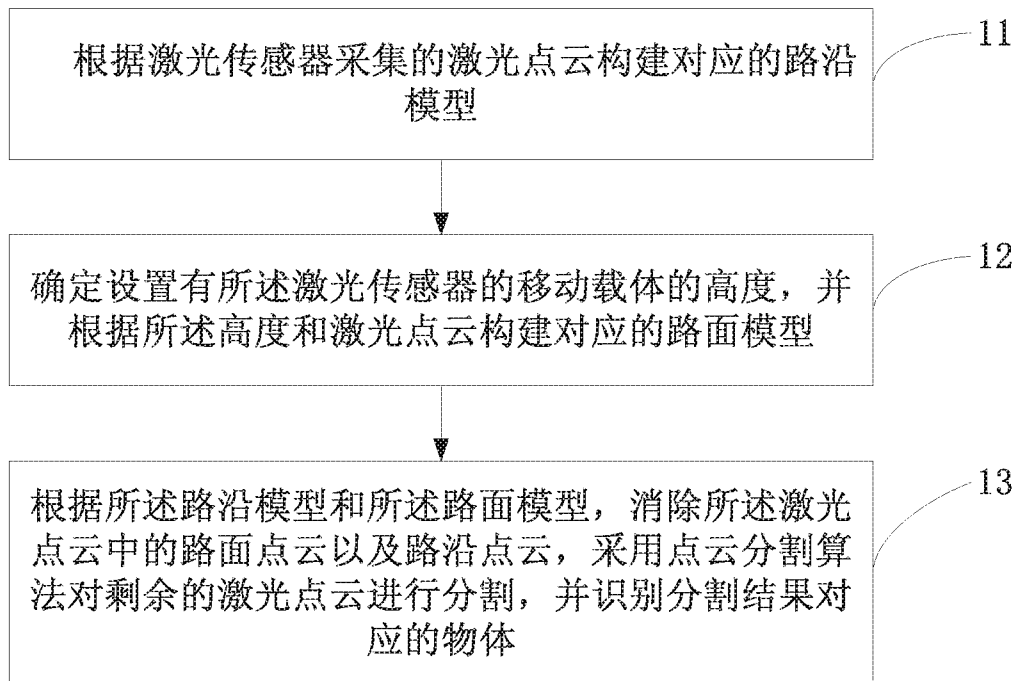


图 1

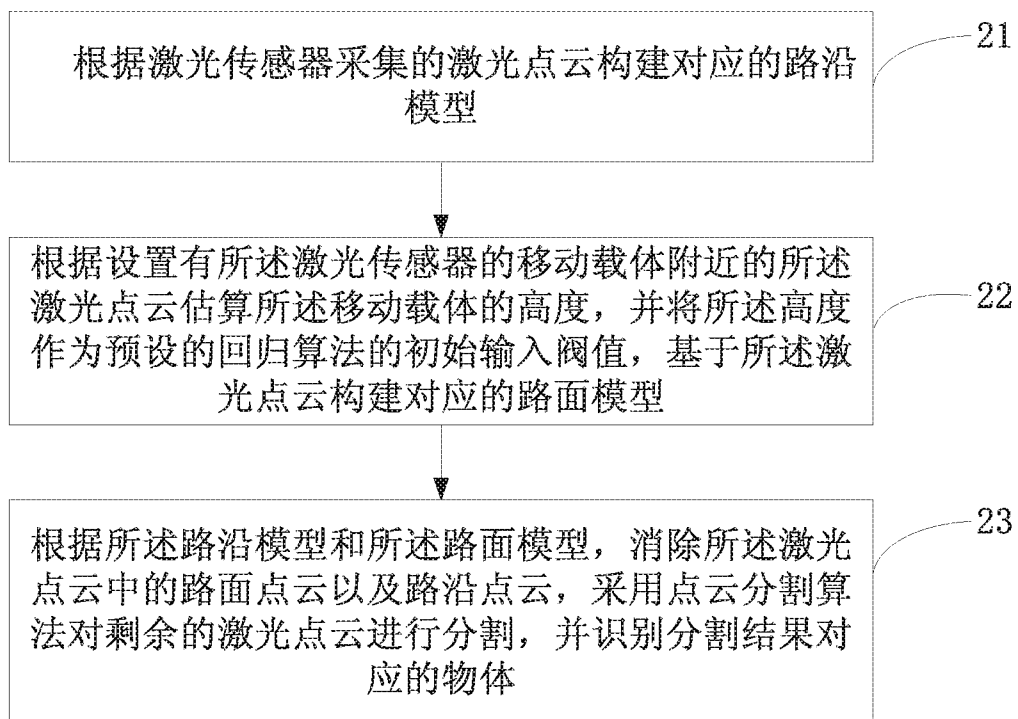


图 2

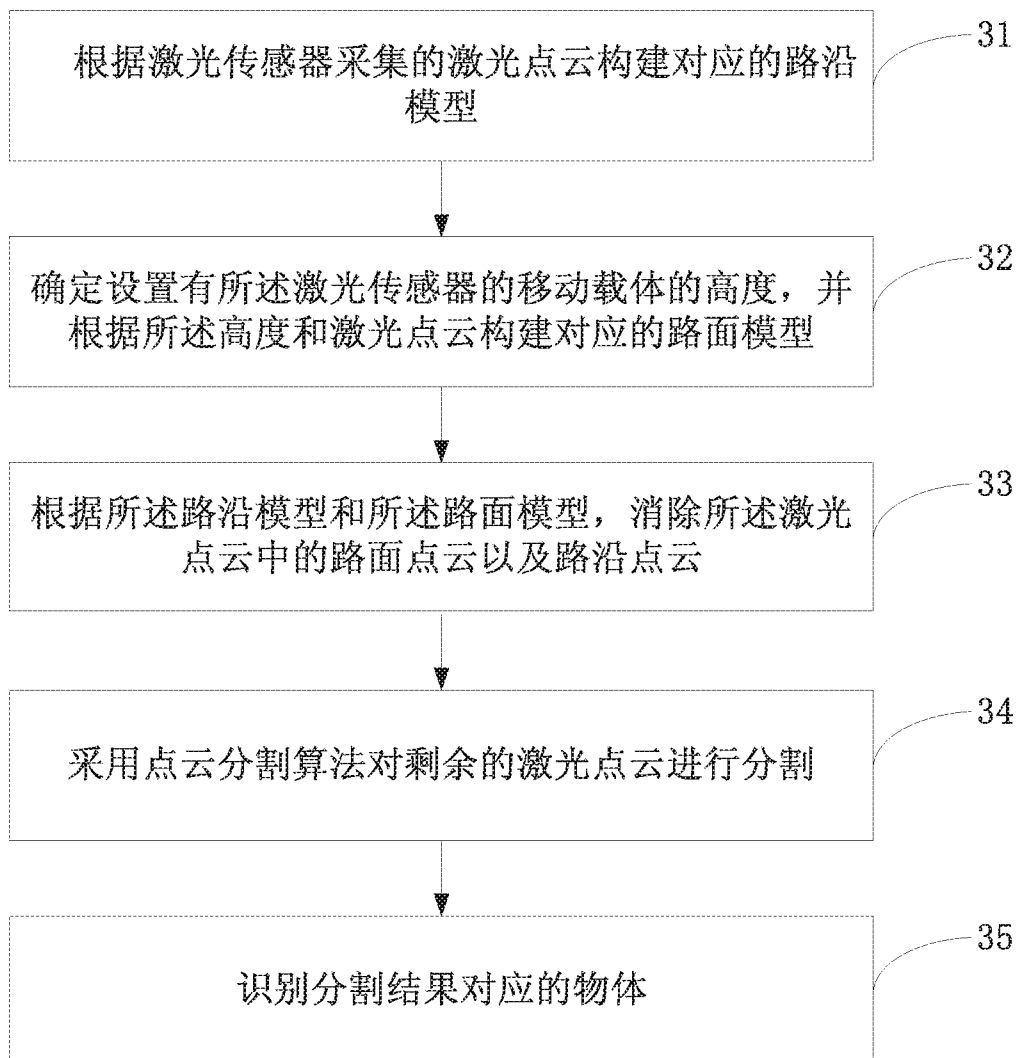


图 3

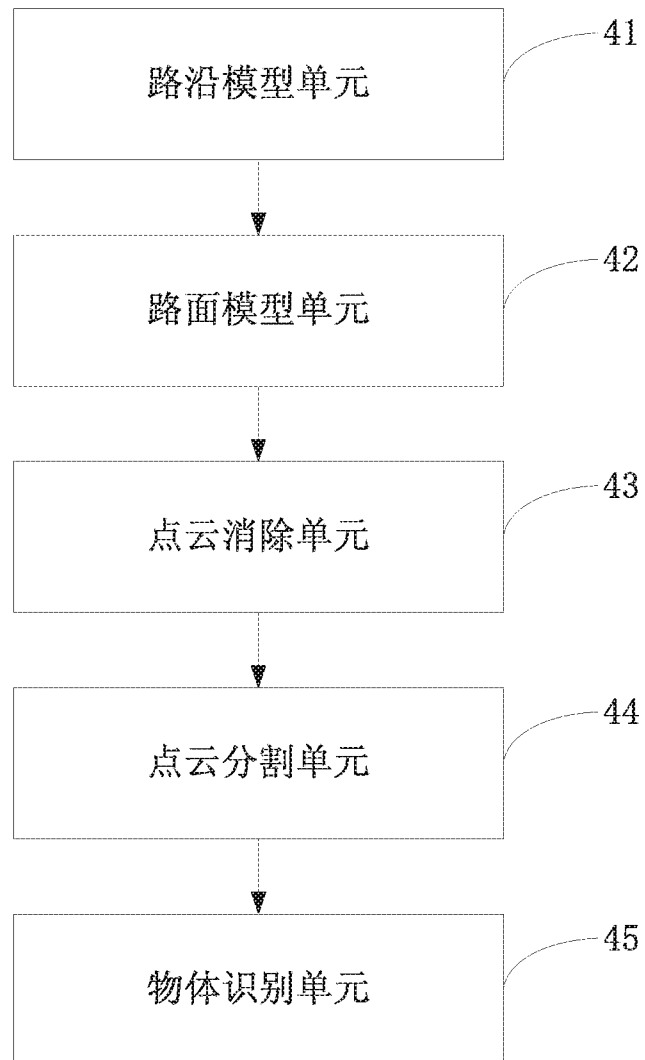


图 4

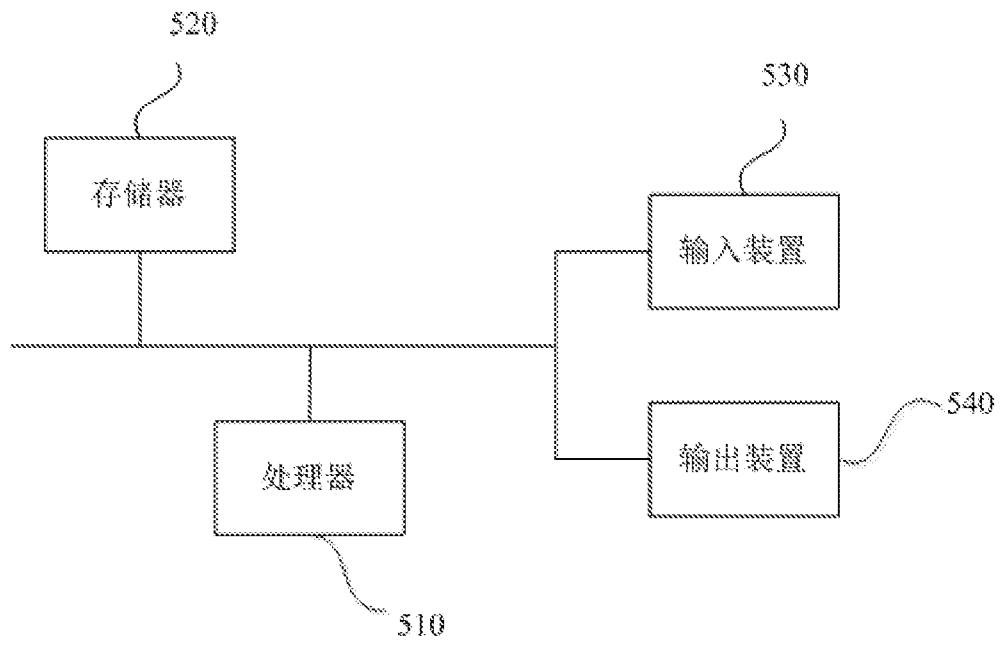


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/096621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 17/00 (2006.01) i; G06K 9/00 (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, G06K, G06F

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)

Databases: DWPI, CNABS, TWABS, CPRS, CNKI

Key Words: laser point cloud, road, route, street, map, GPS, navigation, model, height, algorithm

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103778429 A (QINGDAO SUPERSURS MOBILE SURVEYING CO., LTD.), 07 May 2014 (07.05.2014), the whole document	1-18
A	CN 103390169 A (WUHAN UNIVERSITY), 13 November 2013 (13.11.2013), the whole document	1-18
A	CN 102138163 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.), 27 July 2011 (27.07.2011), the whole document	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search
20 April 2016 (20.04.2016)

Date of mailing of the international search report
27 April 2016 (27.04.2016)

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

LIU, Yuan

Telephone No.: (86-10) **62412079**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/096621

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103778429 A	07 May 2014	None	
CN 103390169 A	13 November 2013	None	
CN 102138163 A	27 July 2011	JP 4832596 B2	07 December 2011
		JP 5058364 B2	24 October 2012
		JP 5319741 B2	16 October 2013
		JP 2013225336 A	31 October 2013
		JP 2011233165 A	17 November 2011
		JP 2012018170 A	26 January 2012
		JP 5808369 B2	10 November 2015
		CN 102138163 B	30 April 2014
		US 2011310091 A2	22 December 2011
		US 8665263 B2	04 March 2014
		US 2011164037 A1	07 July 2011
		WO 2010024212 A1	04 March 2010
		EP 2320382 A1	11 May 2011
		KR 20120132704 A	07 December 2012
		KR 20110033859 A	31 October 2011
		KR 1319471 B1	17 October 2013
		KR 1269981 B1	31 May 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/096621

A. 主题的分类

G06T 17/00(2006.01)i; G06K 9/00(2006.01)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)

G06T, G06K, G06F

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))

数据库: DWPI, CNABS, TWABS, CPRS, CNKI; 关键词: 激光点云, 道路, 路线, 街道, 地图, 导航, 模型, 高, 算法; laser point cloud, road, route, street, map, GPS, navigation, model, height, algorithm

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103778429 A (青岛秀山移动测量有限公司) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 全文	1-18
A	CN 103390169 A (武汉大学) 2013年 11月 13日 (2013 - 11 - 13) 全文	1-18
A	CN 102138163 A (三菱电机株式会社) 2011年 7月 27日 (2011 - 07 - 27) 全文	1-18

☐ 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

2016年 4月 20日

国际检索报告邮寄日期

2016年 4月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

授权官员

刘渊

电话号码 (86-10)62412079

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/096621

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	103778429	A	2014年 5月 7日	无			
CN	103390169	A	2013年 11月 13日	无			
CN	102138163	A	2011年 7月 27日	JP	4832596	B2	2011年 12月 7日
				JP	5058364	B2	2012年 10月 24日
				JP	5319741	B2	2013年 10月 16日
				JP	2013225336	A	2013年 10月 31日
				JP	2011233165	A	2011年 11月 17日
				JP	2012018170	A	2012年 1月 26日
				JP	5808369	B2	2015年 11月 10日
				CN	102138163	B	2014年 4月 30日
				US	2011310091	A2	2011年 12月 22日
				US	8665263	B2	2014年 3月 4日
				US	2011164037	A1	2011年 7月 7日
				WO	2010024212	A1	2010年 3月 4日
				EP	2320382	A1	2011年 5月 11日
				KR	20120132704	A	2012年 12月 7日
				KR	20110033859	A	2011年 10月 31日
				KR	1319471	B1	2013年 10月 17日
				KR	1269981	B1	2013年 5月 31日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)