



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105184852 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201510472372. 9

(22) 申请日 2015. 08. 04

(71) 申请人 百度在线网络技术(北京)有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地十街 10 号
百度大厦三层

(72) 发明人 姜雨 晏阳

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 孟金喆 林波

(51) Int. Cl.

G06T 17/00(2006. 01)

G06K 9/00(2006. 01)

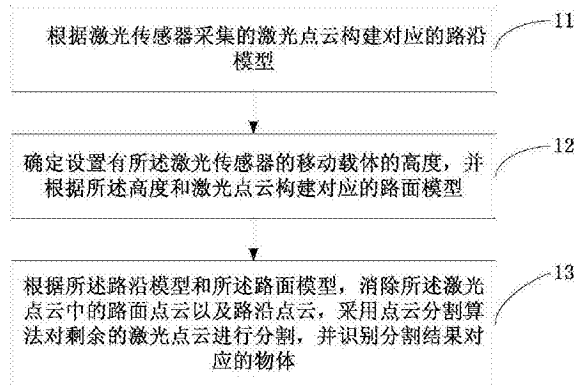
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置

(57) 摘要

本发明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。



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。

一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置

技术领域

[0001] 本发明实施例属于智能交通技术领域,涉及一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置。

背景技术

[0002] 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。

[0003] 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。

[0004] 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

[0005] 本发明实施例的目的是提出一种基于激光点云的城市道路识别方法及装置,以提高道路识别的效率和准确度。

[0006] 一方面,本发明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:

[0007] 根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型;

[0008] 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;

[0009] 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。

[0010] 另一方面,本发明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:

[0011] 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;

[0012] 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;

[0013] 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;

[0014] 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;

[0015] 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。

[0016] 本发明实施例提供的基于激光点云的城市道路识别方法及装置,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

[0017] 图 1 为本发明实施例一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；

[0018] 图 2 为本发明实施例二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；

[0019] 图 3 为本发明实施例三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；

[0020] 图 4 为本发明实施例四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。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明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发明，而非对本发明的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0022] 实施例一

[0023] 图 1 为本发明实施例一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。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：

[0024] S11、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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条(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。

[0028] 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。

[0029] 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条曲线拟合，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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 实施例二

[0034] 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 为本发明实施例二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:

[0035] S21、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 实施例三

[0047] 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为本发明实施例三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:

[0048] S31、根据激光传感器采集的激光点云构建对应的路沿模型。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] S34、采用点云分割算法对剩余的激光点云进行分割。

[0053] 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:

[0054] A、对剩余的激光点云作聚类以得到对应的激光点云簇。

[0055] 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。

[0056] B、建立所述激光点云簇对应的超体素。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] S35、识别分割结果对应的物体。

[0063] 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。

[0064] 本发明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。

[0065] 实施例四

[0066] 图4为本发明实施例四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:

[0067] 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;

[0068] 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;

[0069] 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;

[0070] 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;

[0071] 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。

[0072] 可选的,所述路面模型单元42包括:

[0073] 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;

[0074] 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。

[0075] 可选的,所述高度估算子单元具体用于:

[0076] 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;

[0077] 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

传感器的高度。

[0078] 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:

[0079] 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;

[0080] 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。

[0081] 可选的,所述路沿模型单元 41 包括:

[0082] 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;

[0083] 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。

[0084] 可选的,点云分割单元 44 包括:

[0085] 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;

[0086] 超体素子单元,用于建立所述激光点云簇对应的超体素;

[0087] 子点云簇子单元,用于分割所述超体素获得子激光点云簇;

[0088] 合并处理子单元,用于对所述子激光点云簇作合并处理。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 上述产品可执行本发明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,可参见本发明任意实施例所提供的基于激光点云的城市道路识别方法。

[0092] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

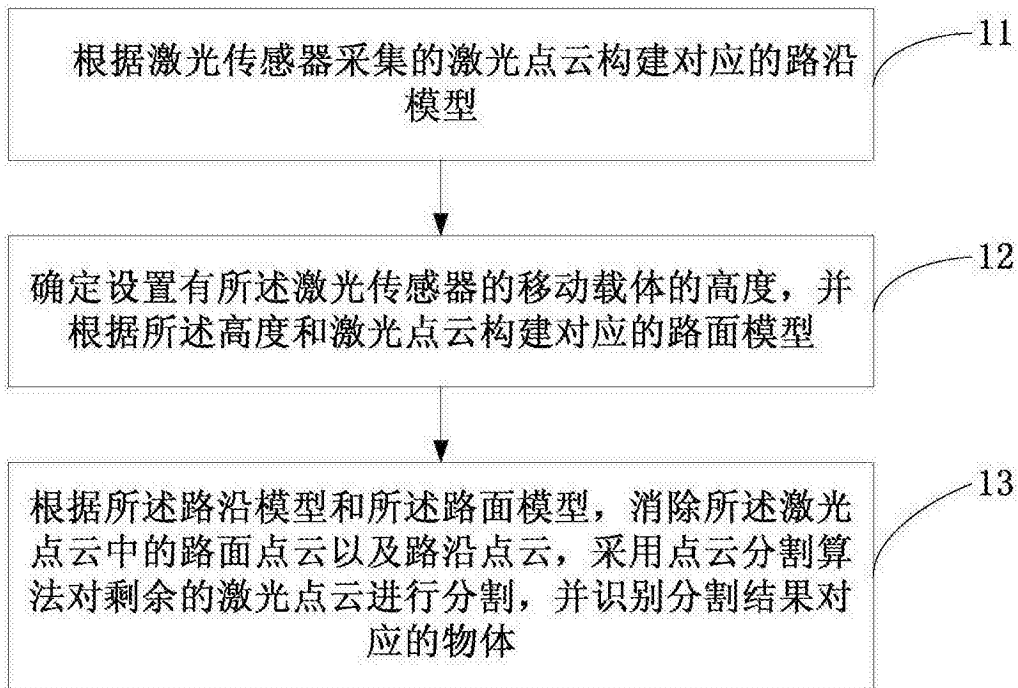


图 1

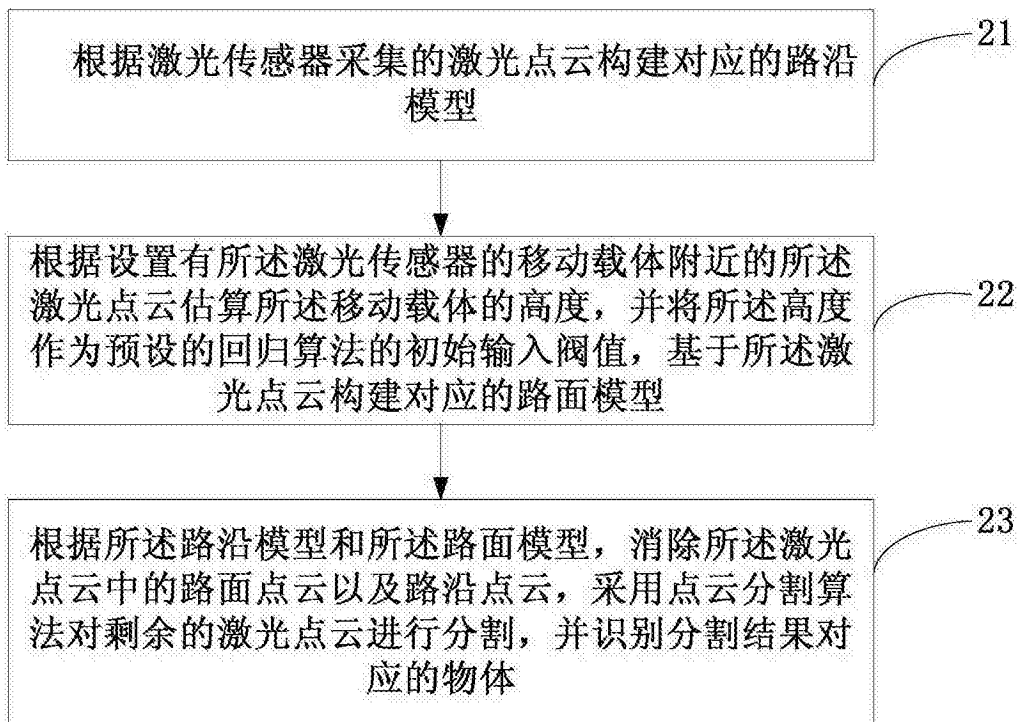


图 2

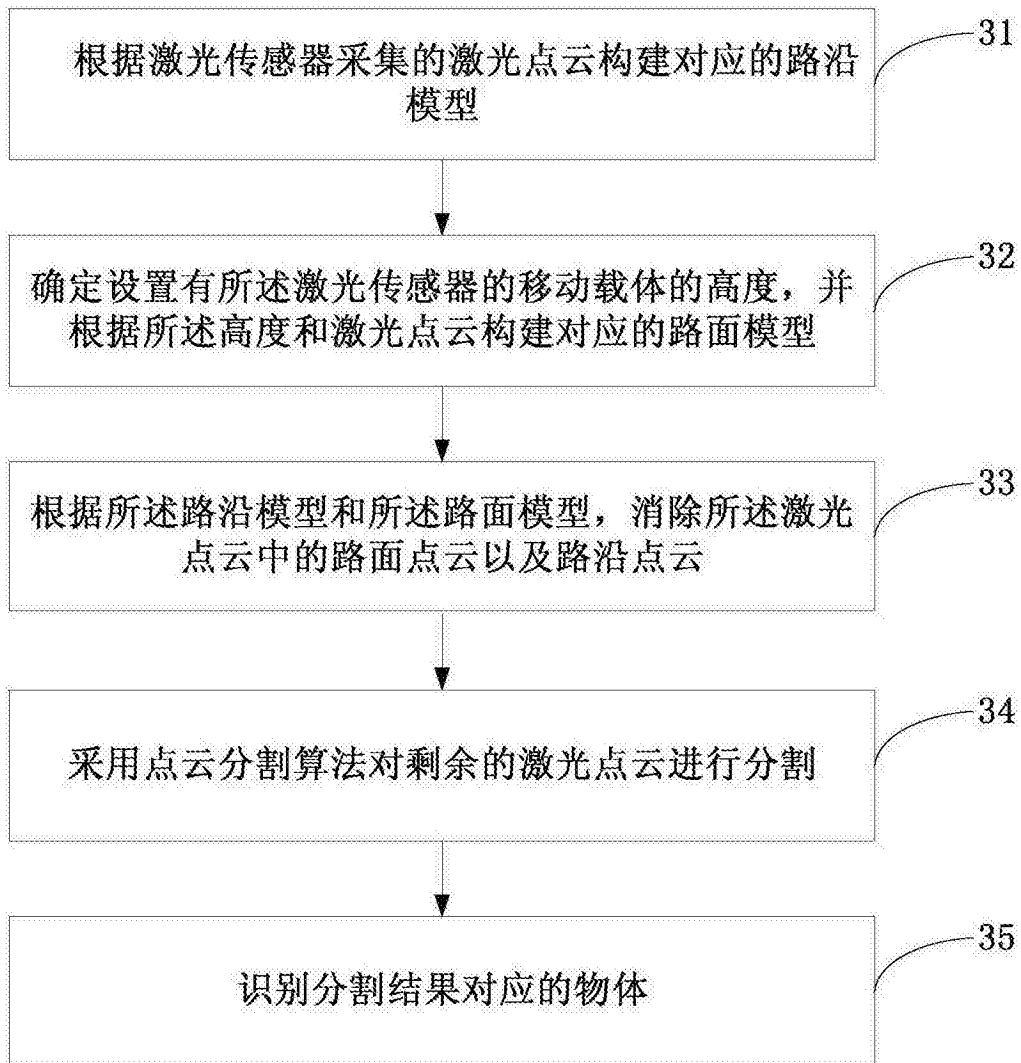


图 3

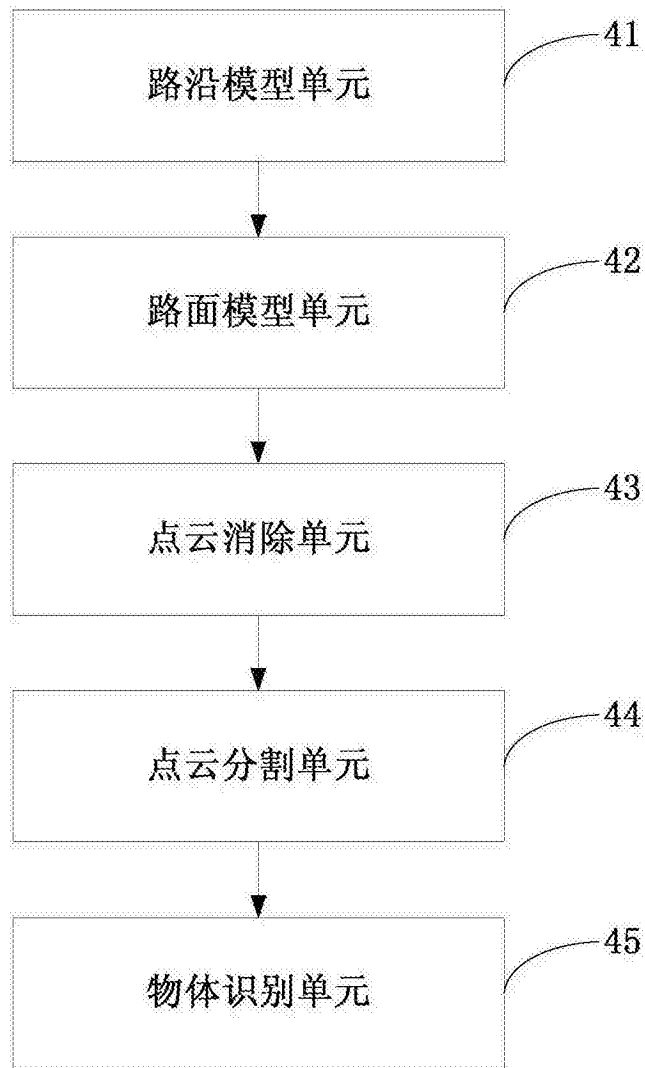


图 4