



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112883820 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 19

(21) 申请号 202110107066.0

G06V 10/762 (2022.01)

(22) 申请日 2021.01.26

G06V 20/64 (2022.01)

G06T 5/70 (2024.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112883820 A

(56) 对比文件

CN 110780305 A, 2020.02.11

CN 110879401 A, 2020.03.13

CN 111652926 A, 2020.09.11

WO 2018205119 A1, 2018.11.15

(43) 申请公布日 2021.06.01

(73) 专利权人 上海应用技术大学

地址 200235 上海市徐汇区漕宝路120-121号

王张飞;刘春阳;隋新;杨芳;马喜强;陈立海.基于深度投影的三维点云目标分割和碰撞检测.光学精密工程.2020,(第07期),全文.

(72) 发明人 刘云翔 任金鹏 原鑫鑫

审查员 闫飞燕

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

专利代理师 胡晶

(51) Int. Cl.

G06V 20/56 (2022.01)

G06V 10/774 (2022.01)

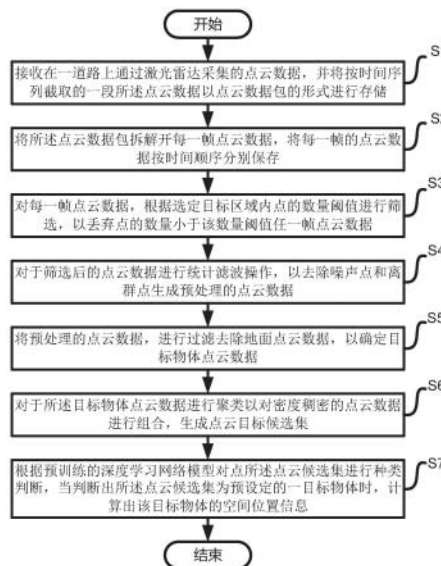
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法
及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法及系统,包括:接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据;将点云数据包拆解每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;对于点云数据进行统计滤波操作;将预处理的点云数据进行过滤以确定目标物体点云数据;对于目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;根据预训练的深度学习网络模型对点云候选集进行种类判断,并计算出该目标物体的空间位置信息。本发明能够避免了将三维点云数据映射到二维平面后数据精度的丢失的问题。



1. 一种基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1:接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;

步骤S2:将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;

步骤S3:对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

步骤S4:对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

步骤S5:将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

步骤S6:对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

步骤S7:根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息;

所述点云数据包包括每秒多帧的三维点云空间数据,每个点的特征包括X、Y、Z轴的空间坐标和反射强度;

所述步骤S5包括如下步骤:

步骤S501:对于将预处理的点云数据,沿道路方向分割成N段区域;

步骤S502:对每段区域的点云数据,先选取该区域最低高度点作为先验条件,拟合出一个平面;

步骤S503:计算每段区域中每个点到该平面的距离,将每个点的距离值与设定的阈值判断该点是否属于该平面,进而生成一平面点集;

步骤S504:重复执行步骤S503生成一拟合平面,所述拟合平面为包含地面点云数据的平面;

步骤S505:将每段区域的地面点云数据去除,并拼合N段区域的点云数据,生成去除地面点云数据的目标物体点云数据。

2. 根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,所述步骤S4包括如下步骤:

步骤S401:计算每个点到其最近的K个点平均距离,得到每个点与邻近K个点的平均距离结果;

步骤S402:根据所述平均距离结果和 3σ 准则确定相邻点之间的标准距离范围;

步骤S403:将每个点与邻近K个点的平均距离值与所述标准距离范围进行对比,以去除将标准范围外的点。

3. 根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,所述步骤S6包括如下步骤:

步骤S601:在所述目标物体点云数据中随机选取一个未被访问过的点P,寻找该点P半径R范围内的点,确定该范围内点数并判断所述点数是否大于预设定的点数阈值;

步骤S602:当范围内点数大于所述点数阈值时,将该点P作为中心点,并建立聚类C,将

该点P标记为已访问;对于范围内点数小于设定的点数阈值的点,将该点P标记为噪音点,并标记为已访问;

步骤S603:遍历在R范围内的所有点,均标记为C类别,将R内所有的点均作为核心点,去腐蚀周边的点,将腐蚀到的则标记为C类别,直到找不到点时停止;

步骤S604:重复执行步骤S601至步骤S603以使所有点均被访问过,最终并生成点云目标候选集。

4.根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,在步骤S7中,所述深度学习网络模型采用改进的pointnet网络训练生成,能够用于目标物体局部特征提取。

5.根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,所述目标物体的空间位置信息包括目标物体的长度、宽度、高度以及中心点。

6.根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,在步骤S4中对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作时采用RANSAC算法。

7.根据权利要求1所述的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,其特征在于,在步骤S6中对于所述目标物体点云数据进行聚类时采用DBSCAN算法。

8.一种基于激光雷达点云的道路目标3D检测系统,其特征在于,包括如下模块:

数据接收模块,用于接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;

数据分解模块,用于将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;

数据筛选模块,用于对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

数据滤波模块,用于对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

数据过滤模块,用于将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

数据聚类模块,用于对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

数据识别模块,用于根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设定的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息;

所述点云数据包包括每秒多帧的三维点云空间数据,每个点的特征包括X、Y、Z轴的空间坐标和反射强度;所述数据滤波模块包括:对于将预处理的点云数据,沿道路方向分割成N段区域;对每段区域的点云数据,先选取该区域最低高度点作为先验条件,拟合出一个平面;计算每段区域中每个点到该平面的距离,将每个点的距离值与设定的阈值判断该点是否属于该平面,进而生成一平面点集;生成一拟合平面,所述拟合平面为包含地面点云数据的平面;将每段区域的地面点云数据去除,并拼合N段区域的点云数据,生成去除地面点云数据的目标物体点云数据。

基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉领域,具体地,涉及一种基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法及系统。

背景技术

[0002] 无人驾驶平台汽车技术发展至今,基本形成了多传感器信息融合、高精度地图与定位、环境感知、决策与路径规划、车辆底层控制的模式,其中,环境感知是无人驾驶平台安全行驶的基础和前提,无人驾驶平台汽车的行驶策略制定、路径规划、车辆底层控制都直接依赖高鲁棒性且准确的感知。

[0003] 在三维领域研究早期,计算能力有限,人们通常将三维数据转化为二维图像后再进行处理。对于三维数据,可以对点云映射得到二维图像,然后利用图像处理中相关知识来对目标进行检测;虽然这种二维图像的方法也可以很好的检测到目标信息,但却因为映射到二维的过程中丢失了深度以及坐标信息,使得检测到的目标信息不准确。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法及系统,解决了目前将三维点云进行二维投影后使用二维图像处理的方案无法满足复杂道路场景的目标检测需求,在环境感知系统中提高目标检测精度、降低误检率。

[0005] 根据本发明提供的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,包括如下步骤:

[0006] 步骤S1:接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;

[0007] 步骤S2:将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;

[0008] 步骤S3:对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

[0009] 步骤S4:对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

[0010] 步骤S5:将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

[0011] 步骤S6:对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

[0012] 步骤S7:根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息。

[0013] 优选地,所述点云数据包包括每秒多帧的三维点云空间数据,每个点的特征包括X、Y、Z轴的空间坐标和反射强度。

[0014] 优选地,所述步骤S4包括如下步骤:

- [0015] 步骤S401:计算每个点到其最近的K个点平均距离,得到每个点与邻近K个点的平均距离结果;
- [0016] 步骤S402:根据所述平均距离结果和 3σ 准则确定相邻点之间的标准距离范围;
- [0017] 步骤S403:将每个点与邻近K个点的平均距离值与所述标准距离范围进行对比,以去除将标准范围外的点。
- [0018] 优选地,所述步骤S5包括如下步骤:
- [0019] 步骤S501:对于将预处理的点云数据,沿道路方向分割成N段区域;
- [0020] 步骤S502:对每段区域的点云数据,先选取该区域最低高度点作为先验条件,拟合出一个平面;
- [0021] 步骤S503:计算每段区域中每个点到该平面的距离,将每个点的距离值与设定的阈值判断该点是否属于该平面,进而生成一平面点集;
- [0022] 步骤S504:重复执行步骤S503生成一拟合平面,所述拟合平面为包含地面点云数据的平面;
- [0023] 步骤S505:将每段区域的地面点云数据去除,并拼合N段区域的点云数据,生成去除地面点云数据的目标物体点云数据。
- [0024] 优选地,所述步骤S6包括如下步骤:
- [0025] 步骤S601:在所述目标物体点云数据中随机选取一个未被访问过的点P,寻找该点P半径R范围内的点,确定该范围内点数并判断所述点数是否大于预设定的点数阈值;
- [0026] 步骤S602:当范围内点数大于所述点数阈值时,将该点P作为中心点,并建立聚类C,将该点P标记为已访问;对于范围内点数小于设定的点数阈值的点,将该点P标记为噪音点,并标记为已访问;
- [0027] 步骤S603:遍历在R范围内的所有点,均标记为C类别,将R内所有的点均作为核心点,去腐蚀周边的点,将腐蚀到的则标记为C类别,直到找不到点时停止;
- [0028] 步骤S604:重复执行步骤S601至步骤S603以使所有点均被访问过,最终并生成点云目标候选集。
- [0029] 优选地,在步骤S7中,所述深度学习网络模型采用改进的pointnet网络训练生成,能够用于目标物体局部特征提取。
- [0030] 优选地,所述目标物体的空间位置信息包括目标物体的长度、宽度、高度以及中心点。
- [0031] 优选地,在步骤S4中对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作时采用RANSAC算法。
- [0032] 优选地,在步骤S6中对于所述目标物体点云数据进行聚类时采用DBSCAN算法。
- [0033] 根据本发明提供的基于激光雷达点云的道路目标3D检测系统,包括如下模块:
- [0034] 数据接收模块,用于接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;
- [0035] 数据分解模块,用于将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;
- [0036] 数据筛选模块,用于对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

[0037] 数据滤波模块,用于对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

[0038] 数据过滤模块,用于将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

[0039] 数据聚类模块,用于对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

[0040] 数据识别模块,用于根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息。

[0041] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0042] 本发明通过直接对原始点云数据进行处理确定目标物体的空间位置信息,避免了将三维点云数据映射到二维平面后数据精度的丢失的问题,解决了传统图像目标检测在道路目标检测上缺少坐标位置信息等问题。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术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发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0044] 图1为本发明实施例中基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法的步骤流程图;

[0045] 图2为本发明实施例中基于激光雷达点云的道路目标3D检测系统的模块示意图。

具体实施方式

[0046] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0047] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例,例如能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0048] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0049] 本发明提供的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,旨在解决现有技术中存在的问题。

[0050] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术问题进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。下面将结合附图,对本发明的实施例进行描述。

[0051] 图1为本发明实施例中基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法的步骤流程图,如图1所示,本发明提供的基于激光雷达点云的道路目标3D检测方法,包括如下步骤:

[0052] 步骤S1:接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;

[0053] 在本发明实施例中,所述点云数据包包括每秒20帧的三维点云空间数据,每个点的特征包括X、Y、Z轴的空间坐标和反射强度(reflected intensity)。所述目标物体的空间位置信息包括目标物体的长度、宽度、高度以及中心点。

[0054] 步骤S2:将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;

[0055] 步骤S3:对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

[0056] 步骤S4:对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

[0057] 在本发明实施例中,在步骤S4中对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作时采用RANSAC算法。所述离群点常因采集设备遮挡等问题造成。

[0058] 在本发明实施例中,所述步骤S4包括如下步骤:

[0059] 步骤S401:计算每个点到其最近的K个点平均距离,得到每个点与邻近K个点的平均距离结果;

[0060] 步骤S402:根据所述平均距离结果和 3σ 准则确定相邻点之间的标准距离范围;

[0061] 步骤S403:将每个点与邻近K个点的平均距离值与所述标准距离范围进行对比,以去除将标准范围外的点。

[0062] 在本发明实施例中,对于无效点云的定义为该处点云密度小于阈值,即认为点云无效,去除该处的点云数据。

[0063] 步骤S5:将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

[0064] 在本发明实施例中,所述步骤S5包括如下步骤:

[0065] 步骤S501:对于将预处理的点云数据,沿道路方向分割成N段区域,N为大于2的自然数;

[0066] 步骤S502:对每段区域的点云数据,先选取该区域最低高度点作为先验条件,拟合出一个平面;

[0067] 步骤S503:计算每段区域中每个点到该平面的距离,将每个点的距离值与设定的阈值判断该点是否属于该平面,进而生成一平面点集;

[0068] 步骤S504:重复执行步骤S503生成一拟合平面,所述拟合平面为包含地面点云数据的平面;

[0069] 步骤S505:将每段区域的地面点云数据去除,并拼合N段区域的点云数据,生成去除地面点云数据的目标物体点云数据。

[0070] 步骤S6:对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

[0071] 在本发明实施例中,在步骤S6中对于所述目标物体点云数据进行聚类时采用基于密度的DBSCAN算法。

[0072] 在本发明实施例中,所述步骤S6包括如下步骤:

[0073] 步骤S601:在所述目标物体点云数据中随机选取一个未被访问过的点P,寻找该点P半径R范围内的点,确定该范围内点数并判断所述点数是否大于预设定的点数阈值;

[0074] 步骤S602:当范围内点数大于所述点数阈值时,将该点P作为中心点,并建立聚类C,将该点P标记为已访问;对于范围内点数小于设定的点数阈值的点,将该点P标记为噪音点,并标记为已访问;

[0075] 步骤S603:遍历在R范围内的所有点,均标记为C类别,将R内所有的点均作为核心点,去腐蚀周边的点,将腐蚀到的则标记为C类别,直到找不到点时停止;

[0076] 步骤S604:重复执行步骤S601至步骤S603以使所有点均被访问过,最终并生成点云目标候选集。

[0077] 步骤S7:根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设定的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息。

[0078] 在本发明实施例中,在步骤S7中,所述深度学习网络模型采用改进的pointnet网络训练生成,用于对点云候选集进行种类判断,改进的pointnet网络能够用于目标物体局部特征提取。

[0079] 图2为本发明实施例中基于激光雷达点云的道路目标3D检测系统的模块示意图,如图2所示,本发明提供的基于激光雷达点云的道路目标3D检测系统,包括如下模块:

[0080] 数据接收模块,用于接收在一道路上通过激光雷达采集的点云数据,并将按时间序列截取的一段所述点云数据以点云数据包的形式进行存储;

[0081] 数据分解模块,用于将所述点云数据包拆解开每一帧点云数据,将每一帧的点云数据按时间顺序分别保存;

[0082] 数据筛选模块,用于对每一帧点云数据,根据选定目标区域内点的数量阈值进行筛选,以丢弃点的数量小于该数量阈值任一帧点云数据;

[0083] 数据滤波模块,用于对于筛选后的点云数据进行统计滤波操作,以去除噪声点和离群点生成预处理的点云数据;

[0084] 数据过滤模块,用于将预处理的点云数据,进行过滤去除地面点云数据,以确定目标物体点云数据;

[0085] 数据聚类模块,用于对于所述目标物体点云数据进行聚类以对密度稠密的点云数据进行组合,生成点云目标候选集;

[0086] 数据识别模块,用于根据预训练的深度学习网络模型对点所述点云候选集进行种类判断,当判断出所述点云候选集为预设定的一目标物体时,计算出该目标物体的空间位置信息。

[0087] 本发明实施例中,通过直接对原始点云数据进行处理确定目标物体的空间位置信息,避免了将三维点云数据映射到二维平面后数据精度的丢失的问题,解决了传统图像目标检测在道路目标检测上缺少坐标位置信息等问题。

[0088] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

[0089] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

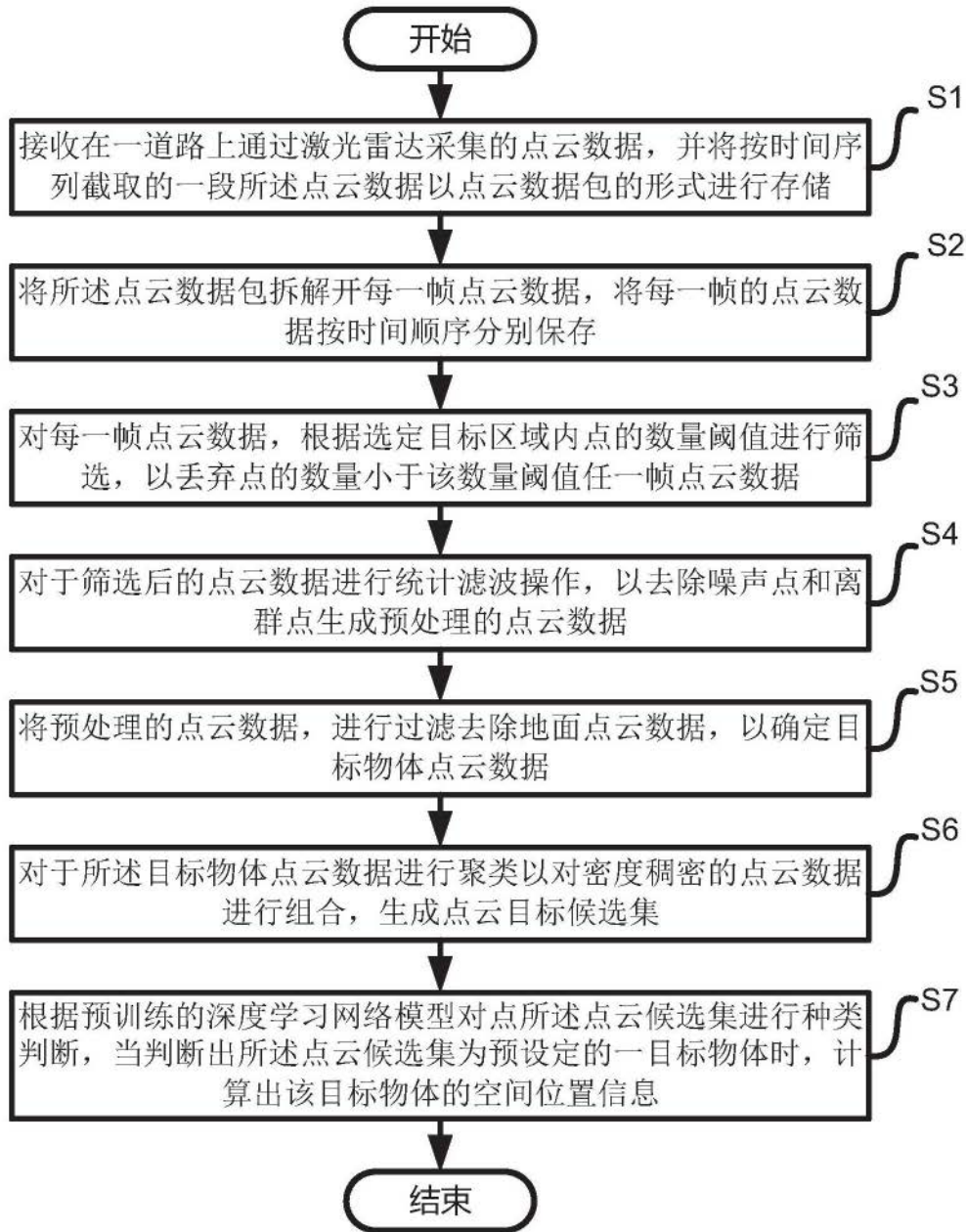


图1

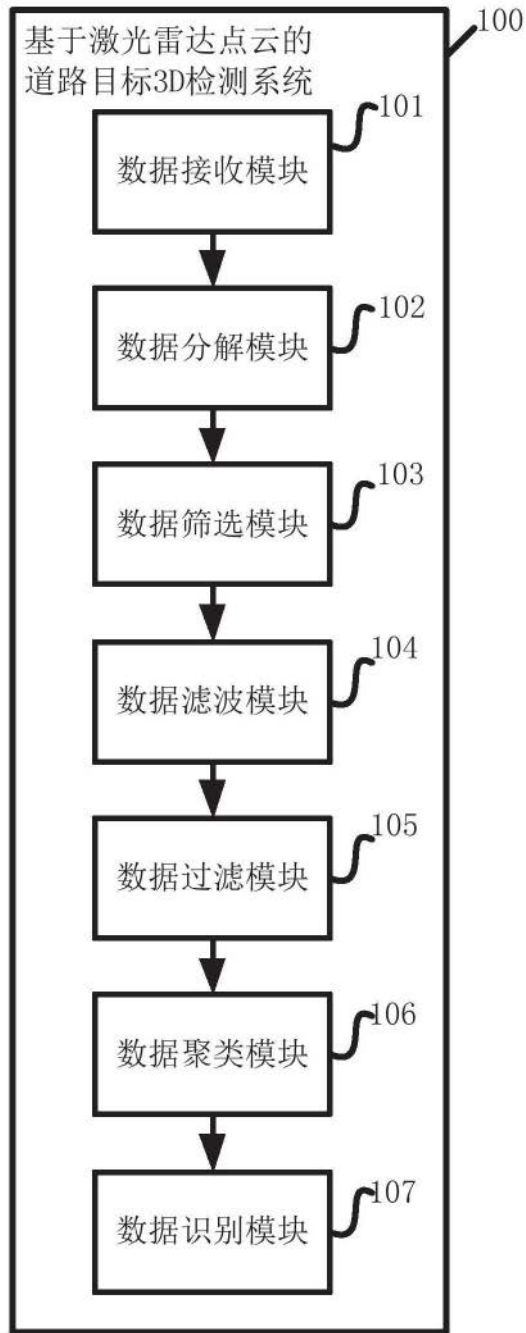


图2