



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112147602 B

(45) 授权公告日 2024.01.16

(21) 申请号 201910559112.3

G06V 10/762 (2022.01)

(22) 申请日 2019.06.26

G06F 16/29 (2019.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112147602 A

(56) 对比文件

CN 104636763 A, 2015.05.20

CN 108519605 A, 2018.09.11

(43) 申请公布日 2020.12.29

CN 108931786 A, 2018.12.04

(73) 专利权人 陕西汽车集团股份有限公司

CN 109752701 A, 2019.05.14

地址 710201 陕西省西安市经济技术开发区泾渭工业园

WO 2018205119 A1, 2018.11.15

段建民;任璐;王昶人;刘丹.基于四线激光雷达的道路信息提取与目标检测.激光杂志.2017,(第06期),全文.

(72) 发明人 任甜 丁伟东 李利茹 韩跳跳

席喜峰 寇毅祥

邹斌;谭亮;侯献军.基于激光雷达的道路可行区域检测.武汉理工大学学报(交通科学与工程版).2017,(第02期),全文.

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234

专利代理师 张立晶 吴翔晖

孔栋;孙亮;王建强;王晓原.基于3D激光雷达点云的道路边界识别算法.广西大学学报(自然科学版).2017,(第03期),全文.

(51) Int. Cl.

G01S 13/06 (2006.01)

G01S 17/06 (2006.01)

G01S 19/42 (2010.01)

G06V 20/58 (2022.01)

审查员 陈雨露

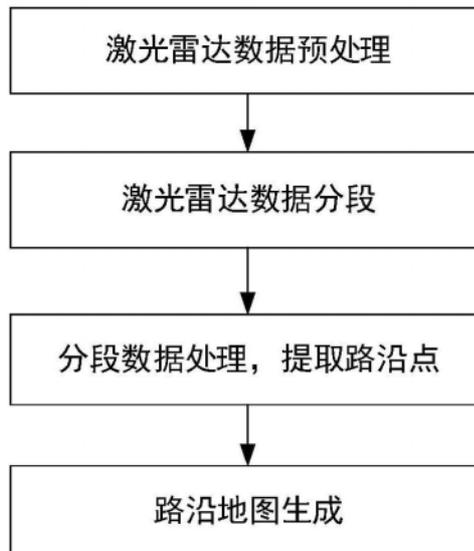
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于激光点云的路沿识别方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于激光点云的路沿识别方法及系统。所述方法包括：通过对激光雷达数据分通道处理，根据不同通道连续点的空间距离将数据分段，根据不同分段上点云数据的高度斜率将数据再次分段，根据路沿物理特性将包含道路路沿的分段提取出来，提取道路路沿点。本发明提取到的路沿点用于高精度地图的建立，为高精度地图提供准确的道路边界。



1. 一种基于激光点云的路沿识别方法,用于确定道路边界,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、对原始激光雷达数据进行解析,并进行点云数据与GPS数据的一一对应,选取雷达垂直角度小于 $0^{\circ}$ 的雷达通道数据作为分析数据;

步骤二、对于步骤一中选取的数据,根据不同通道到达地面的最远距离,计算连续点云数据间的平均距离,确定各通道激光雷达数据分段门限值,将激光雷达各通道数据分为不同的连续段数据;

步骤三、对各通道分段数据进行平滑滤波,计算各通道各分段数据在z轴上的斜率值,根据斜率的正负性对分段数据进行再次分段;其中,雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正;根据这三种情况提取各通道数据的路沿候选段;根据提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点,再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点;

步骤四、对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

2. 一种基于激光点云的路沿识别系统,用于确定道路边界,其特征在于,包括:

激光雷达数据预处理模块,用于对原始激光雷达数据进行解析,并进行点云数据与GPS数据的一一对应,选取雷达垂直角度小于 $0^{\circ}$ 的雷达通道数据作为分析数据;

激光雷达数据分段模块,用于对所述选取的数据,根据不同通道到达地面的最远距离,计算连续点云数据间的平均距离,确定各通道激光雷达数据分段门限值,将激光雷达各通道数据分为不同的连续段数据;

分段数据处理模块,用于对各通道分段数据进行平滑滤波,计算各通道各分段数据在z轴上的斜率值,根据斜率的正负性对分段数据进行再次分段;其中,雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正;分段数据处理模块还用于根据这三种情况提取各通道数据的路沿候选段,并根据提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点,再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点;

拟合模块,用于对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

## 一种基于激光点云的路沿识别方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种建立高精度地图的方法及系统,具体涉及一种基于激光点云的路沿识别方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着无人驾驶技术的不断发展,道路高精度地图逐渐成为自动驾驶不可或缺的一部分,其中准确识别出路沿是识别出可行驶区域重要的一步。

[0003] 目前,无人驾驶技术传感器包括:激光雷达、毫米波雷达、摄像头等。现有传感器中激光雷达受环境干扰性小,可以快速对其周围环境进行扫描和点云的构建。有必要针对目前的激光雷达扫描点云数据,提出一种能准确识别路沿的方法,从而提供精确的安全行驶区域。

### 发明内容

[0004] 为了建立适用于自动驾驶的高精度地图,本发明提出一种基于激光点云的路沿识别方法及系统,用于确定道路边界。

[0005] 本发明提供一种基于激光点云的路沿识别方法,用于确定道路边界,其特征在于,包括以下步骤:

[0006] 步骤一、对原始激光雷达数据进行解析,并进行点云数据与GPS数据的一一对应,选取雷达垂直角度小于 $0^{\circ}$ 的雷达通道数据作为分析数据;

[0007] 步骤二、对于步骤一中选取的数据,根据不同通道到达地面的最远距离,计算连续点云数据间的平均距离,确定各通道激光雷达数据分段门限值,将激光雷达各通道数据分为不同的连续段数据;

[0008] 步骤三、对各通道分段数据进行平滑滤波,计算各通道各分段数据在z轴上的斜率值,根据斜率的正负性对分段数据进行再次分段;其中,雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正;根据这三种情况提取各通道数据的路沿候选段;根据提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点,再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点;

[0009] 步骤四、对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

[0010] 本发明还提供一种基于激光点云的路沿识别系统,用于确定道路边界,其特征在于,包括:

[0011] 激光雷达数据预处理模块,用于对原始激光雷达数据进行解析,并进行点云数据与GPS数据的一一对应,选取雷达垂直角度小于 $0^{\circ}$ 的雷达通道数据作为分析数据;

[0012] 激光雷达数据分段模块,用于对所述选取的数据,根据不同通道到达地面的最远距离,计算连续点云数据间的平均距离,确定各通道激光雷达数据分段门限值,将激光雷达

各通道数据分为不同的连续段数据；

[0013] 分段数据处理模块,用于对各通道分段数据进行平滑滤波,计算各通道各分段数据在z轴上的斜率值,根据斜率的正负性对分段数据进行再次分段;其中,雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正;分段数据处理模块还用于根据这三种情况提取各通道数据的路沿候选段,并根据提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点,再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点;

[0014] 拟合模块,用于对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

### 附图说明

[0015] 图1为本发明的方法的总体流程图;

[0016] 图2为雷达一帧数据俯视图;

[0017] 图3为雷达一帧数据路沿识别俯视图;

[0018] 图4为路沿地图。

### 具体实施方式

[0019] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合一台车载16线激光雷达的一帧数据对本发明进行详细描述,本实例中激光雷达装在小型巴士车头左前方的中间位置,距地高度为1.13m。该16线激光雷达采集频率为10Hz,角分辨率为 $0.18^\circ$ ,包括采集时间、x、y、z、折射率、车速等二进制信息。

[0020] 步骤一:激光雷达数据预处理:

[0021] (1) 对数据进行解析,并将雷达点云数据坐标与GPS坐标进行一一匹配;

[0022] (2) 数据感兴趣范围选取:选取雷达垂直角度小于 $0^\circ$ 的雷达通道数据作为分析数据;

[0023] (3) 车身数据剔除:由于本实例中雷达装载的位置,会导致大约有 $90^\circ$ 范围的点云数据会扫描在车身上,需对车身数据进行剔除;

[0024] (4) 数据排序:由于对车身数据进行了剔除,为使数据连续对数据进行重新排序,需使数据起始点和终止点刚好为剔除数据的两端。

[0025] 图2所示为雷达一帧数据俯视图,为车辆行驶过程中在一个丁字路口所扫描到的点云数据,坐标(0,0)为雷达中心位置,y轴正方向是车辆行驶方向,为主道路,x轴负方向为副道路。

[0026] 步骤二:激光雷达数据分段:分开读取不同通道的数据,识别数据断点,将数据分为不同的段。对于步骤一中选取的数据,本技术方案中不使用全部数据同时寻找路沿的方法,而是各通道单独处理一帧数据。

[0027] (1) 识别断点:找到每一条通道的最远距离,根据勾股定理与圆周长公式,则可计算出点距 $p\_pdis$ 。

[0028] (2) 本实施例中认为可调参数为10,以 $10*p\_pdis$ 作为分段点门限值,对数据进行

分段。其中可调参数为自定义值,可根据需求自行决定。

[0029] 步骤三:分段数据处理:通过对分段后数据的物理特征进行比较,筛选出可能包含路沿的分段数据。

[0030] (1) 计算分段数据的物理特征,即各分段数据在z轴上的斜率值,为正这说明为升高,为负这说明降低。根据各分段计算出的斜率的正负性,再次对数据分段。

[0031] (2) 雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:

[0032] ①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路内时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;

[0033] ②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;

[0034] ③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正。

[0035] (3) 对满足(2)中三种情况的分段进行高度差与数据z轴变化的判断,确定该分段是否包含路沿点,提取各通道数据的路沿候选段。

[0036] (4) 根据(3)提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点。再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点数据。

[0037] 图3的雷达一帧数据路沿识别俯视图与图2同位置,其中点数据是雷达扫描的一帧点云数据,空心圆表示识别的路沿点。

[0038] 步骤四:对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

[0039] 在另一实施方式中,本发明还提供一种基于激光点云的路沿识别系统,用于确定道路边界,包括:

[0040] 激光雷达数据预处理模块,用于对原始激光雷达数据进行解析,并进行点云数据与GPS数据的一一对应,选取雷达垂直角度小于 $0^\circ$ 的雷达通道数据作为分析数据;

[0041] 激光雷达数据分段模块,用于对所述选取的数据,根据不同通道数据点的点距,确定各通道激光雷达数据分段门限值,将激光雷达各通道数据分为不同的连续段数据;

[0042] 分段数据处理模块,用于对各通道分段数据进行平滑滤波,计算各通道各分段数据在z轴上的斜率值,根据斜率的正负性对分段数据进行再次分段;其中,雷达数据扫描到路沿可分为以下三种情况:①雷达扫描点从道路进入到道路路沿后从道路路沿回到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率先为正后为负;②雷达扫描点从道路外进入到道路时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为负;③雷达扫描点从道路进入到道路外时,扫描在路沿上的数据在z轴上斜率为正;分段数据处理模块还用于根据这三种情况提取各通道数据的路沿候选段,并根据提取的各通道数据的路沿候选段,提取可能的路沿点,再通过LDA思想与高度聚类的方法,剔除异常路沿点;

[0043] 拟合模块,用于对提取到的路沿点在GPS坐标系下进行拟合,建立路沿地图。

[0044] 图4路沿地图中,左边图为本实施例采集地点的卫星截图。

[0045] 图4路沿地图中,中间和右边图为车辆在园区内行驶两圈所采集到的雷达垂直夹角小于 $0^\circ$ 的所有点云数据,通过步骤一到步骤三的方法识别到的所有路沿点。

[0046] 图4中,左边和中间图中的路口编号1至5相互对应。

[0047] 图4中,中间图编号6处路沿缺失部分是因为此处停有车辆,将路沿遮挡,激光雷达无法扫描到路沿。对于该情况,可利用不同时段对数据进行采集,对无法扫描到的点进行补充。

[0048] 图4中,右边图为本实例对路沿点数据的拟合结果。本实施例采取封闭园区的思路,对每个路口进行封闭连接,但本发明应用不局限于封闭园区路沿地图的建立。本实例未对缺失数据进行二次扫描,而是对未扫描到的路段进行直线连接,在实际应用中根据道路情况选择是否对缺失数据进行多次补充。对于路沿分段拟合的结果,可以看出识别错误的路沿点对路沿拟合几乎无影响。

[0049] 最后应当说明的是:以上实施实例仅阐述了本案的一种技术方案,虽然本文通过附图等对本方案进行了详细说明,但所属领域的普通技术人员应当理解:通过对本案的一些具体实施方式进行修改或对其部分技术特征进行等同替换,而不脱离本技术方案的设计思路,由此产生的类似方案依然属于本案请求保护范围当中。

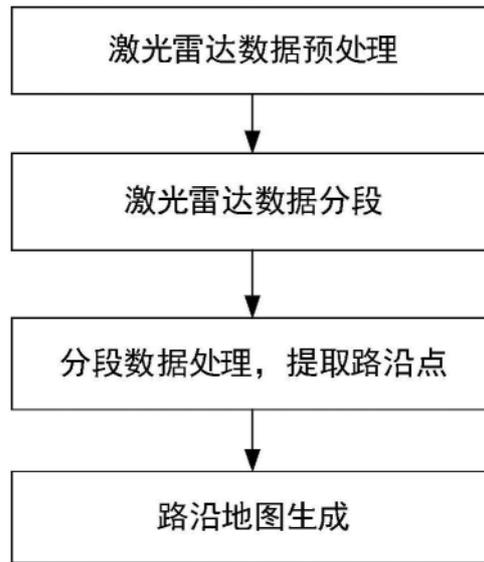


图1

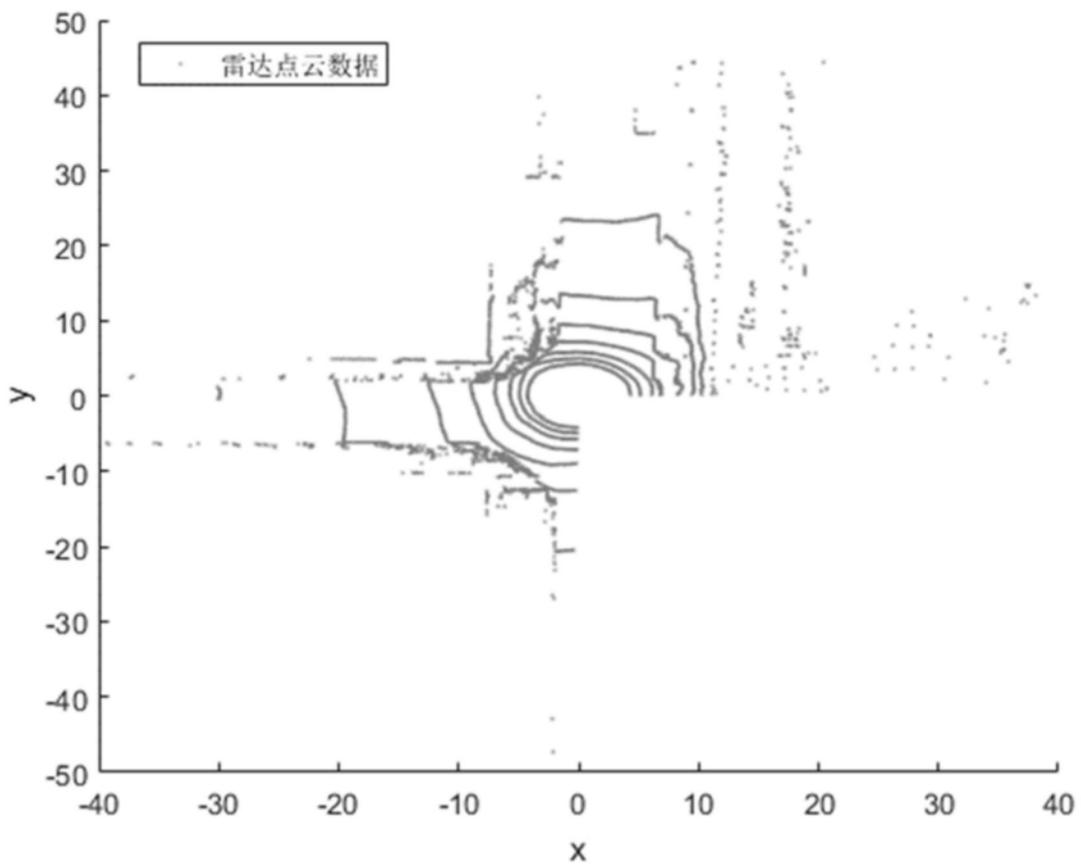


图2

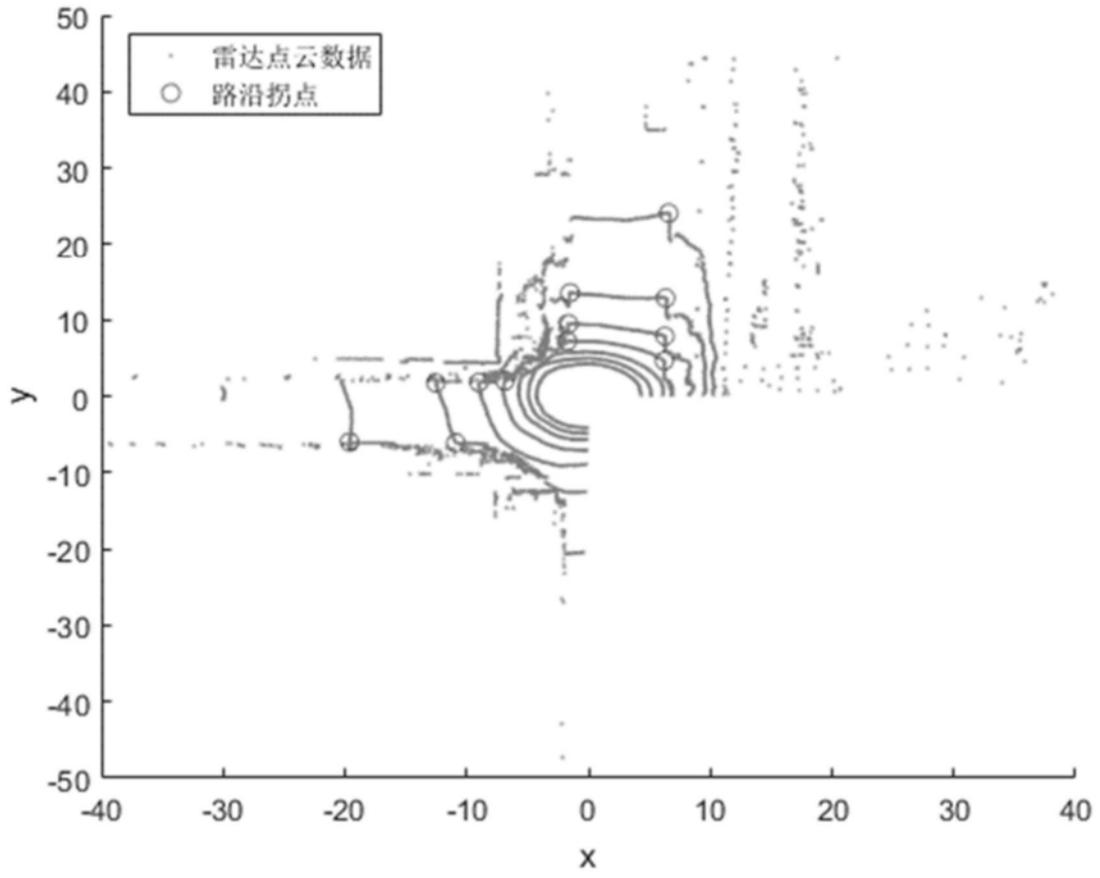


图3

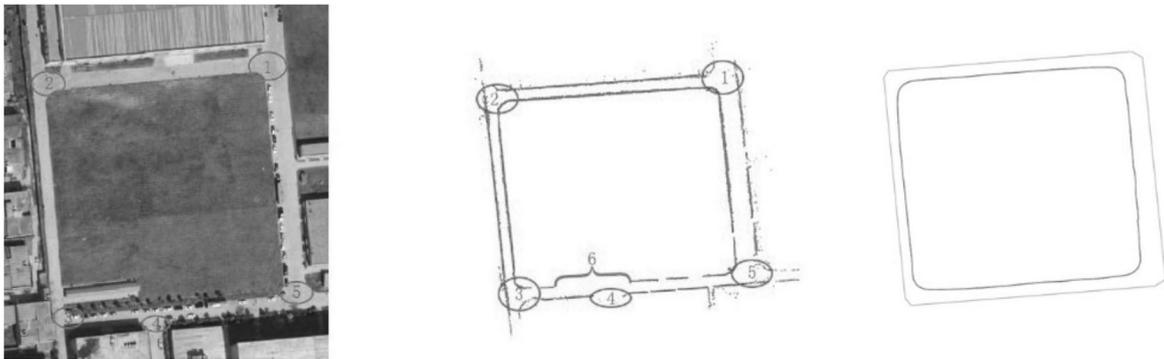


图4