

(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
2018年11月15日 (15.11.2018)

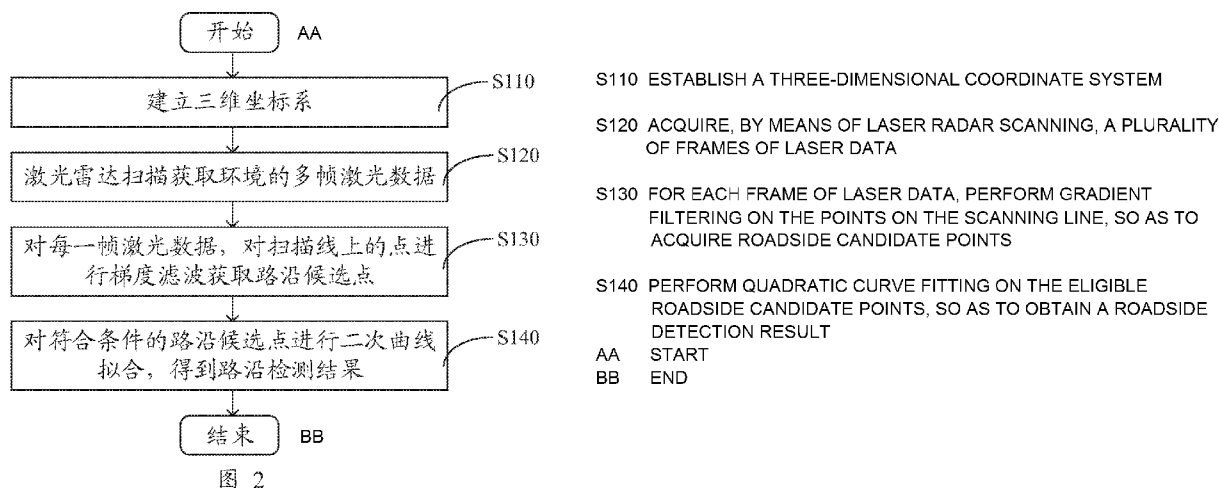


(10) 国际公布号
WO 2018/205119 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01S 17/89 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/083537
- (22) 国际申请日: 2017年5月9日 (09.05.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市速腾聚创科技有限公司 (SUTENG INNOVATION TECHNOLOGY CO.,LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区桃源街道留仙大道1213号众冠红花岭工业南区1区速腾科技楼, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 邱纯鑫(QIU, Chunxin); 中国广东省深圳市南山区桃源街道留仙大道1213号众冠红花岭工业南区1区速腾科技楼, Guangdong 518055 (CN)。 刘乐天(LIU, Letian); 中国广东省深圳市南山区桃源街道留仙大道1213号众冠红花岭工业南区1区速腾科技楼, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 广州华进联合专利商标代理有限公司 (ADVANCE CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省广州市天河区花城大道85号3901房, Guangdong 510623 (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, DJ, 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, 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。

(54) Title: ROADSIDE DETECTION METHOD AND SYSTEM BASED ON LASER RADAR SCANNING

(54) 发明名称: 基于激光雷达扫描的路沿检测方法和系统



(57) Abstract: A roadside detection method and system based on laser radar (100) scanning. The method is used for acquiring, in a roadway environment, a roadside of a roadway, and comprises: establishing a three-dimensional coordinate system using a road surface as an X-Y plane, the projection point of the laser radar (100) at the X-Y plane as the origin, and an upward direction perpendicular to the road surface as a Z-axis direction (step S110); acquiring, by means of laser radar (100) scanning, a plurality of frames of laser data of the environment for forming point cloud data, the point cloud data comprising a plurality of scanning points comprising three-dimensional coordinate information (step S120); for each frame of laser data, performing gradient filtering on the scanning points on the scanning line, so as to acquire roadside candidate points (step S130); and performing quadratic curve fitting on the eligible roadside candidate points, so as to obtain a roadside detection result (step S140).

(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))。

(57) 摘要: 一种基于激光雷达 (100) 扫描的路沿检测方法和系统, 方法用于在道路环境中获取道路的路沿, 包括: 以路面为 X-Y 平面、激光雷达 (100) 在 X-Y 平面的投影点为原点以及垂直于路面向上的方向为 Z 轴方向, 建立三维坐标系 (步骤 S110); 通过激光雷达 (100) 扫描获取环境的多帧激光数据 (步骤 S120), 用于形成点云数据; 点云数据包括多个包含三维坐标信息的扫描点; 对每一帧激光数据, 对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点 (步骤 S130); 对符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合, 得到路沿检测结果 (步骤 S140)。

基于激光雷达扫描的路沿检测方法和系统

技术领域

本发明涉及路面环境检测技术领域，特别是涉及一种基于激光雷达扫描的路沿检测方法和系统。

5 背景技术

近年来，自动驾驶技术由于道路安全与运输效率的需求迅速发展。路沿是城市道路的必要组成元素，路沿检测是无人车环境感知系统的重要部分。传统技术主要采用相机，利用图像的边缘检测法获取路沿，这种方法易受天气和光照影响，使用受到限制。

10

发明内容

基于此，有必要提供一种不受天气和光照影响的路沿检测方法。

一种基于激光雷达扫描的路沿检测方法，用于在道路环境中获取道路的路沿，包括：

15

以路面为 X-Y 平面、激光雷达在 X-Y 平面的投影点为原点以及垂直于路面向上的方向为 Z 轴方向，建立三维坐标系；

通过激光雷达扫描获取环境的多帧激光数据，用于形成点云数据；所述点云数据包括多个包含三维坐标信息的扫描点；

对每一帧激光数据，对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点；

20

对符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合，得到路沿检测结果。

一种路沿检测系统，包括：

激光雷达，用于发射激光信号并接收反射的激光回波信号；

数据处理装置，用于根据激光回波信号执行路沿检测方法；

所述数据处理装置包括中央处理器、存储器和雷达信号处理单元；所述存储器中存储有路沿检测方法的处理指令，所述中央处理器根据雷达信号处理单元提供的根据激光回波信号处理后的原始数据和所述处理指令，执行上述路沿检测方法。

5 上述路沿检测方法和系统，采用激光雷达进行数据采集，并利用得到的点云数据根据梯度滤波获得路沿候选点，进一步根据符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合得到路沿数据。该方法不受天气和光照的影响，适用面更广。

10 附图说明

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，还可以根据这些附图获得其他实施例的附图。

15 图 1 为道路上采用激光雷达扫描的示意图；
图 2 为一实施例的路沿检测方法流程图；
图 3 为一帧激光数据在 X-Y 平面的投影示意图；
图 4 为一实施例的路沿检测系统模块图。

20 具体实施方式

为使本发明的目的、特征和优点能够更为明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

以下实施例提供一种基于激光雷达扫描的路沿检测方法，可以用于在道路环境中检测道路的路沿，为辅助驾驶等应用提供参考数据。下面以自动驾驶为例进行介绍。应用上述方法的自动驾驶车辆上配置激光雷达，如图 1 所示，激光雷达以一定的倾角向地面发射激光并环绕 360 度扫描，激光反射回来的信号被接收和分析，可以得到环境的点云数据。对于多线激光雷达，可

以不同的倾斜角度同时发射多束激光，同时得到多个扫描数据。

如图 2 所示，一实施例的路沿检测方法包括以下步骤 S110~S140。

步骤 S110: 以路面为 X-Y 平面、激光雷达在 X-Y 平面的投影点为原点以及垂直于路面向上的方向为 Z 轴方向，建立三维坐标系。如图 1 所示，与路沿大致平行的方向为 Y 方向，一般为车辆的行驶方向；X 轴指向路沿。

步骤 S120: 激光雷达扫描获取环境的多帧激光数据。所述多帧激光数据用于形成点云数据；所述点云数据包括多个包含三维坐标信息的点。激光束环绕 360 度扫描得到一帧激光数据。以行进中的车辆为例，在道路上扫描得到的点云数据在 X-Y 平面的投影如图 3 所示，图中，密集的点虚线为点云数据在 X-Y 平面的投影，其上的点均为扫描点；稀疏的短划线虚线为扫描线被遮挡缺失的部分；方块为相邻的其他车辆。扫描线上的点可以是来自路面、路沿、或者可能还来自路过的其他车辆的反射。对于多线雷达，多条扫描线以车辆（激光雷达）为中心的同心圆向外扩散，每条扫描线上的点同样都可以是来自路面、路沿、或者可能还来自路过的其他车辆的反射。一帧激光数据可以同时包含多条扫描线上的点。

步骤 S130: 对每一帧激光数据，对扫描线上的点进行梯度滤波获取路沿候选点。通常地，可以认为道路的路面与路沿之间存在高度差。点云数据包含三维坐标信息，所以也包含高度信息。梯度滤波即是以扫描点的高度差作为过滤条件，得到可能是路沿点的扫描点，称为路沿候选点。

在一个实施例中，步骤 S130 可以包括以下步骤 S131~S134:

步骤 S131: 获取与当前点相邻的前一扫扫点的第一高度值、与当前点相邻的后一扫扫点的第二高度值。在进行激光扫描时，激光束要扫过 360 度，并且以一定的频率，例如 30hz 发射激光，每一次发射和接收都能获得一个扫描点。当激光束扫过 360 度之后，就得到扫描线上的多个扫描点。在对每一帧激光数据进行处理时，是对扫描线上的每个扫描点进行处理，确定其是否可以作为路沿候选点。当激光雷达为多线雷达时，是对一帧激光数据中多条扫描线上的扫描点进行处理。

在对每个扫描点进行处理时，当前处理的扫描点即为当前点。由于每个扫描点都具有三维坐标信息，即具有高度信息。

步骤 S132: 计算所述第一高度值和第二高度值之间的高度差值；并将所述高度差值除以 2 作为当前点的梯度。

5 步骤 S133: 根据当前点到坐标系原点的距离设定梯度阈值。当前点距坐标系原点过远时，数据的分辨率较低，可以设置较小的梯度阈值；反之可以设置较大的梯度阈值。梯度阈值的具体值可以根据实验确定。

步骤 S134: 若当前点的梯度大于设定的梯度阈值，则当前点为路沿候选点。

10 可以理解，计算各扫描点梯度还可以采用其他变形方式，例如获取相邻 4 个点的高度差等等。

步骤 S140: 对符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合，得到路沿检测结果。如图 3 所示，由于扫描线也有可能扫描到近距离的其他车辆，所以要挑选符合条件的路沿候选点来获得路沿。在一个实施例中，采用如下条件来判断路沿候选点是否符合要求。当同时满足以下三个条件时，路沿候选点符合
15 要求: (1) 路沿候选点的数量大于设定的数量阈值，该数量阈值可以为 20，即一条扫描线上能形成路沿的路沿候选点的数量必须大于 20; (2) 行进方向上的相距最大的两个点之间的距离大于设定的长度阈值，该长度阈值可以为 4 米，即路沿候选点的最大 Y 轴坐标和最小 Y 轴坐标之间的差值大于 4 米，
20 这样可以在较大程度上排除其他车辆的扫描点; (3) 路沿候选点与车辆的垂直距离的平均值大于上一帧的该平均值。

获取到符合条件的路沿候选点后，认为这些路沿候选点是路沿的点云数据，可以将其用于还原路沿。本步骤使用路沿候选点进行二次曲线拟合，以拟合的二次曲线作为路沿。对于点云数据中的第 i 帧激光数据，获得的二次
25 曲线为:

$$x=p_i(0)+p_i(1)*y+p_i(2)*y^2$$

上述步骤 S120~S140 是对一帧激光数据进行处理的过程，对一帧激光数

据进行处理可以得到一条路沿，该路沿可用于辅助驾驶。可以理解，自动驾驶时，车辆是不断移动的，路沿也会发生变化。因此一般地，需要不断地重复上述步骤 S120~S140 对每一帧最新的激光数据进行处理。每一帧最新激光数据获得的路沿就是最新的路沿数据，保证路沿数据的实时性。

5 上述路沿检测方法，采用激光雷达进行数据采集，并利用得到的点云数据根据梯度滤波获得路沿候选点，进一步根据符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合得到路沿数据。该方法不受天气和光照的影响，适用面更广。

进一步地，上述方法还包括对得到二次曲线进行验证的步骤，保证计算结果的合理性。在一个实施例中，判断拟合得到的二次曲线的二次项系数与上一帧的二次项系数的差值是否处于合理区间。即二次项系数差值 $\Delta p_i(2)$ 10 是否满足： $l_{th} < \Delta p_i(2) < h_{th}$ 。如果二次项系数差值过小，说明存在一定的随机扰动，如果二次项系数差值过大，说明计算结果有误差，因为一般来说道路的曲率不会太大。如果根据一帧激光数据获得的路沿不合理，则不将其作为最新路沿，而将前一帧激光数据获得路沿作为参考。

15 在一个实施例中，还判断两帧拟合参数之间各项系数差的绝对值之和是否小于特定阈值，即：

$$|p_i(0)-p_{i-1}(0)|+|p_i(1)-p_{i-1}(1)|+|p_i(2)-p_{i-1}(2)|<\Delta p_{th}$$

同样的，如果根据一帧激光数据获得的路沿不合理，则不将其作为最新路沿，而将前一帧激光数据获得路沿作为参考。

20

进一步地，在步骤 S130 对每一帧激光数据进行处理之前，还包括：将点云数据中的散乱点去除的步骤。散乱点是指点云数据中比较分散的点，其不足以构成物体的表面点，散乱点的存在会加大数据处理量，并且有可能影响处理结果。因此，在优选的实施例中，可以首先将散乱点去除，提高后续处 25 理的效率和准确度。

在一个实施例中，所述将点云数据中的散乱点去除的步骤包括：

步骤 S151：对扫描线上的所有点进行聚类划分：计算每个扫描点与相邻

的前一扫扫点的空间距离；若所述空间距离小于设定的阈值，则将当前处理的扫描点和前一扫扫点作为同一聚类，否则当前处理的扫描点为不同聚类。该设定的阈值可以为 0.1 米。在处理时，可以为每个扫描点设置聚类标记，属于同一个聚类的扫描点使用相同的聚类标记。属于不同聚类的扫描点使用不同的聚类标记。

步骤 S152: 若聚类中的扫描点数量少于设定的数量阈值，则将聚类中的点作为散乱点去除。根据聚类标记可以统计出属于同一聚类的扫描点的数量。如果一个聚类中的扫描点太少，则可以认为这些点为散乱点，可以去除。上述的数量阈值可以设定为 30 或其他合适的值。即当一个聚类中的扫描点的数量少于 30 时，这个聚类中的扫描点为离散点。

进一步地，在对每一帧激光数据进行处理之前，还包括：将点云数据进行坐标校正的步骤。在一些情况下，激光雷达在安装在车辆上时，会发生安装偏差，导致整个激光雷达会存在倾斜。这样采集出来的数据相对于设定的坐标系实际上也产生了倾斜。因此，在一些实施例中，有必要针对这种情况将点云数据的坐标进行校正。

在一个实施例中，所述将点云数据进行坐标校正的步骤可以包括：

步骤 S161: 将每一帧激光数据进行栅格化处理。栅格化处理即将一帧激光数据划分为多个小的方块区域，每个方块区域中包括若干数量的扫描点。栅格的大小可以是 20cm×20cm 或者其他合适的大小，可以根据处理的精度或运算能力综合考虑。

步骤 S162: 计算每个栅格中的所有数据点的高度最大值与高度最小值之差和高度平均值。

步骤 S163: 若所述高度最大值与高度最小值之差小于设定的高度差阈值，且高度平均值小于设定的高度均值阈值，则将栅格中的数据点作为地面点。

步骤 S164: 对得到的地面点进行随机采样一致性处理，拟合得到地面所在平面以及地面的法向量。

步骤 S165: 将点云数据与地面的法向量相乘得到数据点的新 z 值。数据

点在 X-Y 平面上的坐标一般不会改变，根据地面所在平面的法向量即可对所有的数据点的 Z 轴坐标进行校正，获得数据点准确的三维坐标。

上述处理可以将采集的点云数据的坐标进行校正，进一步保证处理的准确度。

5 基于同一发明构思，还提供一种路沿检测系统，可以用于在道路环境中检测道路的路沿，为辅助驾驶等应用提供参考数据。以自动驾驶为例，该路沿检测系统配置在自动驾驶车辆中。如图 4 所示，该路沿检测系统包括激光
10 雷达 100 和数据处理装置 200。结合图 1，激光雷达 100 一般设于车辆顶部、并以一定的倾角向地面发射激光并环绕 360 度扫描，激光反射回来的信号被
接收，并送到数据处理装置 200 进行分析，可以得到环境的点云数据。对于
多线激光雷达，可以不同的倾斜角度同时发射多束激光，同时得到多个扫描
数据。数据处理装置 200 可以包括中央处理器 210、存储器 220 和雷达信号
15 处理单元 230。其中雷达信号处理单元 230 用于将激光雷达 100 接收的激光回波进行转换处理，得到可供处理的原始数据。存储器 220 可以包括易失性
存储器（例如随机存储器，一般称为内存）和非易失性存储器（例如磁盘、
闪存、固态硬盘等）。非易失性存储器中保存有可以实现上述路沿检测方法的
处理程序，在该路沿检测系统运行时，将该处理程序从非易失性存储器中加
载到易失性存储器中，由中央处理器 210 执行其中的指令。从而实现上述方
法的处理过程。

20 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于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。因此，本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求书

1、一种基于激光雷达扫描的路沿检测方法，用于在道路环境中获取道路的路沿，包括：

以路面为 X-Y 平面、激光雷达在 X-Y 平面的投影点为原点以及垂直于路面向上的方向为 Z 轴方向，建立三维坐标系；

5 通过激光雷达扫描获取环境的多帧激光数据，用于形成点云数据；所述点云数据包括多个包含三维坐标信息的扫描点；

对每一帧激光数据，对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点；

及

对符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合，得到路沿检测结果。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述对扫描线上的点进行梯度滤波获取路沿候选点的步骤包括：

获取与当前点相邻的前一扫扫点的第一高度值、与当前点相邻的后一扫扫点的第二高度值；

15 计算所述第一高度值和第二高度值之间的高度差值；并将所述高度差值除以 2 作为当前点的梯度；

根据当前点到坐标系原点的距离设定梯度阈值；

若当前点的梯度大于设定的梯度阈值，则当前点为路沿候选点。

20 3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述激光雷达为多线雷达，所述对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点的步骤中，是对一帧激光数据中的每条扫描线上的点进行梯度滤波。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其中，选定道路走向为 Y 轴方向，指向路沿的方向为 X 轴方向，获取符合条件的路沿候选点的步骤包括判断是否同时符合以下三个条件：

路沿候选点的数量大于设定的数量阈值；

25 Y 轴方向上的相距最大的两个路沿候选点之间的距离大于设定的长度阈

值;

各路沿候选点与 X 轴的垂直距离的平均值与上一帧的该平均值的差值小于设定的阈值。

5 5、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在对每一帧激光数据进行处理之前，还包括：将点云数据中的散乱点去除的步骤。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述将点云数据中的散乱点去除的步骤包括：

对扫描线上的所有点进行聚类划分：计算每个扫描点与相邻的前一扫描点的空间距离；若所述空间距离小于设定的阈值，则将当前处理的扫描点和前一扫描点作为同一聚类，否则当前处理的扫描点为不同聚类；

10 若聚类中的扫描点数量少于设定的数量阈值，则将聚类中的点作为散乱点去除。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，对扫描点设置聚类标记，划分到相同聚类的扫描点具有相同的聚类标记，划分到不同聚类的扫描点具有不同的聚类标记。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在对每一帧激光数据进行处理之前，还包括：将点云数据进行坐标校正的步骤。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述将点云数据进行坐标校正的步骤包括：

20 将每一帧数据进行栅格化处理；

计算每个栅格中的所有数据点的高度最大值与高度最小值之差和高度平均值；

若所述高度最大值与高度最小值之差小于设定的高度差阈值，且高度平均值小于设定的高度均值阈值，则将栅格中的数据点作为地面点；

25 对得到的地面点进行随机采样一致性处理，拟合得到地面所在平面以及地面的法向量；

将点云数据与地面的法向量相乘得到数据点在 Z 轴方向上的校正值。

10、根据权利要求 1 所述的方法，其中，还包括：判断得到的二次曲线是否符合设定条件，若是，则取设定符合条件的二次曲线得到最新的路沿检测结果，否则沿用上一路沿检测结果；所述设定条件包括：

当前帧的二次项系数与上一帧的二次项系数的差值在设定的范围内；

5 当前帧的各次项系数与上一帧的对应次项系数的差值的绝对值之和小于设定的阈值。

11、一种路沿检测系统，包括：

激光雷达，用于发射激光信号并接收反射的激光回波信号；

数据处理装置，用于根据激光回波信号执行路沿检测方法；

10 所述数据处理装置包括存储器、雷达信号处理单元和中央处理器；所述存储器中存储有处理指令，所述雷达信号处理单元用于根据激光回波信号处理得到原始数据，所述中央处理器用于根据所述原始数据和所述处理指令，执行以下步骤：

15 以路面为 X-Y 平面、激光雷达在 X-Y 平面的投影点为原点以及垂直于路面向上的方向为 Z 轴方向，建立三维坐标系；

通过激光雷达扫描获取环境的多帧激光数据，用于形成点云数据；所述点云数据包括多个包含三维坐标信息的扫描点；

对每一帧激光数据，对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点；
及

对符合条件的路沿候选点进行二次曲线拟合，得到路沿检测结果。

20 12、根据权利要求 11 所述的系统，其中，所述中央处理器执行所述对扫描线上的点进行梯度滤波获取路沿候选点的步骤包括：

获取与当前点相邻的前一扫扫点的第一高度值、与当前点相邻的后一扫扫点的第二高度值；

25 计算所述第一高度值和第二高度值之间的高度差值；并将所述高度差值除以 2 作为当前点的梯度；

根据当前点到坐标系原点的距离设定梯度阈值；

若当前点的梯度大于设定的梯度阈值，则当前点为路沿候选点。

13、根据权利要求 11 所述的系统，其中，所述激光雷达为多线雷达，所述中央处理器在执行所述对扫描线上的扫描点进行梯度滤波获取路沿候选点的步骤包括：对一帧激光数据中的每条扫描线上的点进行梯度滤波。

5 14、根据权利要求 11 所述的系统，其中，选定道路走向为 Y 轴方向，指向路沿的方向为 X 轴方向，所述中央处理器执行获取符合条件的路沿候选点的步骤包括：获取同时符合以下三个条件的路沿候选点：

路沿候选点的数量大于设定的数量阈值；

10 Y 轴方向上的相距最大的两个路沿候选点之间的距离大于设定的长度阈值；

各路沿候选点与 X 轴的垂直距离的平均值与上一帧的该平均值的差值小于设定的阈值。

15 15、根据权利要求 11 所述的系统，其中，所述中央处理器在执行对每一帧激光数据进行处理步骤之前，还执行：将点云数据中的散乱点去除的步骤。

16、根据权利要求 15 所述的系统，其中，所述中央处理器执行所述将点云数据中的散乱点去除的步骤包括：

对扫描线上的所有点进行聚类划分：计算每个扫描点与相邻的前一扫描点的空间距离；若所述空间距离小于设定的阈值，则将当前处理的扫描点和前一扫描点作为同一聚类，否则当前处理的扫描点为不同聚类；

20 若聚类中的扫描点数量少于设定的数量阈值，则将聚类中的点作为散乱点去除。

17、根据权利要求 16 所述的系统，其中，所述中央处理器还执行以下步骤：对扫描点设置聚类标记，划分到相同聚类的扫描点具有相同的聚类标记，划分到不同聚类的扫描点具有不同的聚类标记。

25 18、根据权利要求 11 所述的系统，其中，所述中央处理器在执行对每一帧激光数据进行处理步骤之前，还执行：将点云数据进行坐标校正的步骤。

19、根据权利要求 18 所述的系统，其中，所述中央处理器在执行所述将

点云数据进行坐标校正的步骤包括:

将每一帧数据进行栅格化处理;

计算每个栅格中的所有数据点的高度最大值与高度最小值之差和高度平均值;

- 5 若所述高度最大值与高度最小值之差小于设定的高度差阈值,且高度平均值小于设定的高度均值阈值,则将栅格中的数据点作为地面点;

对得到的地面点进行随机采样一致性处理,拟合得到地面所在平面以及地面的法向量;

将点云数据与地面的法向量相乘得到数据点在Z轴方向上的校正值。

- 10 20、根据权利要求 11 所述的系统,其中,所述中央处理器还执行以下步骤:判断得到的二次曲线是否符合设定条件,若是,则取设定符合条件的二次曲线得到最新的路沿检测结果,否则沿用上一路沿检测结果;所述设定条件包括:

当前帧的二次项系数与上一帧的二次项系数的差值在设定的范围内;

- 15 当前帧的各次项系数与上一帧的对应次项系数的差值的绝对值之和小于设定的阈值。

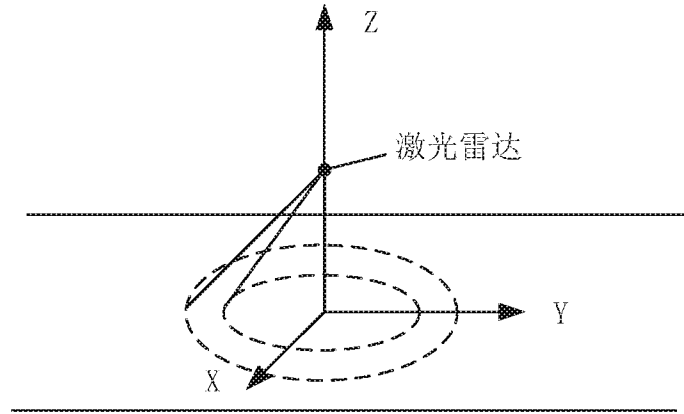


图 1

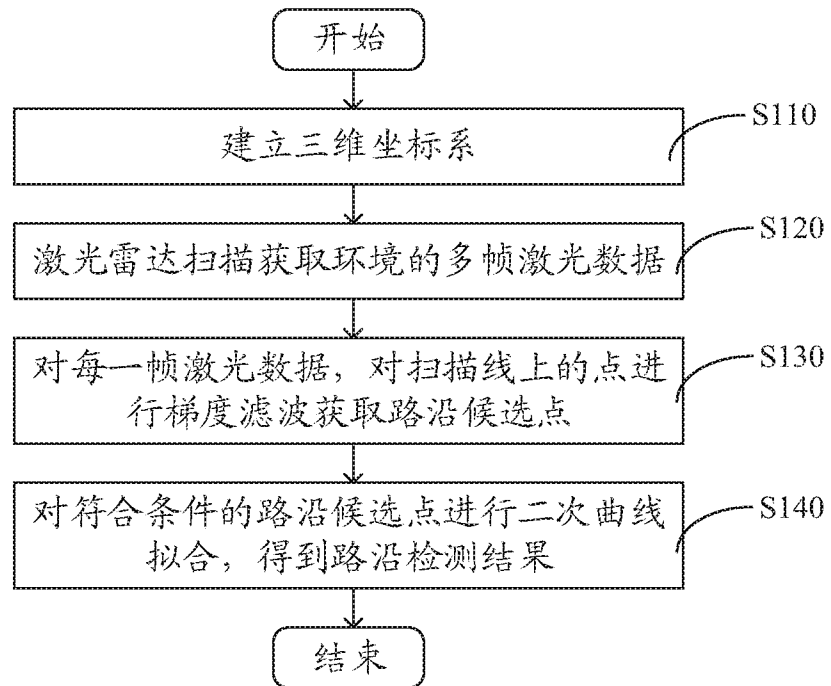


图 2

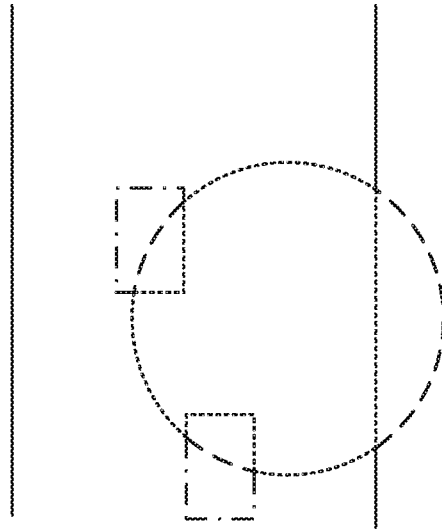


图 3

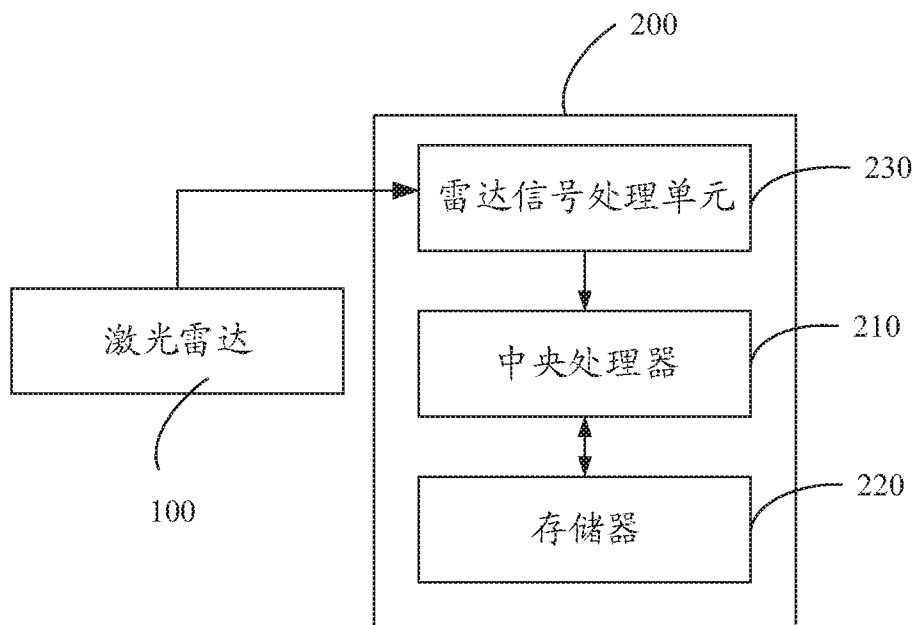


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/083537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/89 (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)
G01S

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)
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 三维, 激光, 雷达, 道, 路, 边, 沿, 界, 障碍, 检测, 识别, 梯度, 点云, 扫描, 3D, three-dimensional, radar, laser, detect, unmanned, vehicle, grads, scan

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	刘健, “基于三维激光雷达的无人驾驶车辆环境建模关键技术研究”, 中国博士学位论文全文数据库信息科技辑, 15 September 2016 (15.09.2016), number 9, ISSN: 1674-022X, text, pages 13, 16, 17, 22-27, 44, 45 and 70, (LIU, Jian, “Research on Key Technologies in Unmanned Vehicle Driving Environment Modelling Based on 3D Lidar”, Electronic Technology & Information Science, China Doctoral Dissertations Full-Text Database)	1-20
E	CN 107272019 A (SHENZHEN SUTENG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.), 20 October 2017 (20.10.2017), entire document	1-20
A	CN 106199558 A (NINGBO OSIGHT ZHIHUI PHOTOELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.), 07 December 2016 (07.12.2016), entire document	1-20
A	CN 105825173 A (FUZHOU HUAYING HEAVY INDUSTRIAL MACHINERY CO., LTD.), 03 August 2016 (03.08.2016), entire document	1-20
A	US 2012176494 A1 (KAMON, Y et al.), 12 July 2012 (12.07.2012), entire document	1-20
A	CN 102147250 A (TIANJIN STARGIS INFORMATION ENGINEERING CO., LTD.), 10 August 2011 (10.08.2011), entire document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>18 January 2018</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>29 January 2018</p>
<p>Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">LIU, Mei</p> <p>Telephone No. (86-10) 61648431</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/083537

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107272019 A	20 October 2017	None	
CN 106199558 A	07 December 2016	None	
CN 105825173 A	03 August 2016	None	
US 2012176494 A1	12 July 2012	WO 2011024116 A2	03 March 2011
		IL 200637 D0	01 August 2011
CN 102147250 A	10 August 2011	CN 101975952 A	16 February 2011
		CN 102147250 B	27 June 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/083537

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01S 17/89(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>G01S</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>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI; 三维, 激光, 雷达, 道, 路, 边, 沿, 界, 障碍, 检测, 识别, 梯度, 点云, 扫描, 3D, three-dimensional, radar, laser, detect, unmanned, vehicle, grads, scan</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>X</td> <td>刘健. “基于三维激光雷达的无人驾驶车辆环境建模关键技术研究” 《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 第9期, 2016年 9月 15日 (2016 - 09 - 15), ISSN: 1674-022X, 正文第13, 16, 17, 22-27, 44, 45, 70页</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 107272019 A (深圳市速腾聚创科技有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106199558 A (宁波傲视智绘光电科技有限公司) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105825173 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012176494 A1 (KAMON, YISHAY等) 2012年 7月 12日 (2012 - 07 - 12) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102147250 A (天津市星际空间地理信息工程有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 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	X	刘健. “基于三维激光雷达的无人驾驶车辆环境建模关键技术研究” 《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 第9期, 2016年 9月 15日 (2016 - 09 - 15), ISSN: 1674-022X, 正文第13, 16, 17, 22-27, 44, 45, 70页	1-20	E	CN 107272019 A (深圳市速腾聚创科技有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-20	A	CN 106199558 A (宁波傲视智绘光电科技有限公司) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-20	A	CN 105825173 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文	1-20	A	US 2012176494 A1 (KAMON, YISHAY等) 2012年 7月 12日 (2012 - 07 - 12) 全文	1-20	A	CN 102147250 A (天津市星际空间地理信息工程有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 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																					
X	刘健. “基于三维激光雷达的无人驾驶车辆环境建模关键技术研究” 《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》, 第9期, 2016年 9月 15日 (2016 - 09 - 15), ISSN: 1674-022X, 正文第13, 16, 17, 22-27, 44, 45, 70页	1-20																					
E	CN 107272019 A (深圳市速腾聚创科技有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 全文	1-20																					
A	CN 106199558 A (宁波傲视智绘光电科技有限公司) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-20																					
A	CN 105825173 A (福州华鹰重工机械有限公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文	1-20																					
A	US 2012176494 A1 (KAMON, YISHAY等) 2012年 7月 12日 (2012 - 07 - 12) 全文	1-20																					
A	CN 102147250 A (天津市星际空间地理信息工程有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 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 1月 18日	2018年 1月 29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	刘玫																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)61648431																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/083537

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	107272019	A	2017年 10月 20日	无			
CN	106199558	A	2016年 12月 7日	无			
CN	105825173	A	2016年 8月 3日	无			
US	2012176494	A1	2012年 7月 12日	WO	2011024116	A2	2011年 3月 3日
				IL	200637	D0	2011年 8月 1日
CN	102147250	A	2011年 8月 10日	CN	101975952	A	2011年 2月 16日
				CN	102147250	B	2012年 6月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)