

(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  
2023 年 7 月 6 日 (06.07.2023)



(10) 国际公布号  
**WO 2023/124231 A1**

(51) 国际专利分类号:

G06V 20/58 (2022.01) G06V 10/44 (2022.01)  
G06V 10/22 (2022.01) G06V 10/762 (2022.01)  
G06V 10/30 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/118213

(22) 国际申请日: 2022 年 9 月 9 日 (09.09.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202111676309.9 2021 年 12 月 31 日 (31.12.2021) CN

(71) 申请人: 中国第一汽车股份有限公司(CHINA FAW CO., LTD.) [CN/CN]; 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。

(72) 发明人: 庞伟淞(PANG, Weisong); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 王宇(WANG, Yu); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 周琳(ZHOU, Lin); 中国吉林

省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。 林崇浩(LIN, Chonghao); 中国吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号, Jilin 130011 (CN)。

(74) 代理人: 北京博浩百睿知识产权代理有限公司(KSK IP AGENCY); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦C座1单元10E, Beijing 100098 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: LIDAR-BASED ROAD BOUNDARY DETECTION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 基于激光雷达的道路边界检测方法和装置

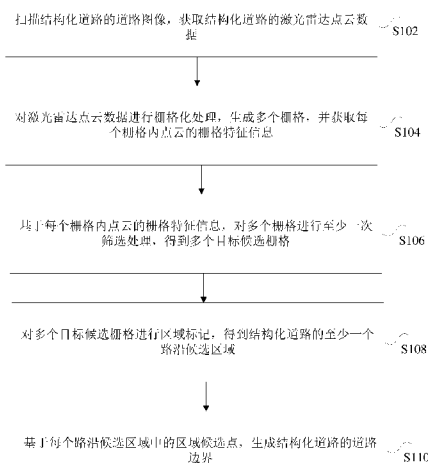


图 1

- S102 Scan a road image of a structured road, and acquire LiDAR point cloud data of the structured road  
S104 Perform rasterization processing on the LiDAR point cloud data to generate a plurality of grid cells, and acquire grid cell feature information of the point cloud in each grid cell  
S106 On the basis of the grid cell feature information of the point cloud in each grid cell, perform at least one screening processing on the plurality of grid cells to obtain a plurality of target candidate grid cells  
S108 Perform region marking on the plurality of target candidate grid cells to obtain at least one road edge candidate region of the structured road  
S110 On the basis of the region candidate points in each road edge candidate region, generate a road boundary of the structured road

(57) Abstract: Disclosed are a LiDAR-based road boundary detection method and apparatus. The method comprises: scanning a road image of a structured road, and acquiring LiDAR point cloud data of the structured road; performing rasterization processing on the LiDAR point cloud data to generate a plurality of grid cells, and acquiring grid cell feature information of the point cloud in each grid cell; on the basis of the grid cell feature information of the point cloud in each grid cell, performing at least one screening processing on the plurality of grid cells to obtain a plurality of target candidate grid cells; performing region marking on the plurality of target candidate grid cells to obtain at least one road edge candidate region of the structured road; and on the basis of the region candidate points in each road edge candidate region, generating a road boundary of the structured road.

(57) 摘要: 本申请公开了一种基于激光雷达的道路边界检测方法和装置。其中, 该方法包括: 扫描结构化道路的道路图像, 获取结构化道路的激光雷达点云数据; 对激光雷达点云数据进行栅格化处理, 生成多个栅格, 并获取每个栅格内点云的栅格特征信息; 基于每个栅格内点云的栅格特征信息, 对多个栅格进行至少一次筛选处理, 得到多个目标候选栅格; 对多个目标候选栅格进行区域标记, 得到结构化道路的至少一个路沿候选区域; 基于每个路沿候选区域中的区域候选点, 生成结构化道路的道路边界。

(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))。

## 基于激光雷达的道路边界检测方法和装置

本申请要求于 2021 年 12 月 31 日提交中国专利局、申请号为 202111676309.9、发明名称为“基于激光雷达的道路边界检测方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请实施例涉及车辆领域，具体而言，涉及一种基于激光雷达的道路边界检测方法和装置。

### 背景技术

目前，自动驾驶都离不开道路边界的检测，道路边界的检测是辅助驾驶中为人类提供安全行驶区域的核心功能组件，也是为全自动无人驾驶提供有效检测范围与可行驶区域的重要前置功能组件。

在相关技术中，道路边缘检测算法大都基于机械式激光雷达点云展开，但由于机械式激光雷达具有价格高、体积大、不便于量产等缺点，固态激光雷达应运而生，且在量产自动驾驶汽车的占据越来越高的地位。由于扫描方式不同，固态激光雷达与机械式激光雷达所形成的点云也有很大不同，从而存在道路检测算法均无法很好的适用于固态激光雷达场景的问题。

针对上述当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场景的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

本申请实施例提供了一种基于激光雷达的道路边界检测方法和装置，以至少解决当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场景的技术问题。

根据本申请实施例的一个方面，提供了一种基于激光雷达的道路边界检测方法，包括：扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿

候选区域；基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界。

可选地，基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，包括：采用至少一种筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，其中，筛选条件包括如下至少之一：第一筛选条件，其中，所述第一筛选条件包含的筛选因素包括：所述栅格内最高点的高度、所述栅格内最低点的高度和所述栅格内点云的高度差；第二筛选条件，其中，第二筛选条件包含的筛选因素包括：当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

可选地，采用第一筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，包括：采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，第一组候选栅格内的点云包括如下特征：不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

可选地，在得到第一组候选栅格之后，方法还包括：采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，其中，第二组候选栅格为第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

可选地，采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，包括：检测第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量，其中，候选栅格为第一组候选栅格内的栅格；如果第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于筛选阈值范围内，则将处于筛选阈值范围内的候选栅格进行二次栅格标记。

可选地，在获取第二组候选栅格之后，对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域，包括：采用搜索算法对第二组候选栅格中的候选栅格进行合并处理，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；对进行了合并处理的第二组候选栅格进行区域标记，并获取至少一个路沿候选区域，其中，路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

可选地，如果任意一个候选区域内的候选栅格数量超过目标阈值，则将候选区域进行区域标记。

可选地，基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界，包括：获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；从多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为结构化道路的道路边界。

可选地，在获取结构化道路的激光雷达点云数据之后，方法还包括：对激光雷达

点云数据进行预处理，其中，预处理包括如下至少之一：点云未定义值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种基于激光雷达的道路边界的检测装置，包括：获取组件，设置为扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；处理组件，设置为对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；筛选组件，设置为基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；标记组件，设置为对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；生成组件，设置为基于原始模型的检测误差和目标模型的检测误差，生成目标模型的总体误差。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种非易失性存储介质。该非易失性存储介质包括存储的程序，其中，在程序运行时控制非易失性存储介质所在设备执行本申请实施例的基于激光雷达的道路边界检测方法。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种处理器。该处理器设置为运行程序，其中，程序运行时执行本申请实施例的基于激光雷达的道路边界的检测。

在本申请实施例中，扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边。也就是说，本申请检测流程中的使用候选区域中所有候选点结合道路边界的实际情况，进行曲线拟合，最终拟合的曲线即为道路边缘曲线，从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果，解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

## 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请实施例的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本申请实施例的一种基于激光雷达的道路边界检测方法的流程图；

图 2 是根据本申请实施例的另一种基于激光雷达的道路边界检测方法的流程图；

图 3 是根据本申请实施例的一种路沿分布情况的示意图；

图 4 是根据本申请实施例的一种基于激光雷达的道路边界检测方法装置的示意图；

图 5 是根据本申请实施例的一种非易失性存储介质的结构示意图；

图 6 是根据本申请实施例的一种处理器的结构示意图。

## 具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本申请保护的范围。

需要说明的是，本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等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，以便这里描述的本申请的实施例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。

根据本申请实施例，提供了一种基于激光雷达的道路边界检测方法的实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

图 1 根据本申请实施例的一种基于激光雷达的道路边界检测方法的流程图，如图 1 所示的基于激光雷达的道路边界检测方法流程图，该方法包括如下步骤：

步骤 S102，扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据。

在本申请上述步骤 S102 提供的技术方案中，扫描结构化道路的道路图像，从而获取结构化道路的激光雷达点云数据。

在该实施例中，结构化道路可以为城市道路中比较正规的结构化的路沿，也可以对路边灌木丛或者是道路临时施工出现的水马、临时挡板等进行检测，但是，对于乡村路等不具有明显的、明确的道路边界的非结构化道路，则不属于检测目标。

可选地，激光雷达点云数据可以为激光雷达传感器通过测定传感器发射器与目标物体之间的传播距离，分析出物体表面的反射能量的大小，反射波谱的幅度、频率和相位等信息，从而呈现出自动驾驶车辆行驶过程中收集数据的三维点云数据，其中，激光雷达传感器可以为双目相机、三维扫描仪等。比如，扫描激光雷达传感器拍摄的图形，基于相机的内在参数得到激光雷达点云数据。

步骤 S104，对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息。

在本申请上述步骤 S104 提供的技术方案中，在得到结构化道路的激光雷达点云数据之后，对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，在栅格化过程中统计栅格内点云的特征信息。

在该实施例中，栅格化处理可以为将向量图形格式表示的图形转换成栅格图形，可以为将点云在水平坐标轴的两个方向平均划分为多个栅格，划分过程中分别统计每个栅格的特征信息，其中，特征信息可以为栅格内点云高度差，栅格内点云的最大高度，栅格内点云的最小高度等。

可选地，栅格内点云高度差可以用  $Z_{diff}$  表示，栅格内点云的最大高度可以用  $Z_{grid\_max}$  表示，栅格内点云的最小高度可以用  $Z_{grid\_min}$  表示。

举例而言，将点云在  $xy$  方向平均划分为  $m*n$  个栅格，划分过程中分别统计每个栅格的三个特征信息，包括栅格内点云高度差，栅格内点云的最大高度，栅格内点云的最小高度。

步骤 S106，基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格。

在本申请上述步骤 S106 提供的技术方案中，基于获取的每个栅格内点云的栅格特征信息，同时根据设定的筛选条件，对栅格进行一次筛选处理，从而得到目标候选栅格。

可选地，在该实施例中，筛选处理可以为根据设定的条件筛选掉不符合条件的栅格，筛选处理至少一次，其中，筛选条件可以为根据特征信息所设定的至少一条的条件，比如，设定栅格内点云的最大高度，当统计的特征信息大于设定栅格内点云的最大高度时，则过滤掉此栅格，从而得到目标候选栅格，或/和，设定栅格内点云的最小高度，当统计的特征信息小于设定栅格内点云的最小高度时，则过滤掉此栅格，从而得到目标候选栅格，或/和，设定栅格内点云的最大高度差，当统计的特征信息大于设定栅格内点云的最大高度差时，则过滤掉此栅格，从而得到目标候选栅格，或/和，设

定栅格内点云的最小高度差,当统计的特征信息小于设定栅格内点云的最小高度差时,则过滤掉此栅格,从而得到目标候选栅格。

可选地,目标候选栅格可以为对得到的结构化道路的激光雷达点云数据栅格化处理之后,根据设定的条件筛选掉不符合条件的栅格之后所得到的栅格。

步骤 S108,对多个目标候选栅格进行区域标记,得到结构化道路的至少一个路沿候选区域。

在本申请上述步骤 S108 提供的技术方案中,对多个目标候选栅格进行区域标记,即选取目标候选栅格内所有的重心作为候选点并进行区域标记,从而得到结构化道路的至少一个路沿候选区域。

步骤 S110,基于每个路沿候选区域中的区域候选点,生成结构化道路的道路边界。

在本申请上述步骤 S110 提供的技术方案中,使用候选区域中所有候选点进行曲线拟合,结合道路边界的实际情况,最终拟合出来道路边缘曲线,生成结构化道路的道路边界。

本申请上述步骤 S102 至步骤 S110,扫描结构化道路的道路图像,获取结构化道路的激光雷达点云数据;对激光雷达点云数据进行栅格化处理,生成多个栅格,并获取每个栅格内点云的栅格特征信息;基于每个栅格内点云的栅格特征信息,对多个栅格进行至少一次筛选处理,得到多个目标候选栅格;对多个目标候选栅格进行区域标记,得到结构化道路的至少一个路沿候选区域;基于每个路沿候选区域中的区域候选点,生成结构化道路的道路边。也就是说,本申请检测流程中的使用候选区域中所有候选点结合道路边界的实际情况,进行曲线拟合,最终拟合的曲线即为道路边缘曲线,从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果,解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

下面对该实施例的上述方法进行进一步介绍。

作为一种可选的实施例方式,步骤 S106,基于每个栅格内点云的栅格特征信息,对多个栅格进行至少一次筛选处理,该方法还包括:采用至少一种筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理,其中,筛选条件包括如下至少之一:第一筛选条件,其中,第一筛选条件包含的筛选因素包括:栅格内最高点的高度、栅格内最低点的高度和栅格内点云的高度差;第二筛选条件,其中,第二筛选条件包含的筛选因素包括:当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

在该实施例中,对获取的激光雷达点云数据进行栅格化,生成多个栅格信息,同



时，统计每个栅格内点云的栅格特征信息，当特征信息满足第一筛选条件时，则标记栅格将其作为候选栅格，其他不满足第一筛选条件的栅格不进行标记，并且后期不再做处理，然后，判断标记的候选栅格是否满足第二筛选条件，对于满足第二筛选条件的栅格进行标记，得到目标候选栅格。

在该实施例中，第一筛选条件包含的筛选因素可以包括：栅格内最高点的高度、栅格内最低点的高度、栅格内点云的最大高度差和栅格内点云的最小高度差，其中，栅格内最高点的高度、栅格内最低点的高度和栅格内点云的高度差可以为经过多次测试得到的数值，由用户设定并输入系统中。第二筛选条件包含的筛选因素可以包括当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。对于经过第一筛选条件留下来的候选栅格，统计候选栅格 8 邻域内候选栅格的个数，第二筛选条件用于筛选掉当前候选栅格周围的候选栅格数量过多或多少的栅格，其中，设定测试候选栅格数量的最大值和最小值，从而过滤掉数量过多或多少的栅格候选栅格。

可选地，在经过第一筛选条件和第二筛选条件的筛选之后，得到目标候选栅格。

作为一种可选的实施例方式，采用第一筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，包括：采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，第一组候选栅格内的点云包括如下特征：不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

在该实施例中，采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，第一筛选条件可以为：栅格特征信息中的高度差不可以大于设定的栅格内点云的最大高度差；栅格特征信息中的高度差不可以小于设定的栅格内点云的最小高度差；栅格特征信息中的最高点的高度不可以小于栅格内最低点的高度；栅格特征信息中的最低点的高度不可以大于栅格内最高点的高度，经过第一筛选数据的筛选得到第一候选数据。

可选地，栅格内点云的最大高度差可以用  $\text{max\_threshold}$  表示，栅格特征信息中的高度差不可以大于设定的栅格内点云的最大高度差，即， $Z_{\text{diff}} < \text{max\_threshold}$ ，从而过滤掉高楼等假边缘。栅格内点云的最小高度差可以用  $\text{min\_threshold}$  表示，栅格特征信息中的高度差不可以小于设定的栅格内点云的最小高度差，即， $Z_{\text{diff}} > \text{min\_threshold}$ ，从而过滤掉地面以及地面的小突起等低矮障碍物。栅格内最低点的高度可以用  $\text{min\_height}$  表示，栅格特征信息中的最高点的高度不可以小于栅格内最低点的高度，即， $Z_{\text{grid\_max}} > \text{min\_height}$ ，从而过滤掉一些特殊的低矮障碍物。栅格内最高点的高度可以用  $\text{max\_height}$  表示，栅格特征信息中的最低点的高度不可以大于栅格内最高点的高度，从而过滤掉一些距离地面较远的或者悬空有高度差的物体。

举例而言，设定测试时栅格内点云的最大高度差为 3.0 米，当栅格特征信息中的高度差大于设定的栅格内点云的最大高度差，则过滤掉，并标记符合条件的栅格；由于国家规定路沿石的顺直高度应在 10 厘米以上，因此，设定测试使用的栅格内点云的最小高度差为 0.10 米，当栅格特征信息中的高度差大于设定的栅格内点云的最小高度差时，则过滤掉，并标记符合条件的栅格；设定测试时栅格内最低点的高度为 0.05 米，栅格特征信息中的最高点的高度小于栅格内最低点的高度时，则过滤掉，并标记符合条件的栅格；设定测试时栅格内最高点的高度为 0.2 米，当栅格特征信息中的最低点的高度大于栅格内最高点的高度时，则过滤掉，并标记符合条件的栅格。

可选地，标记栅格的方式可以为标记用颜色、图形等进行标记，此处不做限制。

作为一种可选的实施方式，在得到第一组候选栅格之后，该方法还包括：采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，其中，第二组候选栅格为第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

在该实施方式中，得到第一组候选栅格并标记，采用第二筛选条件对第一组标记过的候选数据进行筛选并标记，选取存在两次候选标记的栅格作为第二组候选栅格，其中，标记可以为用颜色、图形等，此处不做限定。

作为一种可选的实施方式，采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，包括：检测第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量，其中，候选栅格为第一组候选栅格内的栅格；如果第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于筛选阈值范围内，则将处于筛选阈值范围内的候选栅格进行二次栅格标记。

在该实施方式中，采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格。

可选地，第二筛选条件包含的筛选因素可以包括当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。对经过第一筛选条件得到的第一组候选栅格，统计第一组候选栅格 8 邻域内候选栅格的个数，其中，候选领域可以为上下左右、左上、左下、右上、右下。比如，若当前选择栅格为候选栅格，则统计该栅格上下左右、左上、左下、右上、右下八个栅格中同样是候选栅格的个数，其中，候选栅格的个数可以用 neighbour 表示。

可选地，第二筛选条件用于筛选掉当前候选栅格周围的候选栅格数量过多或多少的栅格，即，候选栅格的最个数大于等于候选栅格的最小个数并且小于等于候选栅格的最大个数，其中，候选栅格的最大个数可以用 Max\_neighbour，候选栅格的最小个

数可以用  $\text{Min\_neighbour}$  表示。

作为一种可选的实施例方式，步骤 S108，在获取第二组候选栅格之后，对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域，包括：采用搜索算法对第二组候选栅格中的候选栅格进行合并，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；对进行了合并处理的第二组候选栅格进行区域标记，并获取至少一个路沿候选区域，其中，所述路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

在该实施例中，采用搜索算法对第二组候选栅格中的候选栅格进行合并，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；对进行了合并处理的第二组候选栅格进行区域标记，并获取多个目标候选区域。

可选地，搜索算法可以为随机选取一个第一组候选栅格作为种子点，新建候选栅格集合用于存放栅格，判断种子点 8 领域内是否存在候选栅格，如果有则放入集合，直至将与种子点想通的所有栅格均放入集合之后，重新选择一个未被访问过的候选栅格作为种子点，再次新建候选栅格集合，重复上述操作，从而得到多个候选区域的多个候选栅格集。统计每个候选栅格集的数量，其中，候选栅格集的数量可以用  $\text{Ncandidate}$  表示。

需要说明，在该实施例中，搜索算法不做具体的限定，可以通过其他搜索算法完成统计候选栅格集的数量。

作为一种可选的实施例方式，如果任意一个候选区域内的候选栅格数量超过目标阈值，则将候选区域进行区域标记。

在该实施例中，目标阈值可以为系统设定的值，通过  $\text{Min\_candidate}$  表示，因为正常情况下道路边界都是连续出现的，所以当候选区域内栅格数量过少时，则认定为误检，不作为道路边界进行后续处理。

距离而言，设定测试时目标阈值为 15，则候选栅格集的数量要大于目标阈值，即  $\text{Ncandidate} > \text{Min\_candidate}$ ，当候选栅格集的数量小于目标阈值时，则不将该候选栅格集作为道路边界，并不进行后续处理。

作为一种可选的实施例方式，步骤 S110，基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界，包括：获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；从多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为结构化道路的道路边界。

在该实施例中，获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；从多个栅格中选取候

选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，从而得到结构化道路的道路边界。

可选地，从多个栅格中选取候选点可以为选取栅格每所有点的重心作为候选点，从而减小计算量，结合道路边界的实际情况，选择合适的拟合方式对使用的候选区域中所有的候选点进行曲线拟合，从而得到结构化道路的道路边界。

可选地，拟合方式为可以完成曲线拟合的拟合方式，如最小二乘法、随机采样一致性算法等，此处不做具体限定。

举例而言，从多个栅格中选取候选点可以为选取栅格每所有点的重心作为候选点，选用三次曲线方程进行拟合，拟合方式采用随机采样一致性算法，最终拟合的曲线即为道路边缘曲线。

作为一种可选的实施方式，在获取结构化道路的激光雷达点云数据之后，该方法还包括：对激光雷达点云数据进行预处理，其中，预处理包括如下至少之一：点云未定义的值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

在该实施方式中，对激光雷达点云数据进行预处理可以主要包括：点云未定义的值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。其中，点云未定义的值过滤用于过滤掉原始点云数据中点云坐标异常的点，可以为通过遍历点云、判断点云坐标完成；噪声点过滤可以为通过点云栅格化完成，将点云从三个维度划分为两个维度的栅格，统计栅格内点云的数量，用户根据实际情况设定一个阈值，若单个栅格内点云少于用户设定的阈值，则认为栅格内点云均为噪声点，从而过滤掉噪声点；点云高度过滤可以为过滤掉点云绝对高度过高或者过低的点云。

该实施方式在自动驾驶车辆行驶过程中，扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边。也就是说，本申请检测流程中的使用候选区域中所有候选点结合道路边界的实际情况，进行曲线拟合，最终拟合的曲线即为道路边缘曲线，从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果，解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

下面结合优选的实施方式对本申请的技术方案进行举例说明。

随着科技的不断进步，自动驾驶为解放人类双手提供了更多的可能。纵观自动驾

驶的发展历程，无论是 L2、L3 等辅助驾驶还是 L4、L5 等更高级的自动驾驶都离不开道路边界的检测，它是辅助驾驶中为人类提供安全行驶区域的核心功能组件，也是为全自动无人驾驶提供有效检测范围与可行驶区域的重要前置功能组件。

以往的道路边缘检测算法大都基于机械式激光雷达点云展开，但由于机械式激光雷达具有价格高、体积大、不便于量产等缺点，固态激光雷达应运而生，且在量产自动驾驶汽车的占据越来越多的地位，但是，由于扫描方式不同，固态激光雷达与机械式激光雷达所形成的点云也有很大不同，所以之前道路检测算法均无法很好的适用于固态激光雷达场景下。

目前，现有道路边界检测算法主要存在以下几点局限性：（1）检测算法过于依赖机械式激光的扫描模型，即理想情况下雷达高度  $h$ 、扫描线俯仰角  $\alpha$  以及探测距离  $l$  满足  $h = \cos(\alpha) * l$ ，基于这个基本模型就可以对扫描物状态进行估计，进而进行道路边界检测，但是，对于固态激光雷达来说不满足这个基本物理模型，因而导致以往算法的准确性大大降低；（2）检测算法依赖额外的激光雷达线束信息，对于同一条扫描线来说，从地面扫描到路沿的过程会产生较大的高度及曲率突变，大部分道路边界检测算法都基于这个基本思想，该方法的前提就是需要获取同一条扫描线的点云，即需要雷达的线束信息，但对于一帧点云来说点的坐标，强度等才是基本信息，而激光线束是额外的。同时，固态激光雷达并不是一条扫描线扇形扫描，也都不具备所谓的线束信息，因而导致基于线束信息的检测方法无法适用；（3）检测算法依赖结构化道路模型，检测对象比较单一。以往检测算法大都基于非常理想化的结构化道路模型，检测对象大都是城市道路中比较正规的结构化的路沿，而对于路边灌木丛或者是道路临时施工出现的水马、临时挡板等都无法进行检测。

在该实施例中，为了克服以上问题，在一种相关技术中，设计出了一种基于三维激光雷达的道路边界检测方法，通过使用栅格点云高度差做障碍物与非障碍物的判别，同时，对距离灰度图进行分析，并采用区域生长法获取区域轮廓，但该算法对于路边灌木丛或者是道路临时施工出现的水马、临时挡板等，仍存在无法进行检测的问题。

在另一种相关技术中，提出一种道路边缘检测方法和装置，该方法使用点云的法线和法向曲率进行道路边缘候选点提取，然后采用区域生长和凹包算法进行噪声点去除，但该算法同样对于路边灌木丛或者是道路临时施工出现的水马、临时挡板等，仍存在无法进行检测的问题。

在另一种相关技术中，提出一种基于点云局部凹凸特征的道路边界实时检测方法，该方法将点云转换为深度展开图像，然后利用图像的凹凸特征进行边界检测，从而实现道路检测，但该方法存在不适用于固态激光雷达点云的问题。

在另一种相关技术中，提出一种道路边界实时提取及测量方法和装置，该方法针对机械式激光雷达的扫描特点，将点云角度突变的点作为边界候选点，然后对左右两侧分别构建数学描述模型，从而提高道路检测过程中算法运行的速度，但是该方法存在不适用于固态激光雷达点云的问题。

为克服现有技术的局限性，在该实施例，提出一种基于激光雷达的道路边界检测方法，该方法不需要借助额外的线束信息，仅凭借单帧点云中点的位置信息就可以进行道路边界的检测；不仅可以检测结构化道路中的正规的路沿，也可以检测路边灌木丛形成的道路边界以及由于道路施工放置的水马、临时挡板等形成的临时道路边界，且本申请实施例算法实时性较高，设计出了既适用于机械式激光雷达点云，也适用于固态激光雷达点云的检测模型。

该实施例的算法流程图如图 2 所示，图 2 是根据本申请实施例的一种基于激光雷达的道路边界检测方法的流程图，该方法可以包括以下步骤：

步骤 S201，对点云进行预处理。

首先对点云进行预处理，对于检测流程中所述点云预处理主要包括点云不确定值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤三个部分。其中，不确定值过滤是指过滤掉原始点云中点云坐标异常的点，通过遍历点云，判断点云坐标即可完成；噪声点过滤通过点云栅格化完成，即将点云从 xyz 三个维度划分为  $m*n*1$  个栅格，统计栅格内点云的数量，若单个栅格内点云少于设定的阈值  $N$  ( $N$  可根据用户实际情况自行设定，本申请实施例测试采用  $N = 10$ ，需说明，本申请实施例所有的参数设定仅作为参考与测试使用，不作为本申请实施例的具体限定)则认为栅格内点云均为噪声点；点云高度过滤只指过滤掉点云绝对高度过高或者过低的点云，因为对于道路边缘来说其高度不会过高或者过低，因此若点云高度方向坐标  $z$  满足  $z < Z_{min}$  或者  $z > Z_{max}$  ( $Z_{min}$  与  $Z_{max}$  的设定需要结合用户实际情况，即雷达安装高度、点云坐标系原点定位来决定，本申请实施例测试采用值为  $Z_{min} = -2.0m$ ， $Z_{max} = 5.0m$ )，则过滤掉该点，不作为算法的兴趣区域。

步骤 S202，将点云栅格格式化，并统计栅格特征信息。

对点云进行预处理之后，对处理后的点进行栅格化，同时，栅格化过程中统计栅格内点云的特征信息。

检测流程中所述点云栅格化，并统计栅格内点云信息具体是指将点云在 xy 方向平均划分为  $m*n$  个栅格，划分过程中分别统计每个栅格的三个特征信息，包括栅格内点云高度差  $Z_{diff}$ ，栅格内点云的最大高度  $Z_{grid\_max}$ ，栅格内点云的最小高度  $Z_{grid\_min}$ 。

步骤 S203, 判断数据是否满足条件 1。

判断数据是否满足条件 1, 其中, 检测流程中所述条件 1 具体指: 1)  $Z_{diff} < \max\_threshold$ , 即栅格内点云高度差不可过大, 以此过滤掉高楼等假边缘, 本申请实施例测试使用  $\max\_threshold = 3.0m$ ; 2)  $Z_{diff} > \min\_threshold$ , 即栅格内点云的高度差不可过小, 以此过滤掉地面以及地面的小突起等低矮障碍物, 调查发现国家规定路沿石的顺直高度应在 10cm 以上, 因此本申请实施例测试使用  $\min\_threshold = 0.10m$ ; 3)  $Z_{grid\_max} > \min\_height$ , 即栅格内最高点的高度不能过低, 以过滤一些特殊的低矮障碍物, 本申请实施例测试使用  $\min\_height = 0.05m$ ; 4)  $Z_{grid\_min} < \max\_height$ , 即栅格内点云的最低点不能过高, 以此过滤掉一些距离地面较远的或者悬空的有高度差的物体, 本申请实施例测试使用  $\max\_height = 0.2m$ 。

步骤 S204, 把栅格标记为候选栅格。

对符合条件 1 的候选栅格进行标记为候选栅格。

步骤 S205, 统计候选栅格 8 邻域候选栅格的数量。

对于候选栅格, 计算每个栅格 8 邻域内候选栅格的数量。

检测流程中所述统计候选栅格 8 邻域内候选栅格的个数具体是指若当前栅格为候选栅格, 那么就统计该栅格上下左右, 左上, 右上, 左下, 右下八个栅格中同样是候选栅格的个数  $N_{neighbour}$ 。

步骤 S206, 栅格不参与后续处理。

当特征信息满足条件 1 时, 则实施步骤 S204, 将栅格标记为候选栅格, 当特征信息不满足条件 1 时, 对于不满足条件的栅格实施步骤 S206, 不参与后期处理。

步骤 S207, 判断数据是否满足条件 2。

判断候选上是否满足条件 2, 其中, 所述条件 2 是指当前候选栅格周围的候选栅格数量不能过多或者过少, 即  $\min\_neighbour \leq N_{neighbour} \leq \max\_neighbour$ 。其中两个阈值参数  $\min\_neighbour$  与  $\max\_neighbour$  的设定遵循一定原则。如图 3 所示, 图 3 是根据本申请实施例的一种路沿分布情况示意图, 道路边界存在的状态一般有 4 种, 蓝色的曲线是道路边界在栅格中存在的状态, 蓝色的栅格点是当前候选栅格, 橙黄色的栅格是当前候选栅格 8 邻域中同样是候选栅格的栅格, 根据这个原则本申请实施例使用阈值为  $\min\_neighbour = 2$ ,  $\max\_neighbour = 5$ 。

满足条件 2, 则实施步骤 S208; 不满足条件 2, 则实施步骤 S206。

步骤 S208, 将栅格标记为二次候选栅格。

对满足条件 2 的栅格标记为二次候选栅格。

步骤 S209, 搜索合并候选区域, 并统计合并后每个区域的栅格数。

对于二次筛选后的候选栅格, 采用搜索算法进行候选栅格的合并, 统计合并后每个区域栅格的数量。

检测流程中所述的搜索合并候选区域并统计区域内候选栅格数量具体指, 随机选取一个候选栅格作为种子点, 新建候选栅格集合 A, 然后判断种子点 8 邻域内是否存在候选栅格, 如果有则将其放入集合 A, 然后对判断该点执行同样上述操作, 直至与种子点相通的所有栅格均被放入集合 A。然后重新选择一个未被访问过的候选栅格作为种子点, 执行上述操作, 直至所有候选点均被访问。此时就可以得到所有候选区域的多个候选栅格集合。然后统计每个候选区域内栅格数量为 Ncandidate。需说明, 此搜索方法不作为本申请实施例具体限定, 用户也可以使用其他搜索方法完成本次聚类, 同样在本申请实施例的保护范围内。

步骤 S210, 判断数据是否满足条件 3。

对候选栅格进行判断, 其中, 所述的条件 3 具体指  $N_{\text{candidate}} > \text{Min\_candidate}$ , 即每个候选区域的候选栅格数应该大于设定的阈值, 因为正常情况下道路边界都是连续出现的, 所以当候选区域内栅格数量过少时本申请实施例认定为误检, 不作为道路边界进行后续处理。本申请实施例设定  $\text{Min\_candidate} = 15$ 。

满足条件 3, 则实施步骤 S211; 不满足条件 3, 则实施步骤 S206, 其余栅格不参与后期处理。

步骤 S211, 标记为真正的路沿边界候选区域。

对满足条件 3 的栅格标记为真正的路沿边界候选区域。

步骤 S212, 对每个候选区域栅格选取候选点。

对于所有候选区域内的所有栅格, 每个栅格按照一定规则选取一个候选点, 其中, 检测流程中所述的在每个候选栅格内选取候选点具体是指, 截止目前我们所有的检测分类都是针对栅格进行的, 栅格具有一定大小, 栅格内也有很多的点, 使用所有的点进行后续曲线拟合不仅不够合理也会增大计算量。所以我们选取栅格内所有点的重心作为候选点, 再进行后续处理。重心计算方式如下:



$$\begin{cases} x = \sum_{i=0}^{N_{\text{grid}}-1} x_i / N_{\text{grid}} \\ y = \sum_{i=0}^{N_{\text{grid}}-1} y_i / N_{\text{grid}} \\ z = \sum_{i=0}^{N_{\text{grid}}-1} z_i / N_{\text{grid}} \end{cases}$$

其中 $(x,y,z)$ 为最终重心坐标， $(x_i,y_i,z_i)$ 为候选栅格中第 $i$ 个点的坐标， $N_{\text{grid}}$ 为栅格内的点数。

步骤 S213，将每个区域候选点拟合为道路边界曲线。

对每个候选区域内的所有候选点进行三次曲线拟合，拟合后的曲线即为道路边界的曲线，即完成道路边界的检测。

检测流程中所述的使用候选区域中所有候选点进行曲线拟合，结合道路边界的实际情况，本申请实施例选用三次曲线方程进行拟合，拟合方式采用随机采样一致性算法。最终拟合的曲线即为道路边缘曲线。同时，拟合方法同样不作为本申请实施例的具体限定，其他可以完成同样功能的曲线拟合方式如最小二乘法等也应在本申请实施例的保护范围内。

该实施例在自动驾驶车辆行驶过程中，扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边。也就是说，本申请检测流程中的使用候选区域中所有候选点结合道路边界的实际情况，进行拟合，最终拟合的曲线即为道路边缘曲线，从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果，解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

根据本申请，还提供了一种基于激光雷达的道路边界的检测装置。需要说明的是，该基于激光雷达的道路边界的检测装置可以用于执行实施例1中的基于激光雷达的道路边界的检测方法。

图4是根据本申请实施例的一种基于激光雷达的道路边界的检测装置示意图。

如图4所示,该基于激光雷达的道路边界的检测装置400可以包括:获取组件401、处理组件402、筛选组件403、标记组件404和生成组件405。

获取组件 401, 设置为扫描结构化道路的道路图像, 获取结构化道路的激光雷达点云数据。

处理组件 402, 设置为对激光雷达点云数据进行栅格化处理, 生成多个栅格, 并获取每个栅格内点云的栅格特征信息。

筛选组件 403, 设置为基于每个栅格内点云的栅格特征信息, 对多个栅格进行至少一次筛选处理, 得到多个目标候选栅格。

标记组件 404, 设置为对多个目标候选栅格进行区域标记, 得到结构化道路的至少一个路沿候选区域。

生成组件 405, 设置为基于原始模型的检测误差和目标模型的检测误差, 生成目标模型的总体误差。

可选地, 筛选组件 403 包括: 第一筛选组件, 设置为采用至少一种筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理, 其中, 筛选条件包括如下至少之一: 第一筛选条件, 其中, 第一筛选条件包含的筛选因素包括: 栅格内最高点的高度、栅格内最低点的高度和栅格内点云的高度差; 第二筛选条件, 其中, 第二筛选条件包含的筛选因素包括: 当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

可选地, 第一筛选组件包括: 第一筛选子组件, 设置为采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素, 对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理, 得到第一组候选栅格, 其中, 第一组候选栅格内的点云包括如下特征: 不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

可选地, 第一筛选组件包括: 第二筛选子组件, 设置为在得到第一组候选栅格之后, 采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选, 获取第二组候选栅格, 其中, 第二组候选栅格为第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

可选地, 第二筛选子组件, 设置为通过以下步骤来采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选, 获取第二组候选栅格: 检测第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量, 其中, 候选栅格为第一组候选栅格内的栅格; 如果第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于筛选阈值范围内, 则将处于筛选阈值范围内的候选栅格进行二次栅格标记。

可选地, 标记组件 404 包括: 第一处理组件, 设置为采用搜索算法对第二组候选

栅格中的候选栅格进行合并，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；第二处理组件，设置为对进行了合并处理的所述第二组候选栅格进行区域标记，并获取至少一个路沿候选区域，其中，路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

可选地，所述装置还包括：第一标记组件，设置为在任意一个候选区域内的候选栅格数量超过目标阈值的情况下，将候选区域进行区域标记。

可选地，生成组件 404 包括：第一获取组件，设置为获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；第二获取组件，设置为从多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；拟合组件，设置为对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为结构化道路的道路边界。

可选地，所述装置还包括：预处理组件，设置为在获取结构化道路的激光雷达点云数据之后，对激光雷达点云数据进行预处理，其中，预处理包括如下至少之一：点云未定义的值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

在本申请实施例中，通过使用获取组件扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；通过使用处理组件对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；通过使用筛选组件基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；通过标记组件，对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；通过生成组件，基于每个路沿候选区域中的区域候选点，从而生成结构化道路的道路边界。也就是说，本申请检测流程中的使用候选区域中所有候选点结合道路边界的实际情况，进行曲线拟合，最终拟合的曲线即为道路边缘曲线，从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果，解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

根据本申请实施例，还提供了一种非易失性存储介质，其中，该非易失性存储介质包括存储的程序，其中，在所述程序运行时控制所述非易失性存储介质所在设备执行本申请实施例中任意一项所述的基于激光雷达的道路边界检测方法。

本申请实施例所提供的各个功能模块可以在基于激光雷达的道路边界检测方法或者类似的运算装置中运行，也可以作为非易失性存储介质的一部分进行存储。

图 5 是根据本申请实施例的一种非易失性存储介质的结构示意图。如图 5 所示，描述了根据本申请的实施方式的程序产品 50，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：

扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；

对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；

基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；

对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；

基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：采用至少一种筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，其中，筛选条件包括如下至少之一：第一筛选条件，其中，所述第一筛选条件包含的筛选因素包括：所述栅格内最高点的高度、所述栅格内最低点的高度和所述栅格内点云的高度差；第二筛选条件，其中，第二筛选条件包含的筛选因素包括：当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，第一组候选栅格内的点云包括如下特征：不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，其中，第二组候选栅格为第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：检测第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量，其中，候选栅格为第一组候选栅格内的栅格；如果第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于筛选阈值范围内，则将处于筛选阈值范围内的候选栅格进行二次栅格标记。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：采用搜索算法对第二组候选栅格中的候选栅格进行合并处理，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；对进行了合并处理的第二组候选栅格进行区域标记，并获取至少一个路沿候选区域，其中，路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；从多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为结构化道路的道路边界。

可选地，计算机程序还被处理器执行时实现如下步骤的程序代码：对激光雷达点

云数据进行预处理，其中，预处理包括如下至少之一：点云未定义值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

可选地，在本实施例中，非易失性存储介质还可以被设置为基于激光雷达的道路边界检测方法提供的各种优选地或可选的方法步骤的程序代码。

可选地，本实施例中的具体示例可以参考上述实施例中所描述的示例，本实施例在此不再赘述。

非易失性存储介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了可读程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。非易失性存储介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

非易失性存储介质中包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于无线、有线、光缆、射频等等，或者上述的任意合适的组合。

根据本申请实施例，还提供了一种处理器，该处理器设置为运行程序，图 6 是根据本申请实施例的一种处理器的结构示意图，如图 6 所示，该处理器 60 设置为运行程序，其中，所述程序运行时执行实施例 1 中所述的基于激光雷达的道路边界检测方法。

在发明本实施例中，上述处理器 60 可以执行基于激光雷达的道路边界检测方法的运行程序。

可选地，在本实施例中，处理器 60 可以被设置为执行下述步骤：

扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；

对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；

基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；

对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；

基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：采用至少一种筛选条件对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，其中，筛选条件包括如下至少之一：第一筛选条件，其中，所述第一筛选条件包含的筛选因素包括：所述栅格内最高点的高度、所述栅格内最低点的高度和所述栅格内点云的高度差；第二筛选条件，其中，第二筛选条件包含的筛选因素包括：当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：采用第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对每个栅格内点云的栅格特征信息进行筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，第一组候选栅格内的点云包括如下特征：不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：采用第二筛选条件对第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，其中，第二组候选栅格为第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：检测第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量，其中，候选栅格为第一组候选栅格内的栅格；如果第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于筛选阈值范围内，则将处于筛选阈值范围内的候选栅格进行二次栅格标记。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：采用搜索算法对第二组候选栅格中的候选栅格进行合并处理，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；对进行了合并处理的第二组候选栅格进行区域标记，并获取至少一个路沿候选区域，其中，路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：获取任意一个路沿候选区域内的多个栅格；从多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；对每个路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为结构化道路的道路边界。

可选地，处理器 60 可以还被设置为执行下述步骤：对激光雷达点云数据进行预处理，其中，预处理包括如下至少之一：点云未定义值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

上述处理器 60 可以通过运行存储在存储器内的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的基于激光雷达的道路边界检测方法。

上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

在本申请实施例的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的技术内容，可通过其它的方式实现。其中，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述组件的划分，可以为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个组件或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，组件或组

件的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

所述作为分离部件说明的组件可以是或者也可以不是物理上分开的，作为组件显示的部件可以是或者也可以不是物理组件，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个组件上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部组件来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请实施例各个实施例中的各功能组件可以集成在一个处理组件中，也可以是各个组件单独物理存在，也可以两个或两个以上组件集成在一个组件中。上述集成的组件既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能组件的形式实现。

所述集成的组件如果以软件功能组件的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

## 工业实用性

本申请实施例提供的方案可以应用于基于激光雷达的道路边界检测过程中，扫描结构化道路的道路图像，获取结构化道路的激光雷达点云数据；对激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；基于每个栅格内点云的栅格特征信息，对多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；对多个目标候选栅格进行区域标记，得到结构化道路的至少一个路沿候选区域；基于每个路沿候选区域中的区域候选点，生成结构化道路的道路边界，从而实现了当前道路检测算法可以适用于固态激光雷达场的技术效果，解决了当前道路检测算法无法适用于固态激光雷达场的技术问题。

# 权利要求书

1. 一种基于激光雷达的道路边界检测方法，所述方法包括：

扫描结构化道路的道路图像，获取所述结构化道路的激光雷达点云数据；

对所述激光雷达点云数据进行栅格化处理，生成多个栅格，并获取每个栅格内点云的栅格特征信息；

基于所述每个栅格内点云的栅格特征信息，对所述多个栅格进行至少一次筛选处理，得到多个目标候选栅格；

对所述多个目标候选栅格进行区域标记，得到所述结构化道路的至少一个路沿候选区域；

基于每个所述路沿候选区域中的区域候选点，生成所述结构化道路的道路边界。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，基于所述每个栅格内点云的栅格特征信息，对所述多个栅格进行至少一次筛选处理，包括：

采用至少一种筛选条件对所述每个栅格内点云的栅格特征信息进行所述筛选处理，其中，所述筛选条件包括如下至少之一：

第一筛选条件，其中，所述第一筛选条件包含的筛选因素包括：所述栅格内最高点的高度、所述栅格内最低点的高度和所述栅格内点云的高度差；

第二筛选条件，其中，所述第二筛选条件包含的筛选因素包括：当前候选栅格周围的候选栅格数量是否处于筛选阈值范围内。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，采用所述第一筛选条件对所述每个栅格内点云的栅格特征信息进行所述筛选处理，包括：

采用所述第一筛选条件中的一个或多个筛选因素，对所述每个栅格内点云的栅格特征信息进行所述筛选处理，得到第一组候选栅格，其中，所述第一组候选栅格内的点云包括如下特征：不存在假边缘、低矮障碍物、有高度差物体的点云数据。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，在得到第一组候选栅格之后，所述方法还包括：



采用所述第二筛选条件对所述第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，其中，所述第二组候选栅格为所述第一组候选栅格中进行了二次栅格标记的候选栅格。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中，采用所述第二筛选条件对所述第一组候选栅格中的候选栅格进行二次筛选，获取第二组候选栅格，包括：

检测所述第一组候选栅格中每个候选栅格在各自邻域内候选栅格的数量，其中，所述候选栅格为所述第一组候选栅格内的栅格；

如果所述第一组候选栅格中任意一个候选栅格邻域内候选栅格的数量处于所述筛选阈值范围内，则将处于所述筛选阈值范围内的所述候选栅格进行所述二次栅格标记。

6. 根据权利要求4所述的方法，其中，在获取第二组候选栅格之后，对所述多个目标候选栅格进行区域标记，得到所述结构化道路的至少一个路沿候选区域，包括：

采用搜索算法对所述第二组候选栅格中的候选栅格进行合并处理，并统计合并后每个候选区域内候选栅格的数量；

对进行了所述合并处理的所述第二组候选栅格进行区域标记，并获取所述至少一个路沿候选区域，其中，所述路沿候选区域包括多个目标候选栅格。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，如果任意一个候选区域内的候选栅格数量超过目标阈值，则将所述候选区域进行所述区域标记。

8. 根据权利要求1-7中任意一项所述的方法，其中，基于每个所述路沿候选区域中的区域候选点，生成所述结构化道路的道路边界，包括：

获取任意一个所述路沿候选区域内的多个栅格；

从所述多个栅格中选取候选点，获取每个路沿候选区域内的候选点；

对每个所述路沿候选区域内的所有候选点进行曲线拟合，其中，拟合后的曲线为所述结构化道路的道路边界。

9. 根据权利要求1-7中任意一项所述的方法，其中，在获取所述结构化道路的激光雷达点云数据之后，所述方法还包括：

对所述激光雷达点云数据进行预处理，其中，所述预处理包括如下至少之一：点云未定义的值过滤，噪声点过滤以及点云高度过滤。

10. 一种基于激光雷达的道路边界的检测装置,应用于自动驾驶车辆,所述装置包括:

获取组件, 设置为扫描结构化道路的道路图像, 获取所述结构化道路的激光雷达点云数据;

处理组件, 设置为对所述激光雷达点云数据进行栅格化处理, 生成多个栅格, 并获取每个栅格内点云的栅格特征信息;

筛选组件, 设置为基于所述每个栅格内点云的栅格特征信息, 对所述多个栅格进行至少一次筛选处理, 得到多个目标候选栅格;

标记组件, 设置为对所述多个目标候选栅格进行区域标记, 得到所述结构化道路的至少一个路沿候选区域;

生成组件, 设置为基于每个所述路沿候选区域中的区域候选点, 生成所述结构化道路的道路边界。

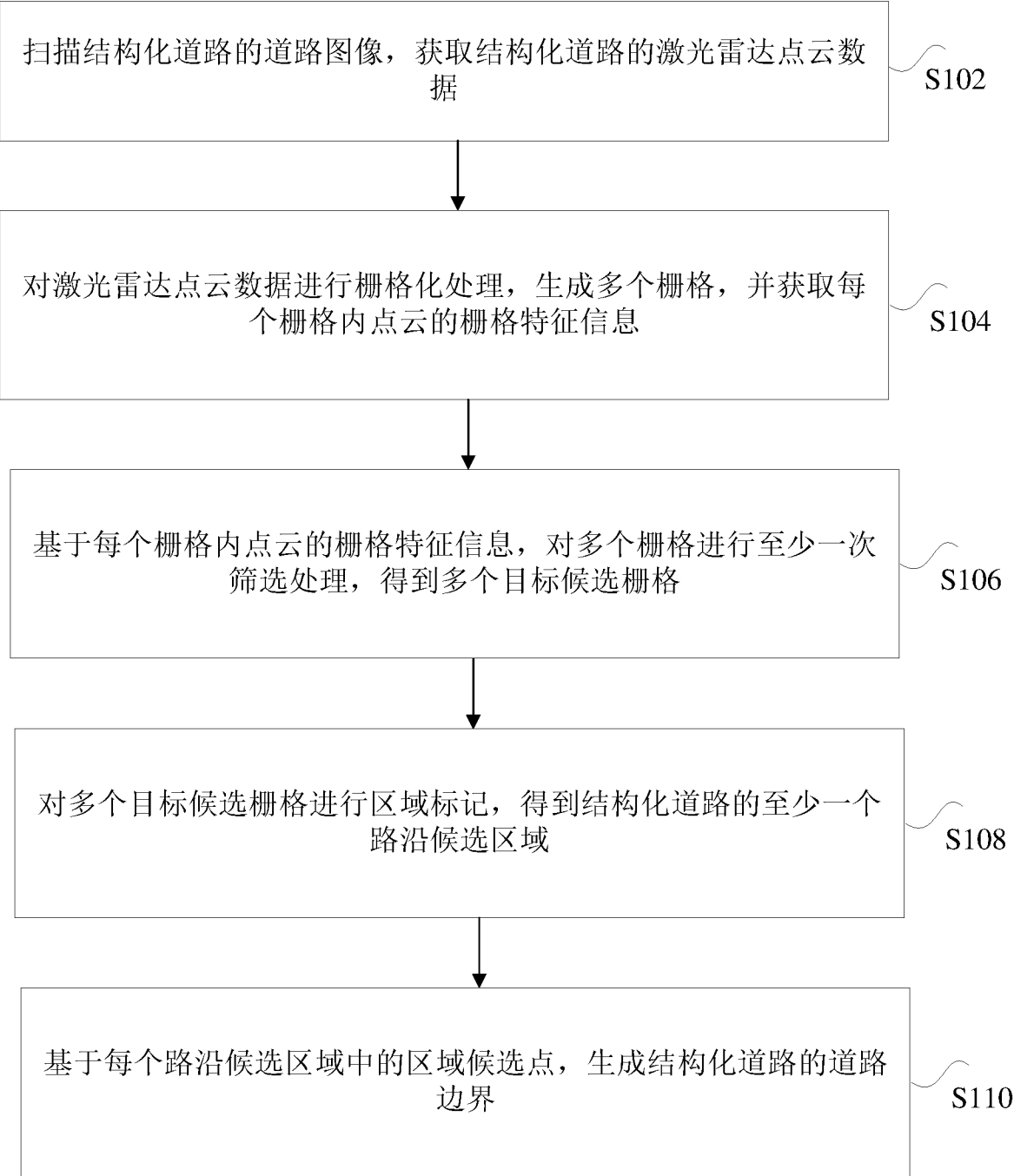


图 1

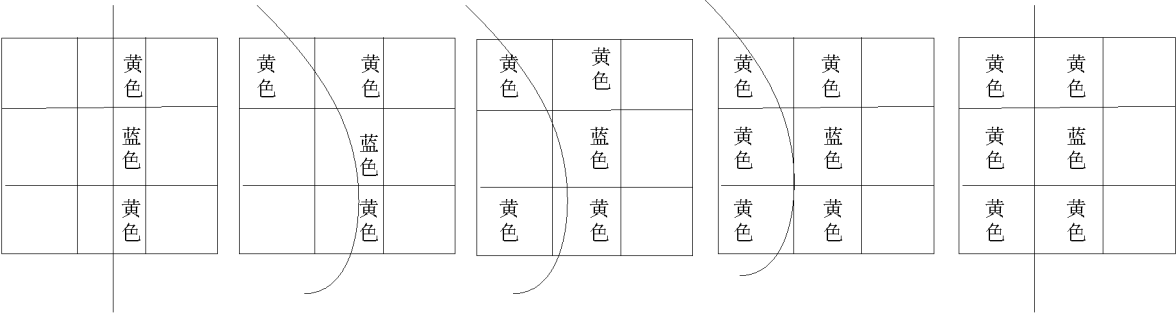
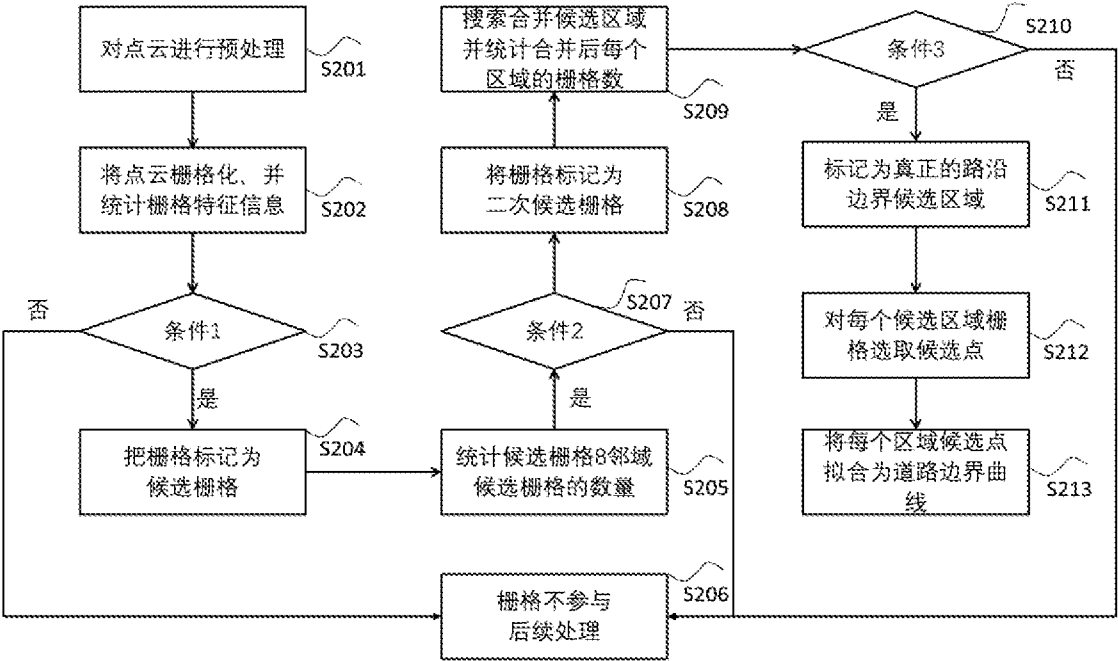
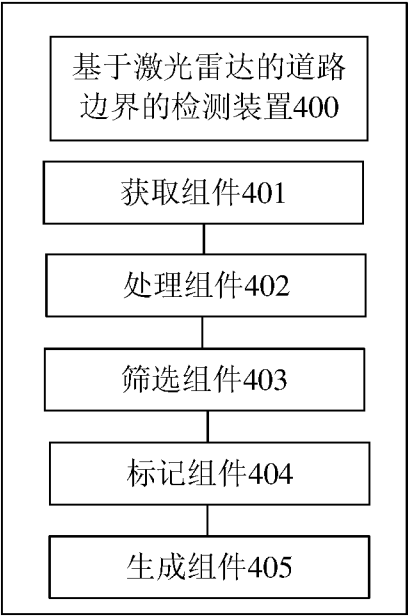


图 3



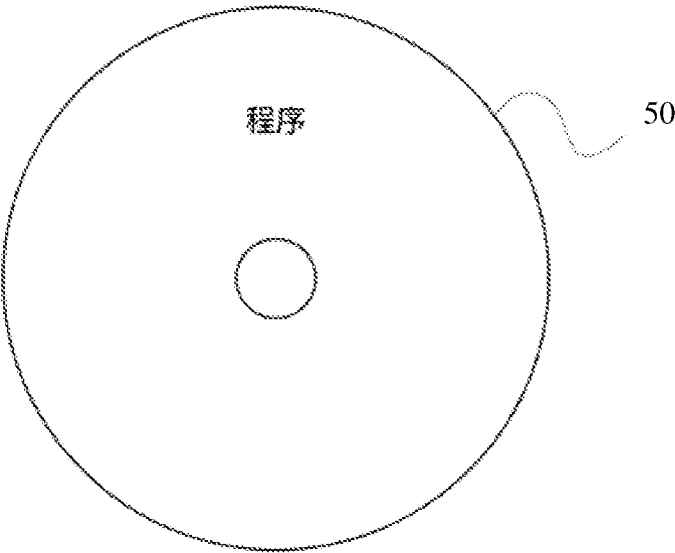


图 5

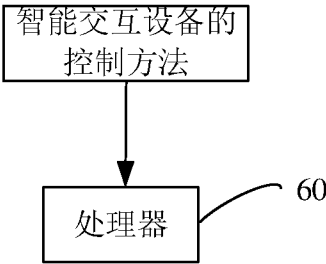


图 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/118213

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G06V 20/58(2022.01)i; G06V 10/22(2022.01)i; G06V 10/30(2022.01)i; G06V 10/44(2022.01)i; G06V 10/762(2022.01)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)

G06V; 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)

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE: 激光, 雷达, 道路, 边界, 路沿, 结构化, 点云, 栅格, 高度, 标记, 候选, 筛选, 滤除, 相邻, 邻域, 合并, 拟合, laser, radar, road, boundary, edge, structured, point cloud, grid, height, marker, candidate, filtering, adjacent, neighboring, merge, match

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 114359866 A (CHINA FAW CO., LTD.) 15 April 2022 (2022-04-15)<br>claims 1-10                                                             | 1-10                  |
| X         | CN 113009453 A (QINGDAO HUITUO INTELLIGENT MACHINE CO., LTD.) 22 June 2021 (2021-06-22)<br>description, paragraphs 0003-0004 and 0047-0103 | 1-10                  |
| A         | CN 106127113 A (BEIJING UNION UNIVERSITY) 16 November 2016 (2016-11-16)<br>entire document                                                 | 1-10                  |
| A         | CN 110320504 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 11 October 2019 (2019-10-11)<br>entire document                                                       | 1-10                  |
| A         | WO 2021168854 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 02 September 2021 (2021-09-02)<br>entire document                                         | 1-10                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 November 2022

Date of mailing of the international search report

05 December 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing  
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/118213**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| CN                                        | 114359866  | A  | 15 April 2022                        | None                    |                                      |
| CN                                        | 113009453  | A  | 22 June 2021                         | None                    |                                      |
| CN                                        | 106127113  | A  | 16 November 2016                     | None                    |                                      |
| CN                                        | 110320504  | A  | 11 October 2019                      | None                    |                                      |
| WO                                        | 2021168854 | A1 | 02 September 2021                    | None                    |                                      |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/118213

## A. 主题的分类

G06V 20/58(2022.01)i; G06V 10/22(2022.01)i; G06V 10/30(2022.01)i; G06V 10/44(2022.01)i; G06V 10/762(2022.01)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)

G06V; G01S

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))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE: 激光, 雷达, 道路, 边界, 路沿, 结构化, 点云, 栅格, 高度, 标记, 候选, 筛选, 滤除, 相邻, 邻域, 合并, 拟合, laser, radar, road, boundary, edge, structured, point cloud, grid, height, marker, candidate, filtering, adjacent, neighboring, merge, match

## 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 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PX   | CN 114359866 A (中国第一汽车股份有限公司) 2022年4月15日 (2022 - 04 - 15)<br>权利要求1-10                 | 1-10    |
| X    | CN 113009453 A (青岛慧拓智能机器有限公司) 2021年6月22日 (2021 - 06 - 22)<br>说明书第0003-0004、0047-0103段 | 1-10    |
| A    | CN 106127113 A (北京联合大学) 2016年11月16日 (2016 - 11 - 16)<br>全文                            | 1-10    |
| A    | CN 110320504 A (浙江大学) 2019年10月11日 (2019 - 10 - 11)<br>全文                              | 1-10    |
| A    | WO 2021168854 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2021年9月2日 (2021 - 09 - 02)<br>全文     | 1-10    |

☐ 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

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年11月26日

国际检索报告邮寄日期

2022年12月5日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(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

受权官员

李玉坤

电话号码 86-(10)-53961358



国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/118213

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|----------------|
| CN          | 114359866  | A  | 2022年4月15日     | 无    |                |
| CN          | 113009453  | A  | 2021年6月22日     | 无    |                |
| CN          | 106127113  | A  | 2016年11月16日    | 无    |                |
| CN          | 110320504  | A  | 2019年10月11日    | 无    |                |
| WO          | 2021168854 | A1 | 2021年9月2日      | 无    |                |