



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113494915 A

(43)申请公布日 2021.10.12

(21)申请号 202010255187.5

(22)申请日 2020.04.02

(71)申请人 广州汽车集团股份有限公司
地址 510030 广东省广州市越秀区东风中路448--458号成悦大厦23楼

(72)发明人 张三林 许松枝 刘前飞

(74)专利代理机构 深圳汇智容达专利商标事务所(普通合伙) 44238

代理人 熊贤卿

(51) Int. Cl.

G01C 21/28(2006.01)

G01S 17/86(2020.01)

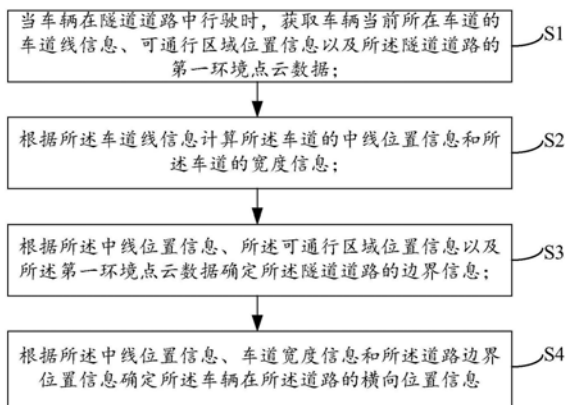
权利要求书4页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

一种车辆横向定位方法、装置及系统

(57)摘要

本发明提供一种车辆横向定位方法、装置和系统,其中,所述方法包括:当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及隧道道路的第一环境点云数据;根据车道线信息计算车道的中线位置信息和所述车道的宽度信息;根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;根据所述中线位置信息、宽度信息和边界信息确定车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。该方法通过视觉检测和激光雷达融合,实现了车辆的横向定位,避免了制作复杂高维特征的高精度地图和环境特征值的数据库,此外,该方法采用的算法简洁、高效,具有很强的实时性,相比复杂的特征匹配算法具有更强的鲁棒性。



1. 一种车辆横向定位方法,其特征在于,包括:

当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据;

根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道宽度信息;

根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;

根据所述中线位置信息、车道宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息具体包括:

根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息,所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置;

根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息;

根据所述中线位置信息、搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息;

根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界曲线信息。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息具体包括:

将所述中线位置信息和所述可通行区域位置信息分别投影到二维栅格地图中,对应得到二维栅格地图中的中线位置信息和二维栅格地图中的可通行区域位置点信息;

根据所述二维栅格地图中的可通行区域位置点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述二维栅格地图中的可通行区域位置点分为左通行区域位置点和右通行区域位置点;

计算所述左通行区域位置点与车辆坐标系原点之间的第一距离值,并计算所述右通行区域位置点与所述车辆坐标系原点之间的第二距离值;

将所述第一距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为左道路边界点的搜索起点,并将所述第二距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为右道路边界点的搜索起点。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息具体包括:

将所述第一环境点云数据进行坐标系转换,获得车辆坐标系下的第二环境点云数据;

将所述第二环境点云数据投影到所述二维栅格地图中,获得所述二维栅格地图中的第三环境点云数据,并记录所述第三环境点云的高度值;

从所述第三环境点云中选取待分析环境点云,分别计算所述待分析环境点云的高度值与设定区域的第三环境点云的高度值之间的第一差值,判断所述第一差值是否大于第一设定阈值,若是,则计数一次,获得所述设定区域对应的累计计数;

判断所述累计计数是否大于计数阈值,若是,则所述待分析环境点云对应的第一环境点云为所述第一候选点。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述搜索起点的位置信息和所述

第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息具体包括：

对所述第一候选点进行处理获得第二候选点，并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中；

根据所述二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系，将所述第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点；

根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息，并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述对所述第一候选点进行处理获得第二候选点具体包括：

遍历所述第一候选点，获取激光雷达的同一激光线束标记的第一候选点，对所述同一激光线束标记的第一候选点进行聚类；

计算任意类中的每一第一候选点与所述激光雷达水平方向之间的第三距离值；

获取所述任意类中的所述第三距离值中的最小距离值和最大距离值，并计算所述最小距离值和最大距离值之间的第二差值；

判断所述第二差值是否大于第二设定阈值，若是，则所述任意类中的第一候选点为所述第二候选点。

7. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息具体包括：

以所述左道路边界点的搜索起点为初始搜索中心，以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索；

若搜索到所述左道路候选边界点，则获取搜索到的所述左道路候选边界点的位置坐标，计算与搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值，根据所述搜索到的左道路候选边界点的位置坐标和所述第二斜率值确定下一搜索起始位置信息，并以所述下一搜索起始位置为第一当前搜索中心，以所述设定的规则进行搜索，直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索，其中，所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点；

若没有搜索到所述左道路候选边界点，则计算与所述当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值，根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第二斜率值确定下一搜索起始位置信息，以所述下一搜索起始位置为第二当前搜索中心，以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索，直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索，其中，所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点；和/或

所述根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息具体包括：

以所述右道路边界点的搜索起点为初始搜索中心，以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索；

若搜索到所述右道路候选边界点，则获取搜索到的所述右道路候选边界点的位置坐标，计算与搜索到的所述右道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第三斜率值，根据所述搜索到的右道路候选边界点的位置坐标和所述第三斜率值确定下一搜索起始位置，并

以所述下一搜索起始位置为第三当前搜索中心,以所述设定的规则进行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点;

若没有搜索到所述右道路候选边界点,则计算与当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第四斜率值,根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第四斜率值确定下一搜索起始位置信息,以所述下一搜索起始位置为第四当前搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述根据所述搜索到的左道路候选边界点的位置坐标和所述第一斜率值确定下一搜索起始位置信息具体包括:

将所述搜索到的左道路候选边界点的纵坐标值确定为所述下一搜索位置的纵坐标值;

利用所述搜索到的左道路候选边界点的横坐标值乘以所述第一斜率值得到第一乘积,计算所述第一乘积和所述搜索到的左道路候选边界点的横坐标的第一和值,所述第一和值为所述下一搜索起始位置的横坐标值。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述计算与搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值具体包括:

获取与所述搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线点的第一横向坐标值;

获取所述车道中线点下一行栅格中的车道中线点的第二横向坐标值;

计算所述第二横向坐标值和所述第一横向坐标值之间的第三差值,所述第三差值为所述第二斜率值。

10. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界曲线信息具体包括:

对所述左道路边界点进行拟合获得左道路边界曲线信息,并对所述右道路边界点进行拟合获得右道路边界曲线信息。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,根据所述中线位置信息、车道宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息具体包括:

根据所述中线位置信息、车道宽度信息、左道路边界曲线和右道路边界曲线确定所述隧道道路的车道总数、所述车辆当前所在车道以及所述车辆在所述当前所在车道的横向位置。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述根据所述中线位置信息、车道宽度信息、左道路边界曲线和右道路边界曲线确定所述隧道道路的车道总数、所述车辆当前所在的车道以及所述车辆在所述当前所在车道的横向位置具体包括:

计算所述车辆坐标原点至所述左道路边界曲线的第四距离值和所述车辆坐标原点至所述右道路边界曲线的第五距离值;

根据所述第四距离值和所述第五距离值计算获得所述隧道道路的总宽度值,并根据所述总宽度值和所述宽度信息计算获得所述隧道道路的总车道数;

根据所述第四距离值和所述宽度信息确定所述车辆当前所在车道或根据所述第五距离值和所述宽度信息确定所述车辆当前所在车道;

计算所述车辆坐标原点与所述中线之间的第六距离值,根据所述第六距离值确定所述车辆在当前所在车道中的横向位置。

13. 一种车辆横向定位装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据;

计算单元,用于根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道的宽度信息;

边界信息确定单元,用于根据所述车道中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;

横向位置确定单元,用于根据所述中线位置信息、宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述边界信息确定单元包括:

搜索起点确定单元,用于根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息,所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置;

第一候选点确定单元,用于根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息;

道路边界点信息确定单元,用于根据所述搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息;

道路边界确定单元,用于根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界信息。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述道路边界点信息确定单元具体包括:

第二候选点确定单元,用于对所述第一候选点进行处理获得第二候选点,并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中;

候选道路边界点确定单元,用于根据所述二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点;

左、右道路边界点确定单元,用于根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息,并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息;

拟合单元,用于分别对所述左道路边界点信息和所述右道路边界点信息进行拟合,对应获得左道路边界曲线信息和右道路边界曲线信息。

16. 一种车辆横向定位系统,其特征在于,包括:视觉检测装置、激光雷达以及如权利要求13-15任一项所述的车辆横向定位装置,其中,

所述视觉检测装置用于当车辆在隧道道路中行驶时,采集并处理车辆当前行驶方向的图像信息,输出所述车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息;

所述激光雷达装置用于采集所述隧道道路的环境信息,输出所述隧道道路的第一环境点云数据。

17. 根据权利要求16所述的系统,其特征在于:

所述视觉检测装置为EPM系统,所述激光雷达为多线束激光雷达。

一种车辆横向定位方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆定位技术领域,尤其涉及一种车辆横向定位方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 随着智能汽车的发展,自动驾驶相关的技术受到业界普遍的关注。自动驾驶的软件模块主要包括感知模块、导航定位模块、决策规划模块、运动控制模块等。其中,定位模块为智能汽车实时提供厘米级定位,保证车辆在道路上安全自动行驶。

[0003] 当智能汽车在隧道中自动行驶时,精准定位是自动驾驶技术的难题。通常,车辆在纵向上可依靠车道线、通行区域等信息正常行驶,故纵向定位精度通常要求不高;然而,横向定位要精准的确认当前所在车道,以及所在车道的厘米级定位,才能保证安全行驶。因此,解决智能汽车在隧道中的横向定位是保证车辆在隧道安全自动驾驶的核心。

[0004] 自动驾驶定位目前主要包含全球卫星导航系统(GNSS)定位、惯性单元(IMU)定位和高精度地图定位。全球卫星导航系统(GNSS)定位中常见的GPS定位,是通过计算多颗卫星与车辆之间的距离,实现目标的定位。GPS测距方法简单,但受光速在不同介质中传播等因素的影响,会产生测量误差。为了降低GPS定位误差,采用了差分GPS技术,通过接收对比基站的GPS数据进行误差校准,实现厘米级定位。此种定位方法在开阔的环境中,定位效果较好,在有遮挡或者电子干扰的环境下,定位精度较差,甚至失效,因此不适应隧道环境下的定位。利用惯性单元(IMU)获取定位的方法会产生累计误差,需要及时通过GPS校准。在较长隧道行驶中,IMU的定位精度会迅速下降,直到最后失效,无法长时间实现车辆在隧道中精准的横向定位。高精度地图定位方法是通过制定高精度地图,依靠激光雷达或视觉检测,实现与高精度地图特征匹配,进而达到准确定位的效果。此种定位方法依赖当前环境的特征,而智能汽车在隧道行驶过程中,很多时候环境特征差异较小,对特征匹配定位具有一定挑战,故稳定准确给出车辆在隧道中的横向定位也有一定困难。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种车辆横向定位方法、装置及系统,以解决现有技术中车辆在隧道行驶时车辆横向定位不准确的问题。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明第一方面提供一种车辆横向定位方法,包括:

[0007] 当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据;

[0008] 根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道宽度信息;

[0009] 根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;

[0010] 根据所述中线位置信息、车道宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。

[0011] 在一具体实施方式中,所述根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以

及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息具体包括：

[0012] 根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息，所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置；

[0013] 根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息；

[0014] 根据所述中线位置信息、搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息；

[0015] 根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界曲线信息。

[0016] 在一具体实施方式中，所述根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息具体包括：

[0017] 将所述中线位置信息和所述可通行区域位置信息分别投影到二维栅格地图中，对应得到二维栅格地图中的中线位置信息和二维栅格地图中的可通行区域位置点信息；

[0018] 根据所述二维栅格地图中的可通行区域位置点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系，将所述二维栅格地图中的可通行区域位置点分为左通行区域位置点和右通行区域位置点；

[0019] 计算所述左通行区域位置点与车辆坐标系原点之间的第一距离值，并计算所述右通行区域位置点与所述车辆坐标系原点之间的第二距离值；

[0020] 将所述第一距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为左道路边界点的搜索起点，并将所述第二距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为右道路边界点的搜索起点。

[0021] 在一具体实施方式中，所述根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息具体包括：

[0022] 将所述第一环境点云数据进行坐标系转换，获得车辆坐标系下的第二环境点云数据；

[0023] 将所述第二环境点云数据投影到所述二维栅格地图中，获得所述二维栅格地图中的第三环境点云数据，并记录所述第三环境点云的高度值；

[0024] 从所述第三环境点云中选取待分析环境点云，分别计算所述待分析环境点云的高度值与设定区域的第三环境点云的高度值之间的第一差值，判断所述第一差值是否大于第一设定阈值，若是，则计数一次，获得所述设定区域对应的累计计数；

[0025] 判断所述累计计数是否大于计数阈值，若是，则所述待分析环境点云对应的第一环境点云为所述第一候选点。

[0026] 在一具体实施方式中，所述根据所述搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息具体包括：

[0027] 对所述第一候选点进行处理获得第二候选点，并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中；

[0028] 根据所述二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系，将所述第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点；

[0029] 根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息，并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息。

[0030] 在一具体实施方式中,所述对所述第一候选点进行处理获得第二候选点具体包括:

[0031] 遍历所述第一候选点,获取激光雷达的同一激光线束标记的第一候选点,对所述同一激光线束标记的第一候选点进行聚类;

[0032] 计算任意类中的每一第一候选点与所述激光雷达水平方向之间的第三距离值;

[0033] 获取所述任意类中的所述第三距离值中的最小距离值和最大距离值,并计算所述最小距离值和最大距离值之间的第二差值;

[0034] 判断所述第二差值是否大于第二设定阈值,若是,则所述任意类中的第一候选点为所述第二候选点。

[0035] 在一具体实施方式中,所述根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息具体包括:

[0036] 以所述左道路边界点的搜索起点为初始搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索;

[0037] 若搜索到所述左道路候选边界点,则获取搜索到的所述左道路候选边界点的位置坐标,计算与搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值,根据所述搜索到的左道路候选边界点的位置坐标和所述第二斜率值确定下一搜索起始位置信息,并以所述下一搜索起始位置为第一当前搜索中心,以所述设定的规则进行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点;

[0038] 若没有搜索到所述左道路候选边界点,则计算与所述当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第三斜率值,根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第三斜率值确定下一搜索起始位置信息,以所述下一搜索起始位置为第二当前搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点;和/或

[0039] 所述根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息具体包括:

[0040] 以所述右道路边界点的搜索起点为初始搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索;

[0041] 若搜索到所述右道路候选边界点,则获取搜索到的所述右道路候选边界点的位置坐标,计算与搜索到的所述右道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第三斜率值,根据所述搜索到的右道路候选边界点的位置坐标和所述第三斜率值确定下一搜索起始位置,并以所述下一搜索起始位置为第三当前搜索中心,以所述设定的规则进行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点;

[0042] 若没有搜索到所述右道路候选边界点,则计算与当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第四斜率值,根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第四斜率值确定下一搜索起始位置信息,以所述下一搜索起始位置为第四当前搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点。

[0043] 在一具体实施方式中,所述根据所述搜索到的左道路候选边界点的位置坐标和所述第一斜率值确定下一搜索起始位置信息具体包括:

[0044] 将所述搜索到的左道路候选边界点的纵坐标值确定为所述下一搜索位置的纵坐标值;

[0045] 利用所述搜索到的左道路候选边界点的横坐标值乘以所述第一斜率值得到第一乘积,计算所述第一乘积和所述搜索到的左道路候选边界点的横坐标的第一和值,所述第一和值为所述下一搜索起始位置的横坐标值。

[0046] 在一具体实施方式中,所述计算与搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值具体包括:

[0047] 获取与所述搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线点的第一横向坐标值;

[0048] 获取所述车道中线点下一行栅格中的车道中线点的第二横向坐标值;

[0049] 计算所述第二横向坐标值和所述第一横向坐标值之间的第三差值,所述第三差值为所述第一斜率值。

[0050] 在一具体实施方式中,所述根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界曲线信息具体包括:

[0051] 对所述左道路边界点进行拟合获得左道路边界曲线信息,并对所述右道路边界点进行拟合获得右道路边界曲线信息。

[0052] 在一具体实施方式中,根据所述中线位置信息、宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息具体包括:

[0053] 计算所述车辆坐标原点至所述左道路边界曲线的第四距离值和所述车辆坐标原点至所述右道路边界曲线的第五距离值;

[0054] 根据所述第四距离值和所述第五距离值计算获得所述隧道道路的总宽度值,并根据所述总宽度值和所述宽度信息计算获得所述隧道道路的总车道数;

[0055] 根据所述第四距离值和所述宽度信息确定所述车辆所行驶的车道或根据所述第五距离值和所述宽度信息确定所述车辆所行驶的车道;

[0056] 计算所述车辆坐标原点与所述中线之间的第六距离值,根据所述第六距离值确定所述车辆在所行驶的车道的横向位置坐标。

[0057] 本发明第二方面提供一种车辆横向定位装置,包括:

[0058] 获取单元,用于当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据;

[0059] 计算单元,用于根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道的宽度信息;

[0060] 边界信息确定单元,用于根据所述车道中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;

[0061] 横向位置确定单元,用于根据所述中线位置信息、宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。

[0062] 在一具体实施方式中,所述边界信息确定单元包括:

[0063] 搜索起点确定单元,用于根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定

搜索起点的位置信息,所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置;

[0064] 第一候选点确定单元,用于根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息;

[0065] 道路边界点信息确定单元,用于根据所述搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息;

[0066] 道路边界确定单元,用于根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界信息。

[0067] 在一具体实施方式中,所述道路边界点信息确定单元具体包括:

[0068] 第二候选点确定单元,用于对所述第一候选点进行处理获得第二候选点,并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中;

[0069] 候选道路边界点确定单元,用于根据所述二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点;

[0070] 左、右道路边界点确定单元,用于根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息,并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息;

[0071] 拟合单元,用于分别对所述左道路边界点信息和所述右道路边界点信息进行拟合,对应获得左道路边界曲线信息和右道路边界曲线信息。

[0072] 本发明第三方面提供一种车辆横向定位系统,包括:视觉检测装置、激光雷达以及前述的车辆横向定位装置,其中,

[0073] 所述视觉检测装置用于当车辆在隧道道路中行驶时,采集并处理车辆当前行驶方向的图像信息,输出所述车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息;

[0074] 所述激光雷达装置用于采集所述隧道道路的环境信息,输出所述隧道道路的第一环境点云数据。

[0075] 在一具体实施方式中,所述视觉检测装置为EPM系统,所述激光雷达为64线激光雷达。

[0076] 本发明实施例的有益效果在于:该方法通过获取车辆在隧道道路中的当前车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及隧道道路的环境点云数据,并根据所述车道线信息、可通行区域位置信息以及环境点云数据确定隧道道路的边界信息,根据所述车道线信息和边界信息确定所述车辆的横向位置信息。该方法通过视觉检测和激光雷达融合,实现了车辆的横向定位,避免了制作复杂高维特征的高精度地图和环境特征值的数据库,此外,该方法采用的算法简洁、高效,具有很强的实时性,相比复杂的特征匹配算法具有更强的鲁棒性。

附图说明

[0077] 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的附图。

[0078] 图1是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的流程示意图;

- [0079] 图2是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的步骤S3的更具体的流程示意图；
- [0080] 图3是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的步骤S31的更具体的流程示意图；
- [0081] 图4是是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的步骤S32的更具体的流程示意图；
- [0082] 图5是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的步骤S33的更具体的流程示意图；
- [0083] 图6是本发明实施例一的一种车辆横向定位方法的第一候选点的聚类示意图；
- [0084] 图7是本发明实施例二的一种车辆横向定位装置的结构示意图；
- [0085] 图8是本发明实施例三的一种车辆横向定位系统的结构示意图。

具体实施方式

- [0086] 以下各实施例的说明是参考附图,用以示例本发明可以用以实施的特定实施例。
- [0087] 以下参照图1所示,本发明实施例一提供一种车辆横向定位方法,包括如下步骤:
- [0088] S1、当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据。
- [0089] 具体地,自动驾驶汽车搭载Mobileye的EPM系统,EPM系统通过车载相机获取车辆当前所在道路的图像信息,EPM系统对图像信息进行处理,输出车辆当前行驶的车道的车道线信息和可通行区域位置信息。其中,所述车道线信息包括车道线的多项式系数和所述车道线的纵向距离,其中所述可通行区域位置信息为离散位置点信息,当所述车辆前方具有车辆时,所述离散位置点信息由离散道路点位置信息和所述前方车辆的位置的边界点位置信息共同组成。
- [0090] 具体地,采用车载激光雷达实时扫描车辆所在隧道道路的环境信息,获得pcap格式的数据包,所述数据包是以激光雷达为中心的极坐标环境点云数据,即第一环境点云数据。
- [0091] S2、根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道宽度信息。
- [0092] 具体地,假设所述车道的左右车道线使用三次曲线方程 $x = a_3y^3 + a_2y^2 + a_1y + a_0$ 表示, y 表示车道线到车辆坐标系原点的纵向距离, x 则为车道线的横向位置,其中, x 为正值表示车道线在车辆右侧, x 为负值表示车道线在车辆左侧, a_3 、 a_2 、 a_1 、 a_0 为对应的系数。根据EPM系统输出的左右车道线在纵向距离的范围,由上述方程计算得到该纵向范围内对应的车道线横向位置。在同一纵向距离,求出左右车道线横向位置分别为 x_L 、 x_R ,则车道中线表示为 $(x_L + x_R) / 2$ 。车道线宽度表示为 $|x_L - x_R|$,遍历左右车道线的纵向距离范围,则得到该范围内的车道中线位置,同时对纵向范围内求出的车道线宽度取均值,即可得到车道线宽度。
- [0093] S3、根据所述中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息。
- [0094] 如图2所示,在一具体实施方式中,所述步骤S3具体包括:
- [0095] S31、根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点位置信息,所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置。

[0096] S32、根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息。

[0097] S33、根据所述中线位置信息、搜索起点位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息。

[0098] S34、根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界曲线信息。

[0099] 如图3所示,在一具体实施方式中,所述步骤S31具体包括:

[0100] S311、将所述中线位置信息和所述可通行区域位置信息分别投影到二维栅格地图中,对应得到二维栅格地图中的中线位置信息和二维栅格地图中的可通行区域位置点信息。

[0101] 以车道中线为例进行说明,假设车道中线的位置坐标为 (x, y) ,其中 x 为车道中线的横向坐标, y 为车道中线的纵向坐标,其在二维栅格地图中对应的坐标为 (u, v) ,其中, u 为二维栅格地图中的车道中线的横向坐标, v 为二维栅格地图中的车道中线的纵向坐标,则计算公式为:

$$[0102] \quad u = x/R_x + U$$

$$[0103] \quad v = y/R_y + V$$

[0104] 其中, R_x 为二维栅格的横向分辨率, R_y 为二维栅格的纵向分辨率, U 为车辆坐标系原点在二维栅格地图中的横坐标, V 为车辆坐标系原点在二维栅格地图中的纵坐标。在一具体实施方式中,所述二维栅格地图的大小为 400×400 ,采用的二维栅格地图横向和纵向的分辨率均为 20cm ,则 $R_x = R_y = 20\text{cm}$;二维栅格地图纵向范围为 80 米,横向左右各 40 米,则 $U = 200, V = 400$ 。

[0105] 按照上述计算公式可将可通行区域位置信息投影到二维栅格地图中,获得二维栅格地图中的可通行区域位置点信息。

[0106] S312、根据所述二维栅格地图中的可通行区域位置点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述二维栅格地图中的可通行区域位置点分为左通行区域位置点和右通行区域位置点。

[0107] 具体地,根据所述二维栅格地图中的可通行区域位置点处于所述二维栅格地图中的车道中线位置的左边还是右边,将所述二维栅格地图中的可通行区域位置点对应分为左通行区域位置点和右通行区域位置点。当二维栅格地图中的可通行区域位置点处于二维栅格地图中的车道中线的坐标,则为左通行区域位置点,若处于右边,则为右通行区域位置点。

[0108] S313、计算所述左通行区域位置点与车辆坐标系原点之间的第一距离值并计算所述右通行区域位置点与所述车辆坐标系原点之间的第二距离值。

[0109] 在一具体实施方式中,所述车辆坐标系原点为车辆车头的中心点,计算每一左通行区域位置点与车头的中心点之间的第一距离值,并计算每一右通行区域位置点与车头的中心点之间的第二距离值。

[0110] S314、将所述第一距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为左道路边界点的搜索起点,并将所述第二距离值中的最小值对应的可通行区域位置点作为右道路边界点的搜索起点。

[0111] 如图4所示,在一具体实施方式中,所述步骤S32具体包括:

[0112] S321、将所述第一环境点云数据进行坐标系转换,获得车辆坐标系下的第二环境点云数据。

[0113] 具体地,对激光雷达获得的第一环境点云数据进行数据校正、坐标转换后得到车辆坐标系下的第二环境点云数据。

[0114] S322、将所述第二环境点云数据投影到所述二维栅格地图中,获得所述二维栅格地图中的第三环境点云数据,并记录所述第三环境点云的高度值。

[0115] 将车辆坐标系下的第二环境点云数据投影到所述二维栅格地图中,获得二维栅格地图中的第三环境点云数据,并记录所述第三环境点云的高度值。

[0116] S323、从所述第三环境点云中选取待分析环境点云,分别计算所述待分析环境点云的高度值与设定区域的第三环境点云的高度值之间的第一差值,判断所述第一差值是否大于第一设定阈值,若是,则计数一次,获得所述设定区域对应的累计计数。

[0117] S324、判断所述累计计数是否大于计数阈值,若是,则所述待分析环境点云对应的第一环境点云为所述第一候选点。

[0118] 具体地,从所述二维栅格地图中的第三环境点云中选取任意点云作为待分析点云,计算所述待分析点云的高度值与设定区域中的每一第三环境点云的高度值之间的差值,判断所述差值是否大于第一阈值,若是,则计数一次,获取所述设定区域对应的累计计数,并判断所述累计计数是否大于计数阈值,若大于,则所述待分析点云对应的第一环境点云为第一候选点。其中,所述设定区域以所述待分析点云数据投射到所述二维栅格地图中的位置为中心,其大小为 $m \times n$ 的区域。优选地,所述 m 的取值为10至20之间,所述 n 的取值为10至20之间。优选地,所述第一阈值的取值范围为10cm—20cm,所述计数阈值 N 可取 $N = 0.25 * m * n$ 。

[0119] 如图5所示,在一具体实施方式中,所述步骤S33具体包括:

[0120] S331、对所述第一候选点进行处理获得第二候选点,并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中。

[0121] 由于车辆震动俯仰时,会造成临界的激光点云高度发生突变,产生明显的高度差,从而出现部分连续被错误标记的道路边界候选点,因而需要对所述第一候选点进行处理以获得最终的道路边界候选点,即第二候选点。

[0122] 遍历所述第一候选点,获取激光雷达的同一激光线束标记的第一候选点,对所述同一激光线束标记的第一候选点进行聚类。具体地,如图6所示,选取同一激光线束标记的相邻位置的两个第一候选点假设为A和B,该两个第一候选点形成一段圆弧,沿着这一段圆弧进行顺时针和逆时针360度搜索,假设第一候选点C和D在这段圆弧的搜索方向上,则可以搜索到C和D,按照上述方式,完成这段圆弧方向上的所有第一候选点的搜索,搜索到的所有第一候选点与第一候选点A和B属于同一类。由于第一候选点E不在第一候选点A和B形成的圆弧上,因而第一候选点E与候选点A不属于同一类。当完成该类搜索时,重新选择相邻位置的两个第一候选点,按照上述方式进行搜索,直至完成所有第一候选点的聚类。对于每一类中的第一候选点,计算该类中的第一候选点至所述激光雷达水平方向之间的第三距离值,获取该类中的第三距离值的最小距离值和最大距离值,计算所述最大距离值和所述最小距离值之间的第二差值,判断所述第二差值是否大于第二设定阈值,若是,则该类中的第一候选点为所述第二候选点。将所述第二候选点数据投射到所述二维栅格地图中,获得二维栅

格地图中的第二候选点数据。其中,所述第二设定阈值优选为20cm-40cm。

[0123] S332、根据二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述二维栅格地图中的第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点。

[0124] 具体地,以车辆前进方向为正方向,根据二维栅格地图中的第二候选点处于车道中线的左边还是右边,将所述二维栅格地图中的第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点。若所述二维栅格地图中的第二候选点处于车道中线的左边,则其为左道路候选边界点,若所述二维栅格地图中的第二候选点处于车道中线的右边,则其为右道路候选边界点。

[0125] S333、根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息,并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息。

[0126] 具体地,在搜索左道路边界点时,以所述左道路边界点的搜索起点为初始搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,若搜索到所述左道路候选边界点,则获取搜索到的所述左道路候选边界点的位置坐标,计算与搜索到的所述左道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第二斜率值,根据所述搜索到的左道路候选边界点的位置坐标和所述第二斜率值确定下一搜索起始位置信息,并以所述下一搜索起始位置为第一当前搜索中心,以所述设定的规则进行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点,若没有搜索到所述左道路候选边界点,则计算与所述当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第三斜率值,根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第三斜率值确定下一搜索起始位置信息,以所述下一搜索起始位置为第二当前搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的左道路候选边界点为所述左道路边界点。

[0127] 具体地,在搜索右道路边界点时,以所述右道路边界点的搜索起点为初始搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,若搜索到所述右道路候选边界点,则获取搜索到的所述右道路候选边界点的位置坐标,计算与搜索到的所述右道路候选边界点同一纵坐标处的车道中线的第三斜率值,根据所述搜索到的右道路候选边界点的位置坐标和所述第三斜率值确定下一搜索起始位置,并以所述下一搜索起始位置为第三当前搜索中心,以所述设定的规则进行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点,若没有搜索到所述右道路候选边界点,则计算与当前搜索中心同一纵坐标处的车道中线的第四斜率值,根据所述当前搜索中心的坐标位置信息和所述第四斜率值确定下一搜索起始位置信息,以所述下一搜索起始位置为第四当前搜索中心,以设定规则对所述二维栅格地图进行逐行搜索,直至完成所述二维栅格地图的所有行的搜索,其中,所述搜索到的右道路候选边界点为所述右道路边界点。

[0128] 具体地,利用车道中线将候选边界点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点后,左道路边界点的搜索起点在左道路边界点附近,右道路边界点的搜索起点在右道路边界点的附近,因而以左道路边界点的搜索起点作为左道路边界点的初始搜索起点,右道路边界点的搜索起点作为右道路边界点的初始搜索起点,在二维栅格地图中按设定的规则进

行逐行搜索。其中,所述设定规则是指以当前搜索中心为中点,形成一条长度为 w 的线段,所述线段所在的直线与二维栅格地图的行所在的直线平行,然后以所述 w 为宽度进行逐行搜索。其中,所述 w 优选为2米。

[0129] 以下举例说明,若搜索到的道路边界候选点的位置坐标为 $I[i_0, j_0]$, i_0 为横坐标,表示栅格地图的列, j_0 为纵坐标,表示栅格地图的行,则下一搜索起始位置的坐标 $I[i_1, j_1]$ 为:

$$[0130] \quad i_1 = i_0$$

$$[0131] \quad j_1 = k * j_0 + j_0$$

$$[0132] \quad k = u_1 - u_0$$

[0133] 其中, k 为斜率, u_0 为与所述搜索到的道路边界候选点的下一纵向距离的车道中线点的横坐标, u_1 为所述车道中线点的下一行的中线点的横坐标。

[0134] 其中,第一斜率、第二斜率、第三斜率和第四斜率均采用上述 k 的计算方法进行计算。

[0135] 在一具体实施方式中,所述步骤S34具体为:对所述左道路边界点进行拟合获得左道路边界曲线,对右道路边界点进行拟合获得右道路边界曲线。其中拟合可以采用二次抛物线模型、B样条曲线、贝塞尔曲线等。

[0136] S4、根据所述中线位置信息、车道宽度信息和所述道路边界位置信息确定所述车辆在所述道路的横向位置信息。

[0137] 其中,根据所述中线位置信息、车道宽度信息、左道路边界曲线和右道路边界曲线确定所述隧道道路的车道总数、所述车辆当前所在车道以及所述车辆在所述当前所在车道的横向位置。

[0138] 具体地,由于车辆坐标原点在所述二维栅格地图中的位置是固定的,因而在获得了隧道道路左道路边界曲线和右道路边界曲线后,可以计算所述车辆坐标原点到所述左道路边界曲线的第四距离 L_1 和所述车辆坐标原点到所述右道路边界曲线的第五距离 L_r ,根据所述车辆坐标原点到所述左道路边界曲线的第四距离 L_1 和所述车辆坐标原点到右道路边界曲线的第五距离 L_r 计算获得所述隧道道路的道路宽度 T_w ,利用所述隧道宽度 T_w 除以当前道路宽度 L_w 可以得到所述隧道道路的车道总数。根据车辆坐标原点到所述左道路边界曲线的距离 L_1 或所述车辆坐标原点到所述右道路边界曲线的距离 L_r 与所述车道宽度可以确定所述车辆具体处于所述隧道道路中的具体车道。例如,所述车辆行驶在左2车道。根据车辆坐标原点距离车道中线的第六距离确定所述车辆在所行驶的车道的横向位置。例如,所述车辆处于左2车道的中线偏左0.2米。

[0139] 本发明实施例的车辆横向定位方法,通过获取车辆在隧道道路中的当前车道的车道线信息、可通行区域位置信息以及隧道道路的环境点云数据,并根据所述车道线信息、可通行区域位置信息以及环境点云数据确定隧道道路的边界信息,根据所述车道线信息和边界信息确定所述车辆的横向位置信息。该方法通过视觉检测和激光雷达融合,实现了车辆的横向定位,避免了制作复杂高维特征的高精度地图和环境特征值的数据库,此外,该方法采用的算法简洁、高效,具有很强的实时性,相比复杂的特征匹配算法具有更强的鲁棒性。

[0140] 本发明实施例二还提供一种车辆横向定位装置,如图7所示,该横向定位装置10包括获取单元1,用于当车辆在隧道道路中行驶时,获取车辆当前所在车道的车道线信息、可

通行区域位置信息以及所述隧道道路的第一环境点云数据;计算单元2,用于根据所述车道线信息计算所述车道的中线位置信息和所述车道的宽度信息;边界信息确定单元3,用于根据所述车道中线位置信息、所述可通行区域位置信息以及所述第一环境点云数据确定所述隧道道路的边界信息;横向位置确定单元4,用于根据所述中线位置信息、宽度信息和所述边界信息确定所述车辆在所述隧道道路中的横向位置信息。

[0141] 其中,所述边界信息确定单元3包括:搜索起点确定单元,用于根据所述可通行区域位置信息和所述中线位置信息确定搜索起点的位置信息,所述搜索起点为隧道道路边界点的初始搜索位置;第一候选点确定单元,用于根据所述第一环境点云数据确定所述隧道道路边界点的第一候选点的位置信息;道路边界点信息确定单元,用于根据所述搜索起点的位置信息和所述第一候选点的位置信息确定所述隧道道路边界点信息;道路边界确定单元,用于根据所述隧道道路边界点信息确定所述道路边界信息。

[0142] 其中,所述道路边界点信息确定单元具体包括:第二候选点确定单元,用于对所述第一候选点进行处理获得第二候选点,并将所述第二候选点投影到所述二维栅格地图中;候选道路边界点确定单元,用于根据所述二维栅格地图中的第二候选点与所述二维栅格地图中的中线的相对位置关系,将所述第二候选点分为左道路候选边界点和右道路候选边界点;左、右道路边界点确定单元,用于根据所述左道路候选边界点和所述左道路边界点的搜索起点获得所述左道路边界点信息,并根据所述右道路候选边界点和所述右道路边界点的搜索起点获得所述右道路边界点信息;拟合单元,用于分别对所述左道路边界点信息和所述右道路边界点信息进行拟合,对应获得左道路边界曲线信息和右道路边界曲线信息。

[0143] 本发明实施例三还提供一种车辆横向定位系统,如图8所示,该定位系统100包括:视觉检测装置20、激光雷达30以及前述的车辆横向定位装置,其中,所述视觉检测装置20用于当车辆在隧道道路中行驶时,采集并处理车辆当前行驶方向的图像信息,输出所述车辆当前所在车道的车道线信息、可通行区域位置信息;所述激光雷达30用于采集所述隧道道路的环境信息,输出所述隧道道路的第一环境点云数据。

[0144] 其中,所述视觉检测装置20为能在隧道环境下可稳定输出车道线和可通行区域信息的视觉检测装置,优选为EPM系统。

[0145] 所述激光雷达30为多线束激光雷达,如4线激光雷达、32线激光雷达、64线激光雷达等。

[0146] 有关本实施例的工作原理以及所带来的有益效果请参照本发明实施例一的说明,此处不再赘述。

[0147] 以上所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

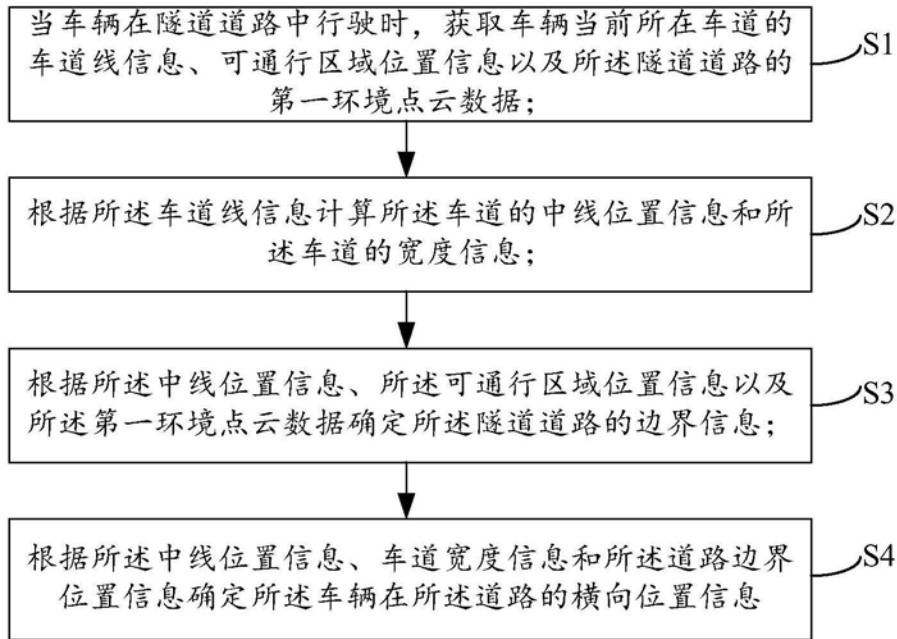


图1

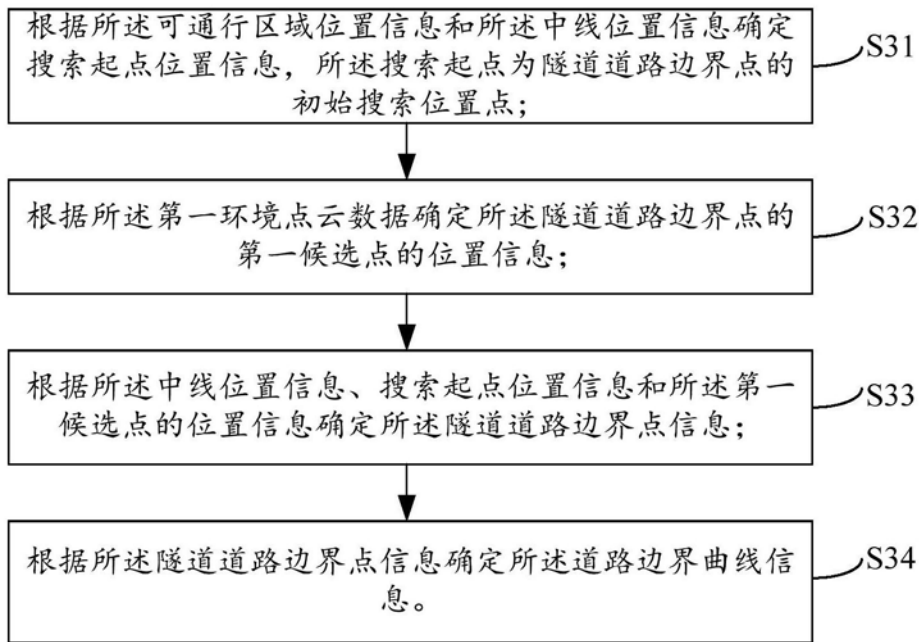


图2

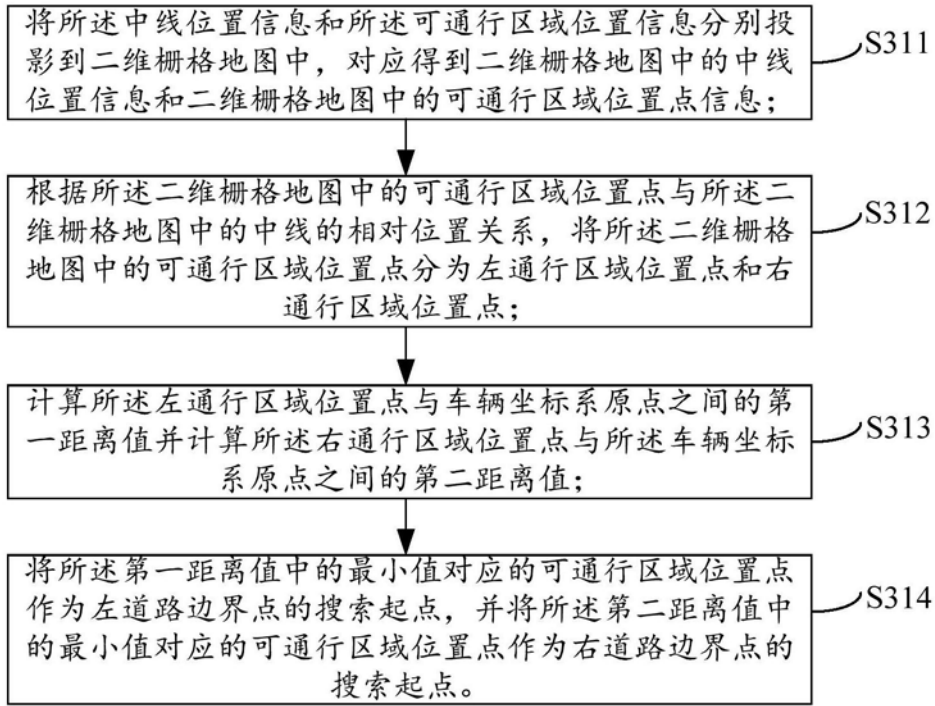


图3

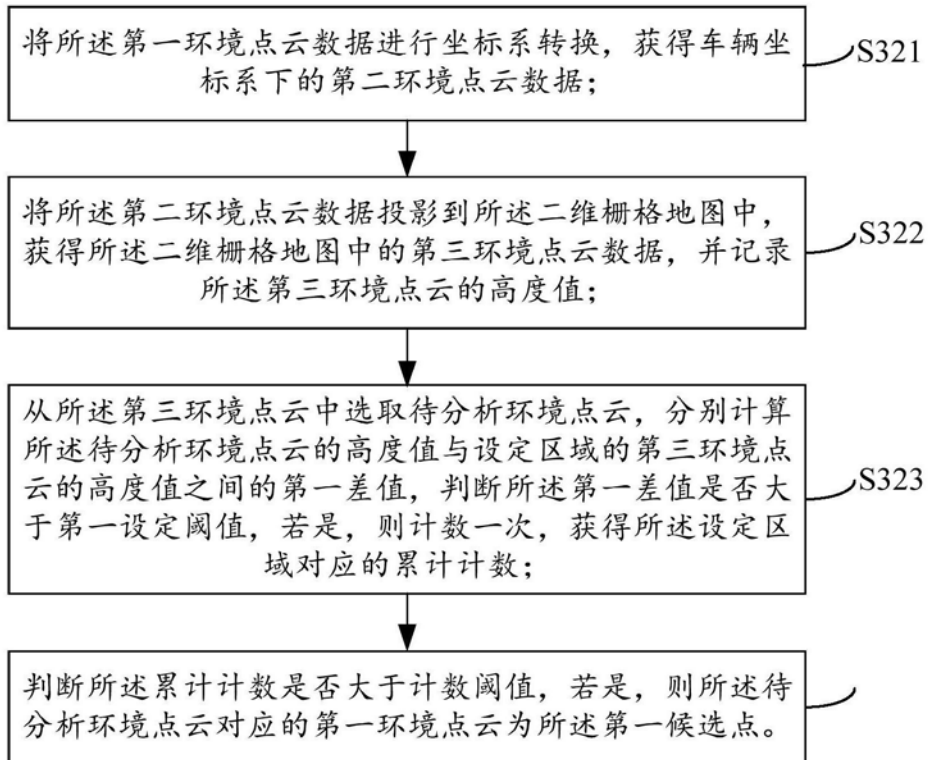


图4

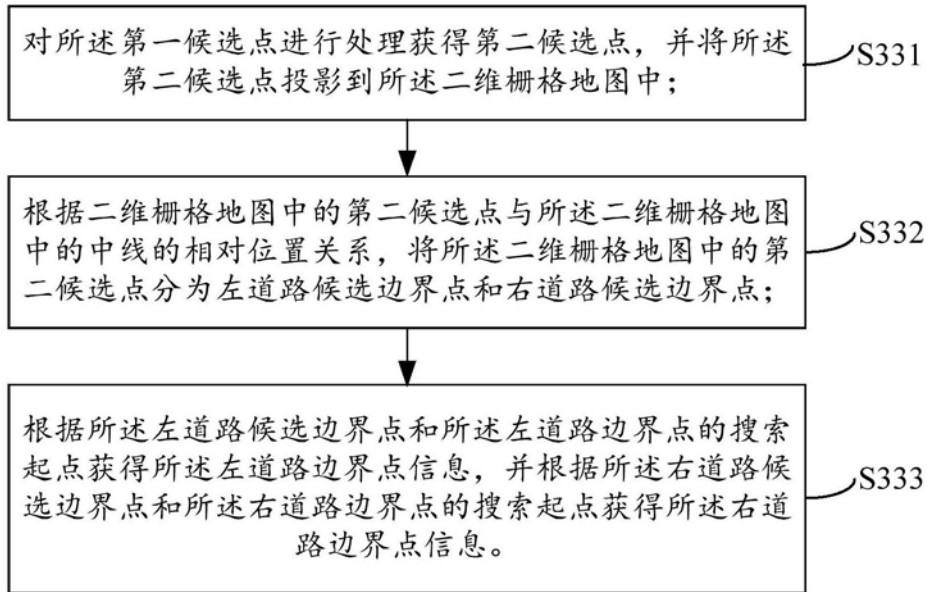


图5

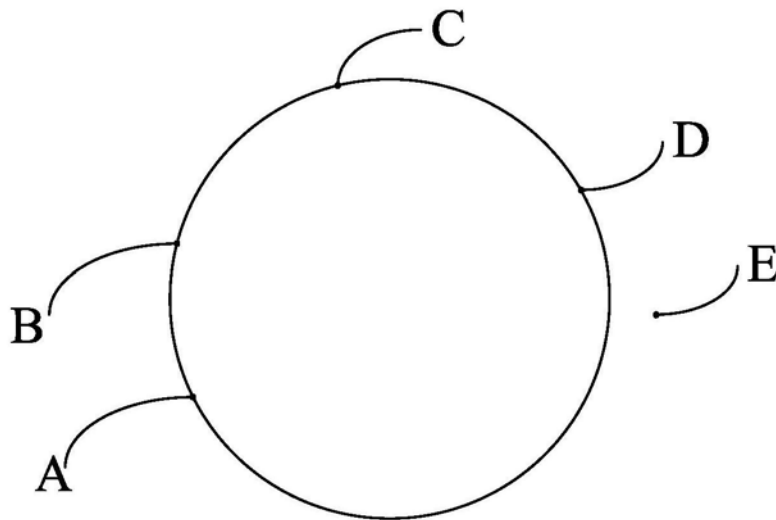


图6

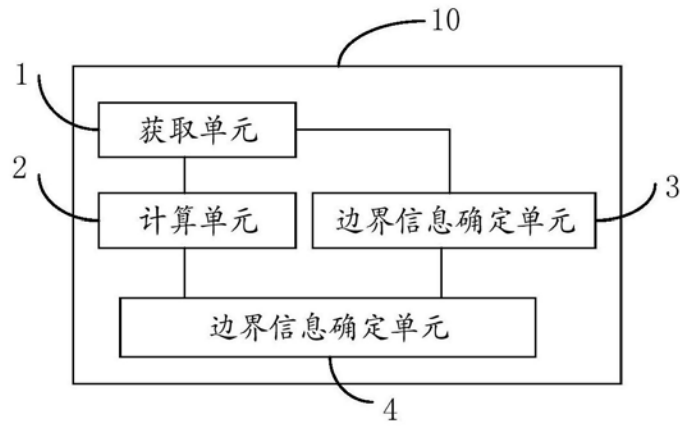


图7

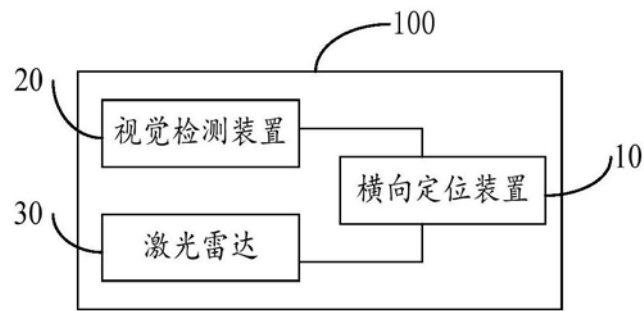


图8