



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116299542 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202310179410.6

(22) 申请日 2023.02.28

(71) 申请人 九识(苏州)智能科技有限公司

地址 215124 江苏省苏州市中国(江苏)自
由贸易试验区苏州片区苏州工业园区
金鸡湖大道88号人工智能产业园G4-
202-010单元

(72) 发明人 王鹏飞

(74) 专利代理机构 北京德崇智捷知识产权代理
有限公司 11467

专利代理师 郭美丽

(51) Int. Cl.

G01S 17/89 (2020.01)

G01S 7/48 (2006.01)

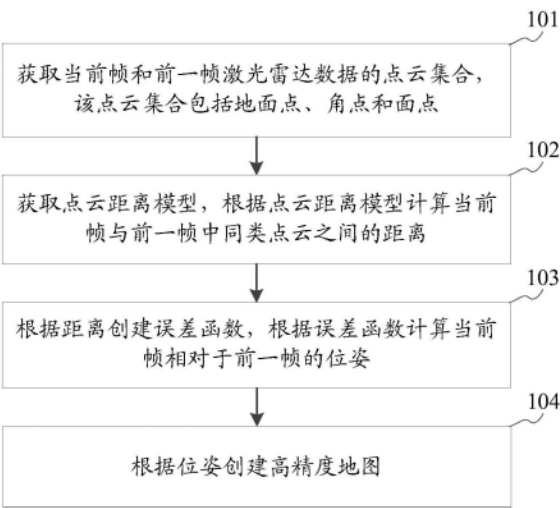
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

高精度地图的构建方法、装置、存储介质及
设备

(57) 摘要

本申请公开了一种高精度地图的构建方法、
装置、存储介质及设备,属于图像处理技术领域。
所述方法包括:获取当前帧和前一帧激光雷达数
据的点云集合,所述点云集合包括地面点、角点
和面点;获取点云距离模型,根据所述点云距离
模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云
之间的距离;根据所述距离创建误差函数,根据
所述误差函数计算所述当前帧相对于所述前一
帧的位姿;根据所述位姿创建高精度地图。本申
请既可以增加特征的多样性,也可以通过对地面
点的单独处理来增加z轴的约束,缓解z轴发散过
快的问题,还能够解耦6自由度位姿的估计,实现
在较大累计误差下的匹配成功率和精度,并缩短
了计算的时间。



1. 一种高精度地图的构建方法,其特征在于,所述方法包括:

获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,所述点云集合包括地面点、角点和面点;

获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离;

根据所述距离创建误差函数,根据所述误差函数计算所述当前帧相对于所述前一帧的位姿;

根据所述位姿创建高精度地图。

2. 根据权利要求1所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

当所述点云距离模型为地面点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个地面点到所述前一帧中地面的平面距离,所述地面由所述前一帧的点云集合中的地面点构成。

3. 根据权利要求1所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

当所述点云距离模型为角点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个角点到所述前一帧的角点的角线距离。

4. 根据权利要求1所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

当所述点云距离模型为面点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个面点到所述前一帧中平面的平面距离,所述平面由所述前一帧的点云集合中的面点构成。

5. 根据权利要求1至4任一所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述方法还包括:

对各帧激光雷达数据的点云集合进行回环检测;

若检测到第m个点云集合和第n个点云集合之间存在回环,则对所述第m个点云集合和所述第n个点云集合中的地面点进行匹配,得到第m帧和第n帧激光雷达数据之间的z轴、横滚角和俯仰角的变换值;

将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值;

将x轴、y轴、z轴、偏航角、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,利用ICP算法计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的最终变换值。

6. 根据权利要求5所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值,包括:

将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,将所述第m个点云集合和所述第n个点云集合中的角点和面点压缩成二维地图;

利用CSM扫描匹配算法对所述二维地图进行匹配,得到所述第m帧和所述第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值。

7. 根据权利要求5所述的高精度地图的构建方法,其特征在于,所述根据所述位姿创建高精度地图,包括:

根据所述位姿和所述最终变换值创建所述高精度地图。

8. 一种高精度地图的构建装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,所述点云集合包括地面点、角点和面点;

所述获取模块,还用于获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离;

计算模块,用于根据所述距离创建误差函数,根据所述误差函数计算所述当前帧相对于所述前一帧的位姿;

创建模块,用于根据所述位姿创建高精度地图。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质中存储有至少一条指令,所述至少一条指令由处理器加载并执行以实现如权利要求1至7任一所述的高精度地图的构建方法。

10. 一种计算机设备,其特征在于,所述计算机设备包括处理器和存储器,所述存储器中存储有至少一条指令,所述指令由所述处理器加载并执行以实现如权利要求1至7任一所述的高精度地图的构建方法。

高精度地图的构建方法、装置、存储介质及设备

技术领域

[0001] 本申请涉及图像处理技术领域,特别涉及一种高精度地图的构建方法、装置、存储介质及设备。

背景技术

[0002] 在依托高精度地图的自动驾驶方案中,高精度地图为定位、感知、PnC (Planning and Control,规划与控制)提供精确的先验环境信息,其具有高精度、多元素、高“新鲜”度等优势,是车辆进行安全决策和判断的重要前提,也是无人车能够安全、高效的完成各项任务的重要保障,因此,构建高精度地图是自动驾驶方案的重要基础和重要环节。

[0003] 高精度地图的构建方法一般有两种:一种是通过传统的测绘方法创建高精度地图,具体通过高精度的惯导设备对车辆的位姿进行采集,并将车载的激光雷达数据进行投影生成高精度地图。另外一种是通过SLAM(Simultaneous Localization and Mapping,同时定位与地图构建)技术创建高精度地图,具体是采用配准的方法估计车载的每帧激光雷达数据对应的位姿,通过回环检测和全局优化对误差进行消除,最终生成高精度地图。

[0004] 传统的测绘方法虽然可以快速地测量车载的位姿,但是其易受到环境的干扰,特别是在楼宇之间和茂密的树下,其位姿的误差往往过大而无法满足高精度地图的需求。在无法通过高精度的惯导设备采集位姿的情况,我们可以采用SLAM技术对位姿进行精确的估计。其中,SLAM技术包括前端里程计。前端里程计可以采用ICP(Iterative Closest Point,迭代最近点)、GICP(Generalized Iterative Closest Point,广义迭代最近点)、NDT(Normal Distribution Transform,正态分布变换)等方法,但是其计算量比较大,且随着地图的范围增加,计算效率大大降低;因而,采用基于特征的方法逐渐成为了前端里程计的主流方法,例如LOAM(Lidar Odometry and Mapping,激光里程计与制图),但是其只提取了环境中的角点和面点作为特征进行位姿的估计,在z轴的约束比较少,累计误差会随着移动的距离越远而越大,导致在z轴上迅速发散。

发明内容

[0005] 本申请提供了一种高精度地图的构建方法、装置、存储介质及设备,用于解决在高精度建图过程中,z轴发散过快的问题。所述技术方案如下:

[0006] 一方面,提供了一种高精度地图的构建方法,所述方法包括:

[0007] 获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,所述点云集合包括地面点、角点和面点;

[0008] 获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离;

[0009] 根据所述距离创建误差函数,根据所述误差函数计算所述当前帧相对于所述前一帧的位姿;

[0010] 根据所述位姿创建高精度地图。

[0011] 在一种可能的实现方式中,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

[0012] 当所述点云距离模型为地面点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个地面点到所述前一帧中地面的平面距离,所述地面由所述前一帧的点云集合中的地面点构成。

[0013] 在一种可能的实现方式中,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

[0014] 当所述点云距离模型为角点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个角点到所述前一帧的角点的角线距离。

[0015] 在一种可能的实现方式中,所述获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离,包括:

[0016] 当所述点云距离模型为面点距离模型时,计算所述当前帧的点云集合中的每个面点到所述前一帧中平面的平面距离,所述平面由所述前一帧的点云集合中的面点构成。

[0017] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:

[0018] 对各帧激光雷达数据的点云集合进行回环检测;

[0019] 若检测到第m个点云集合和第n个点云集合之间存在回环,则对所述第m个点云集合和所述第n个点云集合中的地面点进行匹配,得到第m帧和第n帧激光雷达数据之间的z轴、横滚角和俯仰角的变换值;

[0020] 将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值;

[0021] 将x轴、y轴、z轴、偏航角、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,利用ICP算法计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的最终变换值。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值,包括:

[0023] 将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,将所述第m个点云集合和所述第n个点云集合中的角点和面点压缩成二维地图;

[0024] 利用CSM扫描匹配算法对所述二维地图进行匹配,得到所述第m帧和所述第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值。

[0025] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述位姿创建高精度地图,包括:

[0026] 根据所述位姿和所述最终变换值创建所述高精度地图。

[0027] 一方面,提供了一种高精度地图的构建装置,所述装置包括:

[0028] 获取模块,用于获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,所述点云集合包括地面点、角点和面点;

[0029] 所述获取模块,还用于获取点云距离模型,根据所述点云距离模型计算所述当前帧与所述前一帧中同类点云之间的距离;

[0030] 计算模块,用于根据所述距离创建误差函数,根据所述误差函数计算所述当前帧相对于所述前一帧的位姿;

[0031] 创建模块,用于根据所述位姿创建高精度地图。

[0032] 一方面,提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有至少一条指令,

所述至少一条指令由处理器加载并执行以实现如上所述的高精度地图的构建方法。

[0033] 一方面,提供了一种计算机设备,所述计算机设备包括处理器和存储器,所述存储器中存储有至少一条指令,所述指令由所述处理器加载并执行以实现如上所述的高精度地图的构建方法。

[0034] 本申请提供的技术方案的有益效果至少包括:

[0035] 通过将点云集合中的点云划分为地面点、角点和面点这三个类别,再进行高精度地图的创建,这样,既可以增加特征的多样性,也可以通过对地面点的单独处理来增加z轴的约束,缓解z轴发散过快的问题。

[0036] 通过将地面点引入回环匹配的环节中,能够解耦6自由度位姿的估计,实现在较大累计误差下的匹配成功率和精度,并缩短了计算的时间。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,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申请的一些实施例,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。

[0038] 图1是本申请一个实施例提供的高精度地图的构建方法的方法流程图;

[0039] 图2是本申请一个实施例提供的高精度地图的构建方法的方法流程图;

[0040] 图3是本申请再一实施例提供的高精度地图的构建装置的结构框图;

[0041] 图4是本申请再一实施例提供的高精度地图的构建装置的结构框图。

具体实施方式

[0042] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

[0043] 请参考图1,其示出了本申请一个实施例提供的高精度地图的构建方法的方法流程图,该高精度地图的构建方法可以应用于计算机设备中。该高精度地图的构建方法,可以包括:

[0044] 步骤101,获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,该点云集合包括地面点、角点和面点。

[0045] 自动驾驶的车辆中装载有激光雷达,激光雷达能够周期性对周围环境进行采集,得到激光雷达数据,根据每帧激光雷达数据生成一个点云集合。

[0046] 计算机设备在获取到点云集合后,对点云进行预处理,将点云划分为地面点(ground)和非地面点(non-ground)。其中,从点云中提取地面点的方法有很多种,本实施例中不限定。对于非地面点,计算机设备可以根据曲率将非地面点划分为角点和面点。因此,一个点云集合中包括地面点、角点和面点。

[0047] 步骤102,获取点云距离模型,根据点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离。

[0048] 计算机设备可以根据每个类别的点云的特征进行建模,得到点云距离模型,并利用点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离。本实施例中,将针对地面点

创建的点云距离模型称为地面点距离模型,将针对角点创建的点云距离模型称为角点距离模型,将针对面点创建的点云距离模型称为面点距离模型。下面分别对三种点云距离模型的计算方式进行说明。

[0049] (1) 点云距离模型为地面点距离模型;

[0050] 具体的,获取点云距离模型,根据点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离,可以包括:当点云距离模型为地面点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个地面点到前一帧中地面的平面距离,该地面由前一帧的点云集合中的地面点构成。其中,地面点距离模型用于估计当前地面点到目标点云集合中的地面点构成的平面距离。

[0051] 假设当前帧为第 $k+1$ 帧,其对应的点云集合为 X_{k+1} ,前一帧为第 k 帧,其对应的点云集合为 X_k ,对于地面点 i ,其中 $i \in X_{k+1}$,通过最近邻搜索出 X_k 中相近的三个地面点 j 、 l 和 p ,且这三个地面点 j 、 l 和 p 可以构成一个地面,因此,当前地面点 i 到该地面的平面距离

$$d_g = \frac{\left| \begin{pmatrix} X_{(k+1, i)} - X_{(k, j)} \end{pmatrix} \right|}{\left| \begin{pmatrix} X_{(k, j)} - X_{(k, l)} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X_{(k, j)} - X_{(k, p)} \end{pmatrix} \right|}。$$

[0052] (2) 点云距离模型为角点距离模型;

[0053] 具体的,获取点云距离模型,根据点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离,可以包括:当点云距离模型为角点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个角点到前一帧的角点的角线距离。其中,角点距离模型用于估计当前角点到目标点云的角线距离。

[0054] 假设当前帧为第 $k+1$ 帧,其对应的点云集合为 X_{k+1} ,前一帧为第 k 帧,其对应的点云集合为 X_k ,对于角点 i ,其中 $i \in X_{k+1}$,通过最近邻搜索出 X_k 中相近的两个角点 j 和 l ,且这两个角点 j 和 l 可以构成一条直线,因此,当前角点 i 到连线的角线距离

$$d_c = \frac{\left| \begin{pmatrix} X_{(k+1, i)} - X_{(k, j)} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X_{(k+1, i)} - X_{(k, l)} \end{pmatrix} \right|}{\left| \begin{pmatrix} X_{(k, j)} - X_{(k, l)} \end{pmatrix} \right|}。$$

[0055] (3) 点云距离模型为面点距离模型;

[0056] 具体的,获取点云距离模型,根据点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离,可以包括:当点云距离模型为面点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个面点到前一帧中平面的平面距离,平面由前一帧的点云集合中的面点构成。其中,面点距离模型用于估计当前面点到目标点云集合中的面点构成的平面距离。

[0057] 假设当前帧为第 $k+1$ 帧,其对应的点云集合为 X_{k+1} ,前一帧为第 k 帧,其对应的点云集合为 X_k ,对于面点 i ,其中 $i \in X_{k+1}$,通过最近邻搜索出 X_k 中相近的三个面点 j 、 l 和 p ,且这三个面点 j 、 l 和 p 可以构成一个平面,因此,当前面点 i 到该平面的平面距离

$$d_s = \frac{\left| \begin{matrix} (X_{(k+1, i)} - X_{(k, j)}) \\ (X_{(k, j)} - X_{(k, l)}) \times (X_{(k, j)} - X_{(k, p)}) \end{matrix} \right|}{\left| (X_{(k, j)} - X_{(k, l)}) \times (X_{(k, j)} - X_{(k, p)}) \right|}。$$

[0058] 步骤103,根据距离创建误差函数,根据误差函数计算当前帧相对于前一帧的位姿。

[0059] 计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离也可以称为运动估计,其目的是计算变换的位姿。

[0060] 计算机设备对不同特征的点云构建变换关系 $f(*)$,使得:

$$[0061] \quad f_c(X_{(k+1, i)}, T_{k+1}) = d_c, i \in \varepsilon_{k+1}$$

$$[0062] \quad f_s(X_{(k+1, i)}, T_{k+1}) = d_s, i \in \varphi_{k+1}$$

$$[0063] \quad f_g(X_{(k+1, i)}, T_{k+1}) = d_g, i \in \delta_{k+1}$$

[0064] 其中, ε_{k+1} 表示当前帧的点云集合中的角点集合, φ_{k+1} 表示当前帧的点云集合中的面点集合, δ_{k+1} 表示当前帧的点云集合中的地面点集合。

[0065] 计算机设备可以构建出误差函数 $f(T_{k+1}) = d$,通过LM(列文伯格-马夸尔特)方法最小化 d 到0,以求解到最优的位姿变换 $\bar{T}_{k+1}$ 。

[0066] 步骤104,根据位姿创建高精度地图。

[0067] 在得到位姿后,计算机设备可以通过回环检测和全局优化对误差进行消除,最终生成高精度地图。

[0068] 综上所述,本申请实施例提供的高精度地图的构建方法,通过将点云集合中的点云划分为地面点、角点和面点这三个类别,再进行高精度地图的创建,这样,既可以增加特征的多样性,也可以通过对地面点的单独处理来增加 z 轴的约束,缓解 z 轴发散过快的问题。

[0069] SLAM技术除了包括前端里程计,还包括后端优化。后端优化往往通过添加回环来消除累计的误差,回环往往采用了ICP等匹配方法,然而,若两帧激光雷达数据之间的累计误差过大,其很难计算出正确的回环位姿。为此,我们也可以采用全局的匹配方法进行位姿的估计,例如Cartographer,其采用CSM(Correlation Scan Match,相关扫描匹配)进行位姿估计,但是在6自由度的估计上其耗时会大大增加,降低了建图的整体计算效率。为了解决回环匹配资源消耗过大的问题,本实施例提供了一种回环检测方法,具体流程请参考图2:

[0070] 步骤201,对各帧激光雷达数据的点云集合进行回环检测。

[0071] 计算机设备可以通过很多方法对点云集合进行回环检测,本实施例中不作限定。

[0072] 若检测到存在回环,则计算机设备会得到两帧激光雷达数据的点云集合,下面需要计算这两个点云集合之间的变换。

[0073] 步骤202,若检测到第 m 个点云集合和第 n 个点云集合之间存在回环,则对第 m 个点云集合和第 n 个点云集合中的地面点进行匹配,得到第 m 帧和第 n 帧激光雷达数据之间的 z 轴、横滚角和俯仰角的变换值。

[0074] 假设检测到的两帧激光雷达数据为第 m 帧和第 n 帧激光雷达数据,则对应的是第 m

个和第n个点云集合。计算机设备可以将一个点云集合固定为目标点云集合,计算另外一个点云集合相对于目标点云集合的变换。其中,计算过程分为两个部分,第一部分是对第m个和第n个点云集合中的地面点进行匹配,第二部分是对第m个和第n个点云集合中的角点和面点进行匹配。

[0075] 在求解第一部分时,计算机设备利用Normal-Icp的方法来处理地面点,优先估计 $[z, roll, pitch]$ 这三个自由度的变换值。其中,z表示z轴、roll表示横滚角,pitch表示俯仰角。

[0076] 步骤203,将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值。

[0077] 具体的,计算机设备可以将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,将第m个点云集合和第n个点云集合中的角点和面点压缩成二维地图;利用CSM扫描匹配算法对二维地图进行匹配,得到第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值。

[0078] 其中,计算机设备可以将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值进行固定,进一步处理角点和面点。在将角点和面点压缩成二维地图后,计算机设备可以采用CSM的方法进行匹配以计算 $[x, y, yaw]$ 这三个自由度的变换值。其中,x表示x轴、y表示y轴,yaw表示偏航角。

[0079] 步骤204,将x轴、y轴、z轴、偏航角、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,利用ICP算法计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的最终变换值。

[0080] 计算机设备将两次计算得到的变换值进行组合,最终得到 $[x, y, z, roll, pitch, yaw]$ 这6个自由度的变换值。由于计算过程中会存在离散化的误差,所以,计算机设备还需要将6自由度的变换值作为初值,再对第m帧和第n帧激光雷达数据做一个ICP匹配,就可以求得最终的精确的两帧激光雷达数据的变换。这种回环的匹配方法一方面可以提高在较大累计误差下的匹配成功率和精度;另一方面也大大的缩短了计算的时间,提高了效率。

[0081] 若引入了回环匹配,则步骤104可以替换为:根据位姿和最终变换值创建高精度地图。

[0082] 本实施例中,通过将地面点引入回环匹配的环节中,能够解耦6自由度位姿的估计,实现在较大累计误差下的匹配成功率和精度,并缩短了计算的时间。

[0083] 请参考图3,其示出了本申请一个实施例提供的高精度地图的构建装置的结构框图,该高精度地图的构建装置可以应用于计算机设备中。该高精度地图的构建装置,可以包括:

[0084] 获取模块310,用于获取当前帧和前一帧激光雷达数据的点云集合,点云集合包括地面点、角点和面点;

[0085] 获取模块310,还用于获取点云距离模型,根据点云距离模型计算当前帧与前一帧中同类点云之间的距离;

[0086] 计算模块320,用于根据距离创建误差函数,根据误差函数计算当前帧相对于前一帧的位姿;

[0087] 创建模块330,用于根据位姿创建高精度地图。

[0088] 在一个可选的实施例中,计算模块320,还用于:

[0089] 当点云距离模型为地面点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个地面点到

前一帧中地面的平面距离,地面由前一帧的点云集合中的地面点构成。

[0090] 在一个可选的实施例中,计算模块320,还用于:

[0091] 当点云距离模型为角点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个角点到前一帧的角点的角线距离。

[0092] 在一个可选的实施例中,计算模块320,还用于:

[0093] 当点云距离模型为面点距离模型时,计算当前帧的点云集合中的每个面点到前一帧中平面的平面距离,平面由前一帧的点云集合中的面点构成。

[0094] 请参考图4,在一个可选的实施例中,该装置还包括:

[0095] 检测模块340,用于对各帧激光雷达数据的点云集合进行回环检测;

[0096] 匹配模块350,用于若检测到第m个点云集合和第n个点云集合之间存在回环,则对第m个点云集合和第n个点云集合中的地面点进行匹配,得到第m帧和第n帧激光雷达数据之间的z轴、横滚角和俯仰角的变换值;

[0097] 计算模块320,还用于将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值;

[0098] 计算模块320,还用于将x轴、y轴、z轴、偏航角、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,利用ICP算法计算第m帧和第n帧激光雷达数据之间的最终变换值。

[0099] 在一个可选的实施例中,计算模块320,还用于:

[0100] 将z轴、横滚角和俯仰角的变换值作为初始值,将第m个点云集合和第n个点云集合中的角点和面点压缩成二维地图;

[0101] 利用CSM扫描匹配算法对二维地图进行匹配,得到第m帧和第n帧激光雷达数据之间的x轴、y轴和偏航角的变换值。

[0102] 在一个可选的实施例中,创建模块330,还用于:

[0103] 根据位姿和最终变换值创建高精度地图。

[0104] 综上所述,本申请实施例提供的高精度地图的构建装置,通过将点云集合中的点云划分为地面点、角点和面点这三个类别,再进行高精度地图的创建,这样,既可以增加特征的多样性,也可以通过对地面点的单独处理来增加z轴的约束,缓解z轴发散过快的问题。

[0105] 通过将地面点引入回环匹配的环节中,能够解耦6自由度位姿的估计,实现在较大累计误差下的匹配成功率和精度,并缩短了计算的时间。

[0106] 本申请一个实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有至少一条指令,所述至少一条指令由处理器加载并执行以实现如上所述的高精度地图的构建方法。

[0107] 本申请一个实施例提供了一种计算机设备,所述计算机设备包括处理器和存储器,所述存储器中存储有至少一条指令,所述指令由所述处理器加载并执行以实现如上所述的高精度地图的构建方法。

[0108] 需要说明的是:上述实施例提供的高精度地图的构建装置在进行高精度地图的构建时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将高精度地图的构建装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的高精度地图的构建装置与高精度地图的构建方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不

再赘述。

[0109] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0110] 以上所述并不用以限制本申请实施例,凡在本申请实施例的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请实施例的保护范围之内。

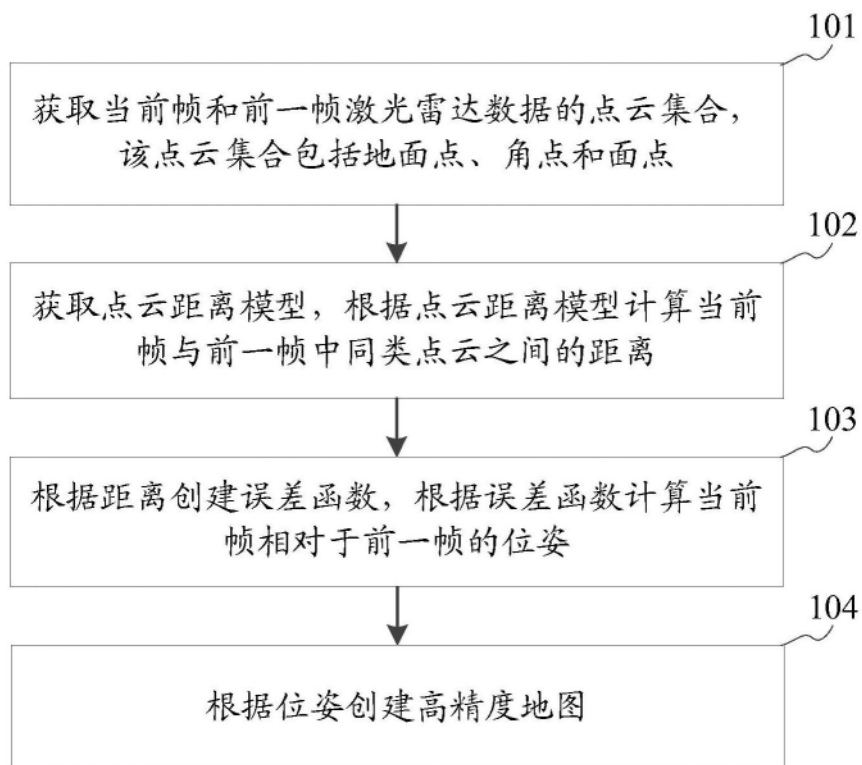


图1

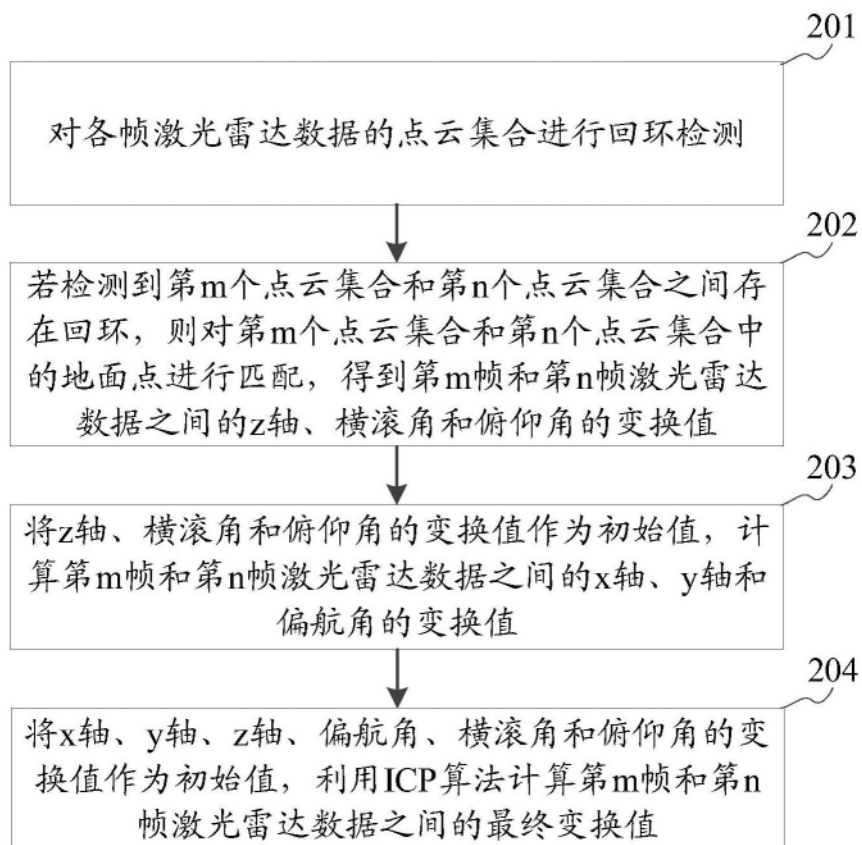


图2

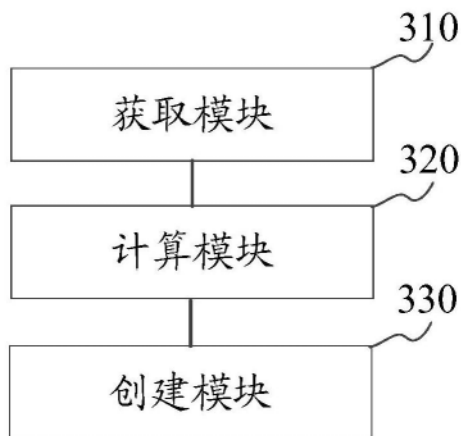


图3

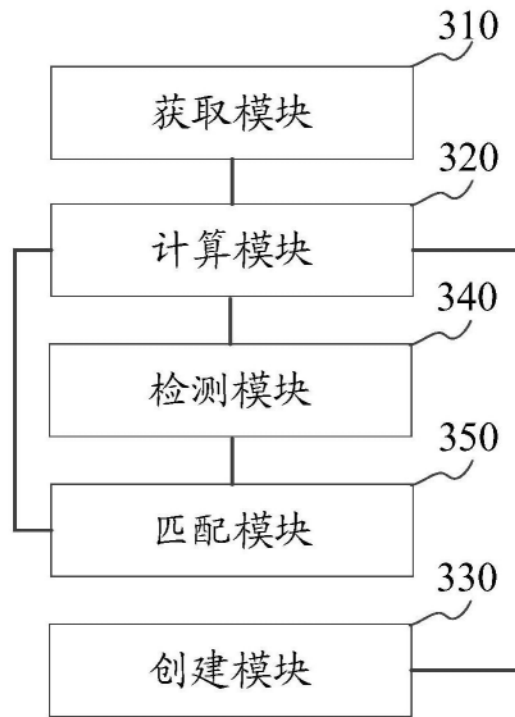


图4