



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114440922 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 06

(21) 申请号 202011188980.4

(22) 申请日 2020.10.30

(71) 申请人 阿里巴巴集团控股有限公司

地址 英属开曼群岛大开曼资本大厦一座四  
层847号邮箱

(72) 发明人 孙丽

(74) 专利代理机构 上海知锦知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 31327

专利代理师 汤陈龙

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006.01)

G01C 21/16 (2006.01)

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 19/43 (2010.01)

G01S 19/53 (2010.01)

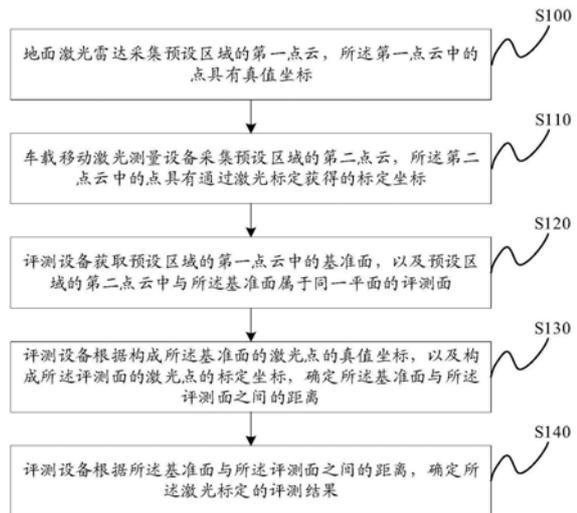
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

一种评测激光标定的方法、装置、相关设备  
及存储介质

(57) 摘要

本申请实施例提供一种评测激光标定的方法、装置、相关设备及存储介质,其中方法包括:获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。本申请实施例可评测激光标定的精度,并提升评测结果的准确性。



1. 一种评测激光标定的方法,其中,包括:

获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;

根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;

根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

2. 根据权利要求1所述的评测激光标定的方法,其中,所述获取预设区域的第一点云中的基准面包括:

从第一点云中确定多个平面点云,其中,所述平面点云与第一点云对应的扫描距离在第一距离内,所述平面点云的点分布在第一点云对应的各个测距段内,并且所述平面点云的点间距不小于间距阈值,面积不小于面积阈值;

根据所确定的平面点云获取基准面。

3. 根据权利要求2所述的评测激光标定的方法,其中,所述根据所确定的平面点云获取基准面包括:

对所确定的各平面点云进行平面拟合处理,删除拟合的均方根大于均方根阈值的平面点云,和/或,删除点数量小于数量阈值的平面点云,将保留的平面点云确定为基准面。

4. 根据权利要求1所述的评测激光标定的方法,其中,所述获取预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面包括:

从第二点云中确定与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云;

对确定的平面点云进行平面拟合处理,至少将拟合的均方根不大于均方根阈值的平面点云作为评测面。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的评测激光标定的方法,其中,所述根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离包括:

从基准面与评测面中分别随机确定多个点;

根据基准面中随机确定的点的真值坐标,对基准面进行拟合平面处理,得到基准面的平面方程;根据评测面中随机确定的点的标定坐标,对评测面进行拟合平面处理,得到评测面的平面方程;

根据所述基准面的平面方程和评测面的平面方程,确定基准面与评测面之间的距离。

6. 根据权利要求1-4任一项所述的评测激光标定的方法,其中,所述根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果包括:

基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标,所述至少一项评测指标形成激光标定的评测结果,其中,一对基准面与评测面包括一个基准面和与该基准面属于同一平面的评测面。

7. 根据权利要求6所述的评测激光标定的方法,其中,所述基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标包括:

基于多对基准面与评测面之间的距离,确定距离最大值,距离中误差和距离平均误差

中的至少一项评测指标。

8. 根据权利要求1所述的评测激光标定的方法,其中,所述预设区域的第一点云由地面激光雷达采集,且所述第一点云中激光点的真值坐标基于预设区域内基准点的真值坐标,测量得到。

9. 根据权利要求1所述的评测激光标定的方法,其中,所述预设区域的第二点云由采集车采集。

10. 一种评测激光标定的装置,其中,包括:

获取模块,用于获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;

距离确定模块,用于根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;

评测结果确定模块,用于根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

11. 一种评测设备,其中,包括至少一个存储器和至少一个处理器,所述存储器存储一条或多条计算机可执行指令,所述处理器调用所述一条或多条计算机可执行指令,以执行如权利要求1-9任一项所述的评测激光标定的方法。

12. 一种车载移动激光测量设备,其中,包括:定位定姿系统,激光扫描装置,影像采集装置,存储器和处理器;所述定位定姿系统用于提供绝对位姿信息,所述激光扫描装置用于采集空间的点云,所述影像采集装置用于采集空间的影像,所述存储器存储一条或多条计算机可执行指令,所述处理器调用所述一条或多条计算机可执行指令,以执行如权利要求1-9任一项所述的评测激光标定的方法。

13. 一种存储介质,其中,所述存储介质存储一条或多条计算机可执行指令,所述一条或多条计算机可执行指令用于执行如权利要求1-9任一项所述的评测激光标定的方法。

## 一种评测激光标定的方法、装置、相关设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请实施例涉及地图技术领域,具体涉及一种评测激光标定的方法、装置、相关设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 点云是表达目标的空间分布和表面特性的点的集合,主要用于制作高精地图数据。点云可由采集车上安装的车载移动激光测量设备采集得到,具体的,车载移动激光测量设备通过将激光扫描与位置定位相结合,从而可在采集车行驶的过程中,采集到带有位置坐标的点云。

[0003] 激光标定是将激光坐标转换为位置坐标的过程,激光标定的精度决定着高精地图数据的制作精度,因此如何提供评测激光标定的方案,以评测激光标定的精度,成为了本领域技术人员亟需解决的技术问题。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本申请实施例提供一种评测激光标定的方法、装置、相关设备及存储介质,以评测激光标定的精度。

[0005] 为实现上述目的,本申请实施例提供如下技术方案:

[0006] 一种评测激光标定的方法,包括:

[0007] 获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;

[0008] 根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;

[0009] 根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

[0010] 本申请实施例还提供一种评测激光标定的装置,包括:

[0011] 获取模块,用于获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;

[0012] 距离确定模块,用于根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;

[0013] 评测结果确定模块,用于根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

[0014] 本申请实施例还提供一种评测设备,包括至少一个存储器和至少一个处理器,所述存储器存储一条或多条计算机可执行指令,所述处理器调用所述一条或多条计算机可执行指令,以执行如上述所述的评测激光标定的方法。

[0015] 本申请实施例还提供一种车载移动激光测量设备,包括:定位定姿系统,激光扫描

装置,影像采集装置,存储器和处理器;所述定位定姿系统用于提供绝对位姿信息,所述激光扫描装置用于采集空间的点云,所述影像采集装置用于采集空间的影像,所述存储器存储一条或多条计算机可执行指令,所述处理器调用所述一条或多条计算机可执行指令,以执行如上述所述的评测激光标定的方法。

[0016] 本申请实施例还提供一种存储介质,其中,所述存储介质存储一条或多条计算机可执行指令,所述一条或多条计算机可执行指令用于执行如上述所述的评测激光标定的方法。

[0017] 本申请实施例提供的评测激光标定的方法,可获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;从而,本申请实施例可根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离,该距离可体现由真值坐标的点构成的基准面与由标定坐标的点构成的评测面之间的误差;进而,本申请实施例可根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果,实现激光标定精度的评测。

[0018] 本申请实施例在从第一点云中确定点具有真值坐标的基准面,及从第二点云中确定点具有标定坐标的评测面后,可对属于同一平面的基准面和评测面计算距离,从而基于所述距离确定所述激光标定的评测结果。可见,本申请实施例是使用第一点云和第二点云中同一平面的基准面和评测面,评测激光标定的精度,而不是直接使用第一点云和第二点云中相应特征点的真值坐标和标定坐标,来评测激光标定的精度,由于第一点云和第二点云中同一平面的基准面和评测面的选取精度,明显高于第一点云和第二点云中相应特征点的选取精度,因此本申请实施例可降低由于第一点云和第二点云中相应特征点的选取误差所带来的评测误差,提高激光标定评测结果的准确性。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请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申请的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本申请实施例提供的车载移动激光测量设备的框图;

[0021] 图2为本申请实施例提供的评测激光标定的方法的流程图;

[0022] 图3为本申请实施例提供的测量第一点云中点的真值坐标的流程图;

[0023] 图4为本申请实施例提供的从第一点云中确定基准面的流程图;

[0024] 图5为本申请实施例提供的确定评测面的流程图;

[0025] 图6为本申请实施例提供的确定评测结果的流程图;

[0026] 图7为本申请实施例提供的评测激光标定的过程示例图;

[0027] 图8为本申请实施例提供的评测激光标定的装置的框图;

[0028] 图9为本申请实施例提供的评测设备的框图;

[0029] 图10为本申请实施例提供的车载移动激光测量设备的另一框图。

## 具体实施方式

[0030] 车载移动激光测量设备是安装在采集车上的用于采集点云的设备,其通过将激光扫描与位置定位相结合,从而采集到带有位置坐标的点云;在一种示例中,图1示出了车载移动激光测量设备的结构,如图1所示,该车载移动激光测量设备可以包括:POS (Positioning and Orientation System,定位定姿系统) 10,激光扫描装置20,影像采集装置30;其中,POS用于提供定位位置和姿态信息等,POS可以包括有GNSS (global navigation satellite system,全球卫星导航系统) 和INS (inertial navigation system,惯导系统),进一步,POS还可以包括在GNSS信号不佳时提供位置信息的里程计等设备;激光扫描装置通过发射单线激光或者多线激光采集空间的点云,以发射单线激光采集点云为例,激光扫描装置的一个激光发射器可以发出单线的激光线束,从而结合旋转扫描仪采集空间的点云;影像采集装置用于采集空间的影像。

[0031] 集成在车载移动激光测量设备上的激光扫描装置和POS均具有自己的坐标系,为获得带有位置坐标的点云,以便于制作高精地图数据,需要将激光在激光坐标系中的激光坐标转换到在POS坐标系的位置坐标,这个过程称为激光标定,激光标定可以认为是点云解算中的环节,涉及到使用6个解算参数进行激光标定,如三个旋转角及三个平移量;激光标定作为车载移动激光测量设备中集成的关键技术,其决定着高精地图数据的制作精度,因此对激光标定的精度进行评测,显得尤为必要。

[0032] 目前可以通过比对点云中点的真值坐标与标定坐标,来实现激光标定的评测,一种示例过程如下所示:

[0033] 在室外场地中确定合适场地作为检校区域,将检校区域中建筑物的房屋角点、窗户角点、交通标志角点等特征点作为检测点;从而利用RTK (Real-Time Kinematic,实时动态) 和全站仪等测绘手段,获取检测点的绝对坐标,检测点的绝对坐标可作为检测点的真值坐标;其中,RTK是一种载波相位差分技术,可将基准站采集的载波相位发给用户接收机,进行求差解算坐标;全站仪即全站型电子测距仪 (Electronic Total Station),是集水平角、垂直角、距离(斜距、平距)、高差测量功能于一体的测绘仪器系统;

[0034] 然后,利用车载移动激光测量设备采集检校区域的点云,人工确定点云中与检测点相应的特征点,将该特征点的激光坐标转换为POS坐标系的位置坐标,特征点的位置坐标可作为特征点的标定坐标;进而将检测点的真值坐标与点云中相应特征点的标定坐标进行比对,实现激光标定的评测。

[0035] 上述评测激光标定的方式存在如下问题:需要人工从点云中确定与检测点相应的特征点,而人工确定特征点的误差较大,从而导致激光标定的评测结果准确性不高;点云的密度在检校区域的远处比较稀疏,这使得检校区域远处点云的特征点位置无法清晰分辨,而测距较远的点云是评测激光标定不可或缺的部分,这就导致激光标定的评测结果的准确性不高。

[0036] 可见,目前评测激光标定的方式存在评测结果的准确性不高的问题,基于此,本申请实施例提供一种优化的评测激光标定的方案,以评测激光标定的精度,并提升评测结果的准确性。

[0037] 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,都属于本申请保护的范围。

[0038] 在可选实现中,图2示出了本申请实施例提供的评测激光标定的方法的可选流程,如图2所示,该方法流程可以包括:

[0039] 步骤S100、地面激光雷达采集预设区域的第一点云,所述第一点云中的点具有真值坐标。

[0040] 可选的,预设区域可以是本申请实施例评测激光标记精度的室外检校区域,预设区域的确定可以满足以下条件:开阔且定位信号高的区域,定位信号例如GNSS信号等;距区域一定距离内无高压信号塔,一定距离可根据实际情况设置,例如2千米等;区域内具有大量平整的建筑物面,且区域内多个角度能找到平面;区域内交通状况较好,不存在交通拥堵等情况。当然,预设区域的确定条件可以根据实际情况设定,上述示例仅是可选说明,本申请实施例可原则上确定定位信号较好且具有大量平整建筑物面的区域,作为预设区域。

[0041] 在确定预设区域后,本申请实施例可使用地面激光雷达扫描预设区域,以采集到预设区域的第一点云,并使用测绘手段测量第一点云中点的真值坐标,以使得第一点云中的点具有真值坐标;可选的,可使用测绘手段测量第一点云中点的绝对坐标,点的绝对坐标可以作为点的真值坐标,点为激光点的简称。

[0042] 步骤S110、车载移动激光测量设备采集预设区域的第二点云,所述第二点云中的点具有通过激光标定获得的标定坐标。

[0043] 在可选实现中,本申请实施例可通过车载移动激光测量设备采集预设区域的点云,从而得到预设区域的第二点云,由于车载移动激光测量设备是通过激光标定方式,将点的激光坐标转换为位置坐标,从而作为点的标定坐标,因此第二点云中的点具有标定坐标。

[0044] 步骤S120、评测设备获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面。

[0045] 评测设备可以是本申请实施例评测激光标定的电子设备,在可选实现中,评测设备可以使用车载移动激光测量设备实现,也可以使用其他具有数据处理能力的电子设备实现。地面激光雷达采集的预设区域的第一点云(第一点云中的激光点具有测量的真值坐标),车载移动激光测量设备采集的预设区域的第二点云(第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标)可输入评测设备中,以便评测设备评测激光标定的精度。

[0046] 可选的,针对预设区域的第一点云,评测设备可从所述第一点云中确定基准面;例如,本申请实施例可从第一点云中多角度的确定平整的平面点云,从而基于所确定的平面点云获取基准面,基准面的数量可以为多个;更为具体的,本申请实施例可从第一点云中多角度的确定平整的、点间距不小于间距阈值、且面积不小于面积阈值的平面点云,从而基于所确定的平面点云获取基准面;由于第一点云中的点具有真值坐标,因此从第一点云中确定的基准面中的点也具有真值坐标。

[0047] 在得到第一点云的基准面,且基准面中的点具有真值坐标后,本申请实施例可进一步从预设区域的第二点云中确定与所述基准面属于同一平面的评测面;第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,如第二点云中与所述基准面相应的同名面;由于第二点云中的点具有标定坐标,因此从第二点云中确定的评测面的点也具有标定坐标。在本申请实施例中,评测面可以认为是第二点云中进行激光标定评测的平面点云。

[0048] 步骤S130、评测设备根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离。

[0049] 步骤S140、评测设备根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

[0050] 由于基准面与评测面在第一点云和第二点云中属于同一平面,且基准面中的点的坐标为真值坐标,评测面中的点的坐标为通过激光标定方式获得的标定坐标,因此为评测激光标定的精度,本申请实施例可基于基准面的点的真值坐标,以及评测面的点的标定坐标,确定基准面与评测面之间的距离,该距离可体现由真值坐标的点构成的基准面,与由标定坐标的点构成的评测面之间的误差,从而通过基准面与评测面之间的距离,本申请实施例可在点云的平面层面对激光标定的精度进行评测,得到激光标定的评测结果。

[0051] 在可选实现中,本申请实施例可根据所述基准面的点的真值坐标,以及所述评测面的点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;在基准面的数量为多个,且与各基准面相应的属于同一平面的评测面的数量也为多个的情况下,本申请实施例可得到多对基准面与评测面,一对基准面与评测面包括一个基准面和与该基准面属于同一平面的评测面;从而在获得每一对基准面与评测面之间的距离后,本申请实施例可基于多对基准面与评测面之间的距离,获得所述激光标定的评测结果,例如基于多对基准面与评测面之间的距离,计算距离最大值,距离中误差和距离平均误差等至少一项评测指标,从而至少一项评测指标形成激光标定的评测结果。

[0052] 本申请实施例提供的评测激光标定的方法,可获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;从而,本申请实施例可根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离,该距离可体现由真值坐标的点构成的基准面与由标定坐标的点构成的评测面之间的误差;进而,本申请实施例可根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果,实现激光标定精度的评测。

[0053] 本申请实施例在从第一点云中确定点具有真值坐标的基准面,及从第二点云中确定点具有标定坐标的评测面后,可对属于同一平面的基准面和评测面计算距离,从而基于所述距离确定所述激光标定的评测结果。可见,本申请实施例是使用第一点云和第二点云中同一平面的基准面和评测面,评测激光标定的精度,而不是直接使用第一点云和第二点云中相应特征点的真值坐标和标定坐标,来评测激光标定的精度,由于第一点云和第二点云中同一平面的基准面和评测面的选取精度,明显高于第一点云和第二点云中相应特征点的选取精度,因此本申请实施例可降低由于第一点云和第二点云中相应特征点的选取误差所带来的评测误差,提高激光标定评测结果的准确性。

[0054] 在可选实现中,图3示出了本申请实施例测量第一点云中点的真值坐标的可选流程,在对预设区域使用激光扫描方式采集第一点云之后,本申请实施例可以测绘手段测量第一点云中点的真值坐标,可选流程如图3所示:

[0055] 步骤S200、测量预设区域内基准点的真值坐标。

[0056] 在选定室外检校区域后(即选定预设区域后),本申请实施例可通过测绘手段测量

预设区域内基准点的真值坐标,从而得到测量的所述基准点的真值坐标;基准点的数量可以为多个,例如基准点的数量为2个,对此,本申请实施例并不加以限制;基准点可以确定在预设区域中空旷且不易变形的地面上,且可在确定的地面上标志基准点。

[0057] 在可选实现中,本申请实施例可采用卫星定位手段测量预设区域内基准点的真值坐标,从而获取到所述基准点的真值坐标;具体的,本申请实施例可基于卫星定位的连续运行基准站的作业模式,测量预设区域内的基准点的真值坐标。

[0058] 步骤S210、以所述基准点为基点,基于所述基准点的真值坐标,测量第一点云中点的真值坐标。

[0059] 可选的,本申请实施例可使用地面激光雷达扫描预设区域,从而获得到地面激光雷达采集的预设区域的第一点云;地面激光雷达扫描预设区域时,应使得扫描范围覆盖预设区域中预先选择的平面,并且不同激光站点间的扫描区域需重合不少于预定比例(预定比例例如50%,可根据实际情况设置)。

[0060] 在采集第一点云后,可选的,本申请实施例可以预设区域内的基准点为基点,以步骤S200测量的基准点的真值坐标为参照,通过测绘手段测量得到第一点云中点的真值坐标,例如,本申请实施例可以基准点为基点,基于基准点的真值坐标,采用全站仪等测绘手段测量得到第一点云中点的真值坐标。

[0061] 在可选实现中,所测量的第一点云中点的真值坐标可以包括预设区域内控制点的真值坐标,控制点可以分布在预设区域的位置不易变动且易于定位的特征点上,例如确定预设区域的建筑物的窗角点、地面标线角点、花坛转角点等作为所述控制点,控制点的确定可以根据实际情况而定,本申请实施例并不加以限制。可选的,进一步,基于所述控制点,所述控制点的一部分可以作为对采集的第一点云进行纠偏的点,另一部分可以作为对采集的第一点云的精度进行检核的点。

[0062] 在获得预设区域的第一点云后,评测设备可从第一点云中多角度的确定平整的平面点云,从而基于所确定平面点云获取基准面,在一种可选实现中,平面点云确定条件可以如下所示:从第一点云中多角度的确定平整的平面点云,确定的平面点云与激光雷达的扫描距离在第一距离内(第一距离可根据实际情况设定,例如100米等),且点分布在激光雷达的各个测距段内,确定的平面点云的点间距不小于间距阈值,面积不小于面积阈值。基于以上所示的平面点云确定条件,本申请实施例可从第一点云中确定出多个平面点云,从而根据所确定的平面点云确定基准面;例如,本申请实施例可直接将所确定的平面点云作为基准面,也可以经过筛选后确定基准面。需要说明的是,一次确定的预设区域的第一点云中的基准面,可用于针对预设区域的多次激光标定评测。

[0063] 在一种可选实现中,图4示出了本申请实施例提供的获取第一点云中的基准面的可选流程,该流程可以在基于以上平面点云确定条件,从第一点云中确定平面点云后,通过进一步的筛选得到基准面;参照图4,该流程可以包括:

[0064] 步骤S300、从第一点云中确定多个平面点云,其中,所述平面点云与第一点云对应的扫描距离在第一距离内,所述平面点云的点分布在第一点云对应的各个测距段内,并且所述平面点云的点间距不小于间距阈值,面积不小于面积阈值。

[0065] 基于上述所示的平面点云确定条件,本申请实施例可从第一点云中多角度的确定平整的平面点云,并使得平面点云与第一点云对应的扫描距离在第一距离内(例如平面点

云与地面激光雷达的扫描距离在第一距离内),平面点云的点分布在第一点云对应的各个测距段内(例如平面点云的点分布在地面激光雷达的各个测距段内),同时,平面点云的点间距不小于间距阈值,平面点云的面积不小于面积阈值。需要说明的是,间距阈值和面积阈值可根据实际情况设定,本申请实施例并不加以限制。

[0066] 步骤S310、对所确定的各平面点云进行平面拟合处理,删除拟合的均方根大于均方根阈值的平面点云,和/或,删除点数量小于数量阈值的平面点云,将保留的平面点云确定为基准面。

[0067] 在基于步骤S300从第一点云中确定多个平面点云后,本申请实施例可根据所确定的平面点云确定基准面,如直接将所确定的平面点云确定为基准面,又如对所确定的平面点云进行筛选,得到基准面。

[0068] 在对步骤S300所确定的平面点云进行筛选的一种可选实现中,针对任一平面点云,本申请实施例可对平面点云进行平面拟合处理(如使用最小二乘法,对平面点云进行平面拟合处理),如果平面点云拟合的均方根(RMS)大于均方根阈值,则删除该平面点云,即如果平面点云拟合的RMS不大于均方根阈值,则该平面点云可保留;在另一种可选实现中,针对任一平面点云,本申请实施例可确定平面点云的点数量,将点数量小于数量阈值的平面点云进行删除,即如果平面点云的点数量不小于数量阈值,则本申请实施例可保留该平面点云,需要说明的是,数量阈值可以根据实际情况设定,例如确定经验值作为数量阈值,数量阈值越大则平面点云的筛选效果越好,但是召回率也将降低。上述示出的筛选方式可以择一使用,也可以结合使用,在对平面点云进行筛选删除后,保留的平面点云可确定为基准面。

[0069] 可选的,进一步,为区分不同的基准面,本申请实施例可为基准面赋予唯一标识并保存。

[0070] 本申请实施例可使用地面激光雷达扫描预设区域,从而获得预设区域的第一点云,并通过测绘手段测量第一点云中点的真值坐标,使得第一点云中的点具有真值坐标;进而,评测设备针对采集的第一点云,可从第一点云中多角度的确定平整的平面点云,并对平面点云进行筛选,从第一点云中确定出基准面,可使得基准面的确定更为准确,为后续提升激光标定评测的准确性提供了基础。

[0071] 在可选实现中,本申请实施例可使用车载移动激光测量设备采集预设区域的第二点云,并且基于车载移动激光测量设备的激光标定方式,获得第二点云中点的标定坐标;具体的,安装车载移动激光测量设备的采集车可行驶在能够扫描到预设区域的道路上,从而在行驶过程中,车载移动激光测量设备的激光扫描装置能够对预设区域进行单线或多线激光扫描,影像采集装置可采集预设区域的影像资料,并且POS可提供定位位置和姿态信息等;

[0072] 需要说明的是,采集车的行驶路线应遵循以下原则:尽量减少惯导误差给激光标定评测带来的干扰,尽量增加采集的点云密度;具体的,采集车可以在能够扫描到预设区域的同一路线上多次进行行驶,从而多次采集该同一路线的点云,并尽量避免采集过程中采集车的停车、掉头、倒车和低速行驶等驾驶行为;

[0073] 进一步的,为保障车载移动激光测量设备采集的第二点云与第一点云处于同一系统误差内,本申请实施例可基于预设区域的基准点,采集第二点云,例如将激光扫描装置的

基站架设在基准点;同时对第二点云进行点云解算的过程中,可通过激光标定方式获得第二点云中点的标定坐标,并保障第二点云的点的标定坐标与第一点云的点的真值坐标处于同一坐标系内。

[0074] 在得到点带有标定坐标的第二点云后,评测设备可从第二点云中确定与基准面属于同一平面的评测面,在可选实现中,评测面可以是第二点云中与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云;在另一种可选实现中,本申请实施例可在从第二点云中确定与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云后,通过进一步的筛选得到评测面,可选的,图5示出了本申请实施例提供的确定评测面的可选流程,如图5所示,该流程可以包括:

[0075] 步骤S400、从第二点云中确定与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云。

[0076] 可选的,本申请实施例可依据第一点云中确定的基准面,从第二点云中确定与基准面匹配的同名面(即第二点云中与基准面属于同一平面的平面点云),由于第一点云和第二点云的采集方式不同(第一点云是使用地面激光雷达采集得到,而第二点云是通过采集车采集得到),第一点云中的各个基准面并不一定均能够在第二点云中匹配到同名面,因此本申请实施例应基于第一点云中的各个基准面,从第二点云中匹配到数量尽可能多的同名面,并且同名面应分别在第二点云的不同角度和不同测距段上。

[0077] 在可选实现中,针对第一点云中的任一基准面,本申请实施例可从第二点云中确定与基准面在同一平面,并且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云,作为基准面的同名面;需要说明的是,基准面与从第二点云中确定的平面点云的面积并不需要相同,只要保障基准面与从第二点云中确定的平面点云属于同一平面,并且满足点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的要求即可;由于基准面也可从第一点云中多角度的确定并分布在第一点云的不同测距段,因此本申请实施例从第二点云中确定的平面点云也可以分布在第二点云的不同角度和不同测距段。

[0078] 步骤S410、对确定的平面点云进行平面拟合处理,至少将拟合的均方根不大于均方根阈值的平面点云作为评测面。

[0079] 经过步骤S400从第二点云中确定出与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云后,本申请实施例可通过步骤S410对平面点云进行进一步筛选,可选的,针对步骤S400确定的平面点云,本申请实施例可对平面点云进行平面拟合处理(如使用最小二乘法,对平面点云进行平面拟合处理),如果平面点云拟合的均方根不大于均方根阈值,则该平面点云可保留,如果平面点云拟合的均方根大于均方根阈值,则在人工确认后,由人工决定是否删除该平面点云。

[0080] 本申请实施例可对确定的评测面进行保存,由于评测面与基准面存在对应关系,即第一点云中的基准面可能为多个,不同的基准面在第二点云中对应不同的评测面,因此本申请实施例还可保存评测面与基准面的对应关系,得到多对基准面与评测面。

[0081] 在确定第一点云中的基准面,以及第二点云中与基准面对应的评测面后,评测设备可基于基准面的点的真值坐标,以及评测面的点的标定坐标,确定基准面与评测面之间的距离,从而基于该距离确定激光标定的评测结果;在可选实现中,图6示出了本申请实施例提供的确定评测结果的可选流程,如图6所示,该流程可以包括:

[0082] 步骤S500、从基准面与评测面中分别随机确定多个点。

[0083] 基准面和评测面可以具有多对,一对基准面和评测面为相互对应的基准面和评测面,即一对基准面与评测面包括一个基准面和与该基准面属于同一平面的评测面;针对任一对基准面和评测面,本申请实施例可从基准面与评测面中分别随机确定多个点。

[0084] 步骤S510、根据基准面中随机确定的点的真值坐标,对基准面进行拟合平面处理,得到基准面的平面方程;根据评测面中随机确定的点的标定坐标,对评测面进行拟合平面处理,得到评测面的平面方程。

[0085] 可选的,针对任一对基准面和评测面,本申请实施例可根据基准面中随机确定的点的真值坐标,使用最小二乘法等方式对基准面进行拟合平面处理,从而得到基准面的平面方程,同时,根据评测面中随机确定的点的标定坐标,对评测面进行拟合平面处理,得到评测面的平面方程。

[0086] 步骤S520、根据所述基准面的平面方程和评测面的平面方程,确定基准面与评测面之间的距离。

[0087] 针对任一对基准面和评测面,在得到基准面的平面方程和评测面的平面方程后,本申请实施例可基于基准面的平面方程和评测面的平面方程,确定基准面与评测面之间的距离,从而得到各对基准面与评测面之间的距离;假设基准面与评测面为N对,则本申请实施例可分别确定出N对基准面和评测面之间的距离。

[0088] 步骤S530、基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标,所述至少一项评测指标形成激光标定的评测结果。

[0089] 可选的,在确定出多对基准面和评测面之间的距离后,本申请实施例可基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标,所述至少一项评测指标例如距离最大值,距离中误差和距离平均误差等之中的至少一项,从而由所述至少一项评测指标形成激光标定的评测结果。

[0090] 本申请实施例可基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标,从而所述至少一项评测指标形成激光标定的评测结果;需要说明的是,所述距离最大值,距离中误差和距离平均误差可以认为是评测指标的可选形式,本申请实施例可所确定的至少一项评测指标可以包括所述距离最大值,距离中误差和距离平均误差中的至少一项;当然,本申请实施例并不限制使用其他形式的评测指标。

[0091] 在可选实现中,图7示出了评测激光标定的过程示例,如图7所示,本申请实施例提供的评测激光标定的过程可以涉及8个阶段,具体的:

[0092] 阶段1,本申请实施例可在室外选定检校区域作为预设区域,使用地面激光雷达采集预设区域的第一点云,并使用测绘手段测量第一点云中点的真值坐标;

[0093] 阶段2,本申请实施例可从第一点云中多角度的确定平整的平面点云(可限制平面点云的点间距不小于间距阈值,面积不小于面积阈值),并筛选平面点云得到基准面;

[0094] 阶段3,本申请实施例可使用安装车载移动激光测量设备的采集车,采集预设区域的第二点云,并在点云解算过程中使用激光标定方式,确定第二点云中点的标定坐标;

[0095] 阶段4,本申请实施例可从第二点云中确定与基准面属于同一平面的评测面;进一步,可限制评测面的点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值,并且平面拟合的均方根不大于均方根阈值;

[0096] 阶段5,对基准面随机确定多个点,基于随机确定的多个点的真值坐标,对基准面进行平面拟合,得到基准面的平面方程;

[0097] 阶段6,对评测面随机确定多个点,基于随机确定的多个点的标定坐标,对评测面进行平面拟合,得到评测面的平面方程;

[0098] 阶段7,基于基准面与评测面的平面方程,计算基准面与评测面之间的距离,从而针对多对基准面和评测面,得到多个基准面和评测面之间的距离,即一对基准面和评测面可得到一个所述距离;

[0099] 阶段8,基于多个基准面和评测面的距离,通过统计计算得到激光标定的评测指标。

[0100] 本申请实施例提供的评测激光标定的方法,可应用于单线激光标定的评测,也可应用于多线激光标定的评测,通过对采集车上安装的车载移动激光测量设备的激光标定方式进行评测,并提升激光标定评测的准确性;具体的,本申请实施例在从第一点云中确定点具有真值坐标的基准面,及从第二点云中确定点具有标定坐标的评测面后,可对属于同一平面的基准面和评测面计算距离,从而基于所述距离确定所述激光标定的评测结果,避免了从第一点云和第二点云中选取相应特征点以通过相应特征点的真值坐标和标定坐标,来评测激光标定所造成的评测结果不准确的问题,提升了激光标定评测结果的准确性;同时避开了无法在测距较远的点云位置确定特征点,而远处点云的特征点位置无法清晰分辨的缺陷,能够在点云的各个测距段上全面地评测激光标定。

[0101] 上文描述了本申请实施例提供的多个实施例方案,各实施例方案介绍的可选方式可在不冲突的情况下相互结合、交叉引用,从而延伸出多种可能的实施例方案,这些均可认为是本申请实施例披露、公开的实施例方案。

[0102] 下面对本申请实施例提供的评测激光标定的装置进行介绍,下文描述的评测激光标定的装置可以认为是评测设备(例如车载移动激光测量设备),为实现本申请实施例提供的评测激光标定的方法,所需设置的功能模块。下文描述的评测激光标定的装置的内容,可与上文描述的评测激光标定的方法的内容相互对应参照。

[0103] 可选的,图8示出了本申请实施例提供的评测激光标定的装置的可选框图,如图8所示,该装置还可以包括:

[0104] 获取模块100,用于获取预设区域的第一点云中的基准面,以及预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面,其中,所述第一点云中的激光点具有真值坐标,所述第二点云中的激光点具有通过激光标定获得的标定坐标;

[0105] 距离确定模块110,用于根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离;

[0106] 评测结果确定模块120,用于根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果。

[0107] 可选的,获取模块100,用于获取预设区域的第一点云中的基准面包括:

[0108] 从第一点云中确定多个平面点云,其中,所述平面点云与第一点云对应的扫描距离在第一距离内,所述平面点云的点分布在第一点云对应的各个测距段内,并且所述平面点云的点间距不小于间距阈值,面积不小于面积阈值;

[0109] 根据所确定的平面点云获取基准面。

- [0110] 可选的,获取模块100,用于根据所确定的平面点云获取基准面包括:
- [0111] 对所确定的各平面点云进行平面拟合处理,删除拟合的均方根大于均方根阈值的平面点云,和/或,删除点数量小于数量阈值的平面点云,将保留的平面点云确定为基准面。
- [0112] 可选的,获取模块100,用于获取预设区域的第二点云中与所述基准面属于同一平面的评测面包括:
- [0113] 从第二点云中确定与基准面属于同一平面,且点数量不小于数量阈值,面积不小于面积阈值的平面点云;
- [0114] 对确定的平面点云进行平面拟合处理,至少将拟合的均方根不大于均方根阈值的平面点云作为评测面。
- [0115] 可选的,距离确定模块110,用于根据构成所述基准面的激光点的真值坐标,以及构成所述评测面的激光点的标定坐标,确定所述基准面与所述评测面之间的距离包括:
- [0116] 从基准面与评测面中分别随机确定多个点;
- [0117] 根据基准面中随机确定的点的真值坐标,对基准面进行拟合平面处理,得到基准面的平面方程;根据评测面中随机确定的点的标定坐标,对评测面进行拟合平面处理,得到评测面的平面方程;
- [0118] 根据所述基准面的平面方程和评测面的平面方程,确定基准面与评测面之间的距离。
- [0119] 可选的,评测结果确定模块120,用于根据所述基准面与所述评测面之间的距离,确定所述激光标定的评测结果包括:
- [0120] 基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标,所述至少一项评测指标形成激光标定的评测结果,其中,一对基准面与评测面包括一个基准面和与该基准面属于同一平面的评测面。
- [0121] 可选的,评测结果确定模块120,用于基于多对基准面与评测面之间的距离,确定评测激光标定的至少一项评测指标包括:
- [0122] 基于多对基准面与评测面之间的距离,确定距离最大值,距离中误差和距离平均误差中的至少一项评测指标。
- [0123] 可选的,所述预设区域的第一点云由地面激光雷达采集,且所述第一点云中激光点的真值坐标基于预设区域内基准点的真值坐标,测量得到。
- [0124] 可选的,所述预设区域的第二点云由采集车采集。
- [0125] 本申请实施例还提供一种评测设备,用于评测激光标定,在可选实现中,该评测设备可通过装载上述所述的评测激光标定的装置,以实现本申请实施例提供的评测激光标定的方法。可选的,图9示出了评测设备的可选框图,如图9所示,该评测设备可以包括:至少一个处理器1,至少一个通信接口2,至少一个存储器3和至少一个通信总线4;
- [0126] 在本申请实施例中,处理器1、通信接口2、存储器3、通信总线4的数量为至少一个,且处理器1、通信接口2、存储器3通过通信总线4完成相互间的通信;
- [0127] 可选的,通信接口2可以为用于进行网络通信的通信模块的接口;
- [0128] 可选的,处理器1可能是CPU(中央处理器),GPU(Graphics Processing Unit,图形处理器),NPU(嵌入式神经网络处理器),FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程逻辑门阵列),TPU(张量处理单元),AI芯片,特定集成电路ASIC(Application Specific

Integrated Circuit), 或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路等。

[0129] 存储器3可能包含高速RAM存储器, 也可能还包括非易失性存储器 (non-volatile memory), 例如至少一个磁盘存储器。

[0130] 其中, 存储器3存储一条或多条计算机可执行指令, 处理器1调用所述一条或多条计算机可执行指令, 以执行本申请实施例提供的评测激光标定的方法。

[0131] 进一步, 本申请实施例提供的评测设备可以是车载移动激光测量设备, 结合图1和图10所示, 该车载移动激光测量设备可以包括: POS10, 激光扫描装置20, 影像采集装置30, 存储器40和处理器50; 其中, POS用于提供绝对位姿信息, 激光扫描装置用于采集空间的点云, 影像采集装置用于采集空间的影像, 存储器存储一条或多条计算机可执行指令, 处理器调用所述一条或多条计算机可执行指令, 以执行本申请实施例提供的评测激光标定的方法。

[0132] 进一步, 本申请实施例还提供一种存储介质, 该存储介质可以存储一条或多条计算机可执行指令, 所述一条或多条计算机可执行指令用于执行本申请实施例提供的评测激光标定的方法。

[0133] 虽然本申请实施例披露如上, 但本申请并非限于此。任何本领域技术人员, 在不脱离本申请的精神和范围内, 均可作各种更动与修改, 因此本申请的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

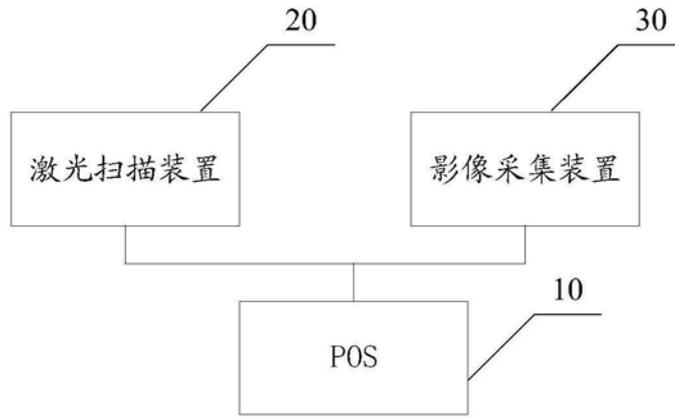


图1

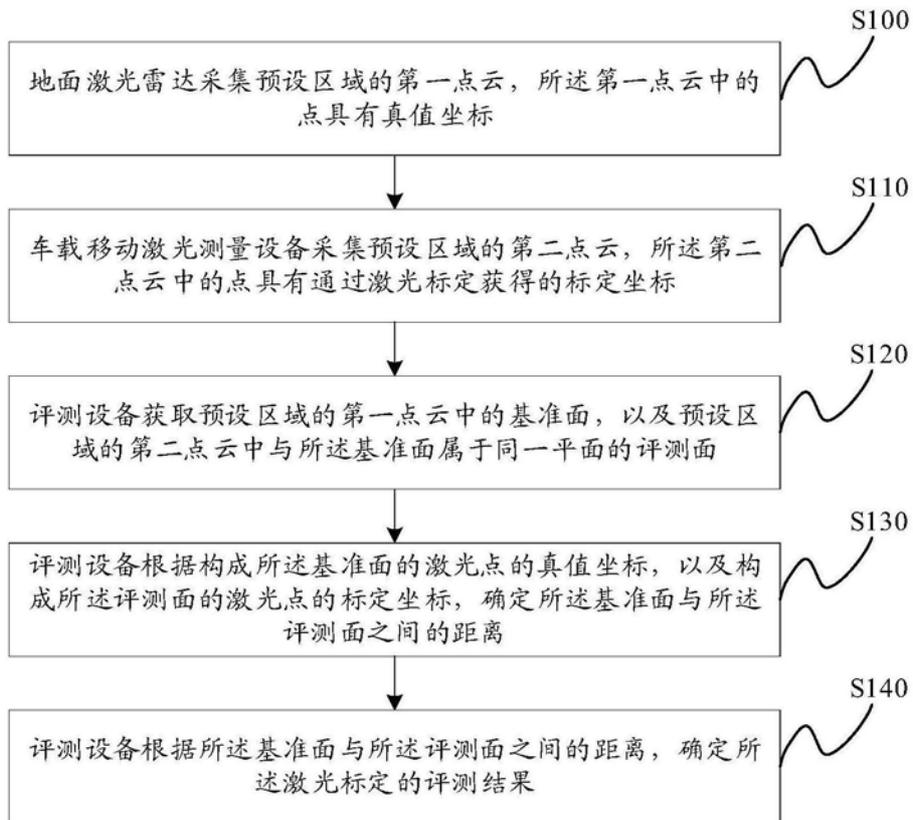


图2

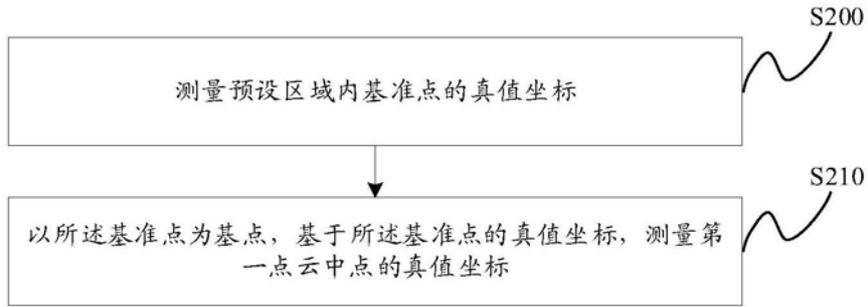


图3

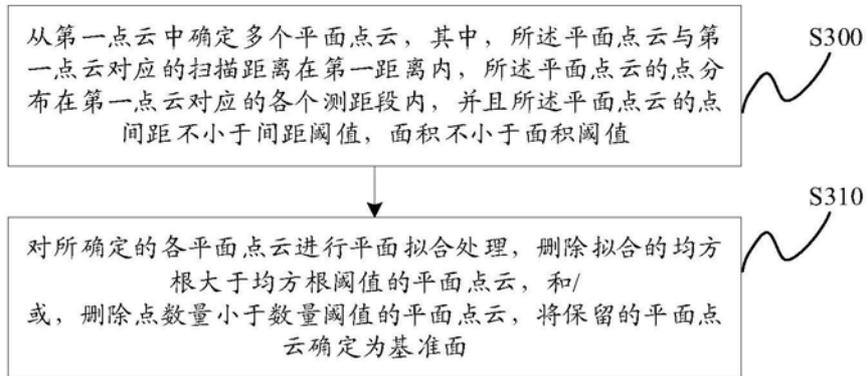


图4

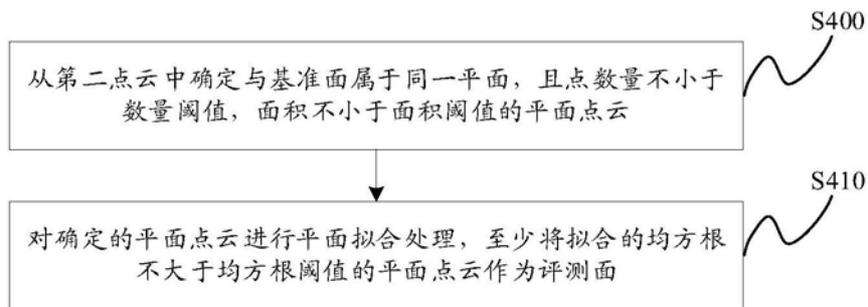


图5

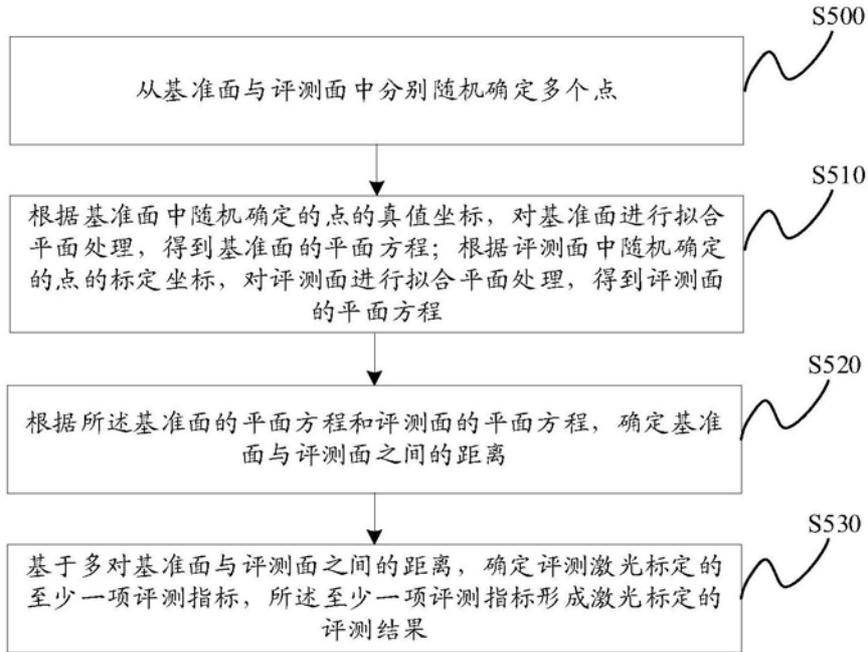


图6

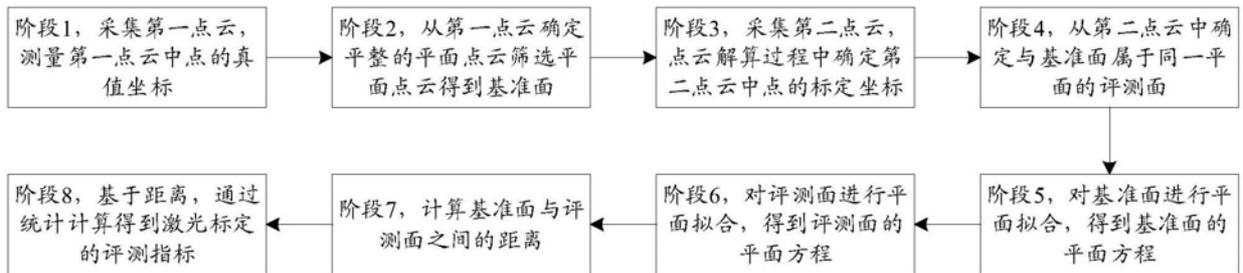


图7

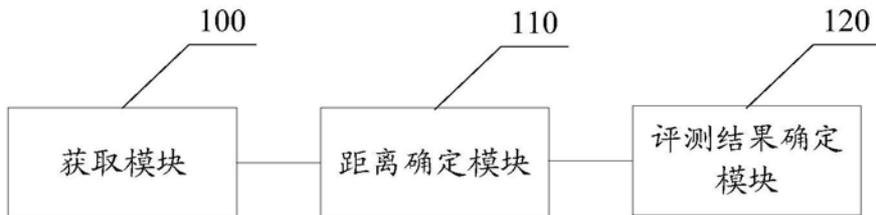


图8

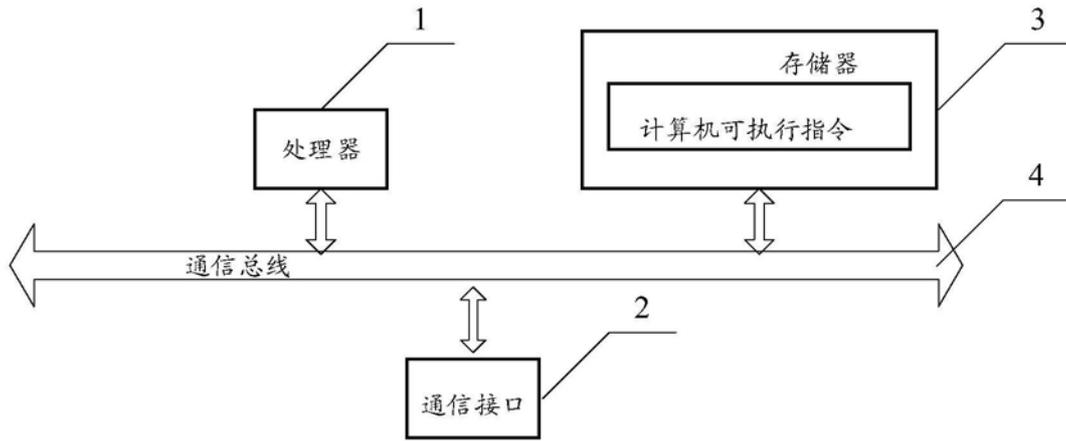


图9

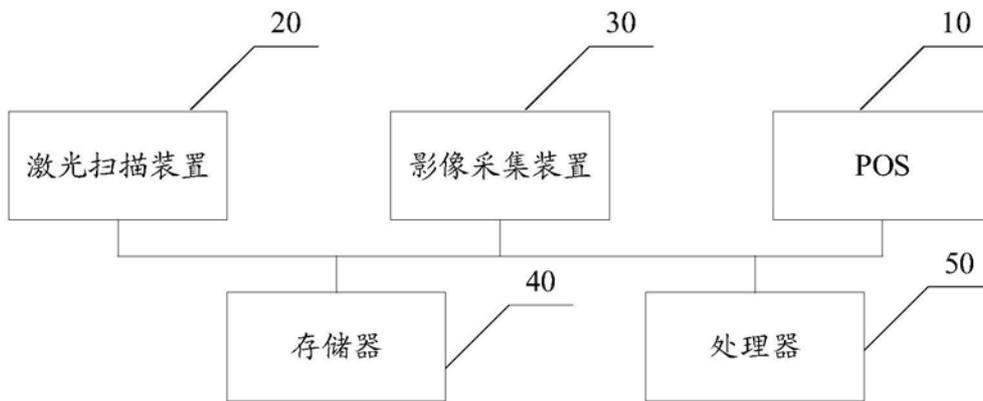


图10