



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114910874 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 16

(21) 申请号 202210490998.2

(22) 申请日 2022.05.07

(71) 申请人 苏州光之矩光电科技有限公司  
地址 215000 江苏省苏州市相城区青龙港路58号天成时代商务广场2803-01

(72) 发明人 郑天翔 穆永吉 胡伟圣

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230  
专利代理师 张明立

(51) Int. Cl.  
G01S 7/40 (2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种车载激光雷达安装校准方法

(57) 摘要

本发明设计的车载激光雷达安装校准方法,使用的目标物为悬空的标靶,利用激光雷达的测距能力,通过悬空标靶与背景的距离差,寻找标靶的边缘,确定标靶的位置,悬空标靶的方式不限,可以使用支架支撑、绳子悬挂等方式,特点是标靶与背景有明显的距离差,由于激光雷达特性,对于悬空的目标物,点云数据在边缘处会出现拖尾现象,影响标靶边缘的判断,为了避免拖尾的影响,在悬空的标靶中设置低反射率区域,使得激光雷达无法探测到低反射率区域的回波信号,这样先通过距离差粗略识别标靶,再在识别出来的标靶区域中利用无回波信号区域精细计算标靶中心坐标,先粗测量再精细计算,两个步骤大大提升了标靶中心坐标计算的精度。



1. 一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、设置标靶,该标靶为悬空设置的标靶,标靶的中心位置设置为低反射率区域,标靶的边缘为正常反射率区域;

S2、雷达安装在车辆上后,雷达参数坐标原点为车辆中心线与前保险杠交点在地面的垂直投影点,该投影点为雷达的理论安装点,记为坐标系 $O_1$ ,根据标靶位置得到标靶中心在坐标系 $O_1$ 中的坐标为 $[X_1, Y_1, Z_1]$ ;

S3、使用激光雷达对标靶进行探测,得到点云数据;

S4、在点云数据中利用距离落差计算出标靶的粗略位置,具体是排除掉距离相差较大的点云数据;

S5、在找出的标靶粗略位置范围内精确寻找低反射率区域点云数据,激光雷达在探测悬空标靶位置时,其光束从正常反射率区域探测到低反射率区域无法获得点云数据时,会赋予该位置一个点云数据,所有这些点云数据汇聚在一起即为低反射率区域的精确点云数据,根据这些数据即可得到低反射率区域的大小和形状;

S6、计算低反射率区域的中心位置,得到标靶在激光雷达实际安装位置所在坐标系 $O_2$ 中的坐标 $[X_2, Y_2, Z_2]$ ,若 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同,则说明安装位置正确,无需再校准;

S7、根据标靶在坐标系 $O_1$ 和 $O_2$ 中的坐标计算雷达的坐标状态,由于安装的偏差,坐标系 $O_1$ 经过旋转、平移和缩放后得到坐标系 $O_2$ ,根据坐标转化的七参数方法,只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可计算出 $O_2$ 以xyz三个轴的旋转角、 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离,这六个参数即为安装状态参数;

S8、将安装状态参数写入激光雷达,校准点云数据。

2. 根据权利要求1所述的一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,标靶选用 $0.1m*0.1m$ 规格的标靶。

3. 根据权利要求1所述的一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,标靶中心位置低反射率区域的面积占比为15%-55%。

4. 根据权利要求1所述的一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,步骤S7计算雷达的坐标状态,具体为根据坐标转化的七参数方法,可以得到 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 之间的关系如下:

$$\begin{bmatrix} X2 \\ Y2 \\ Z2 \end{bmatrix} = (1 + k)R_1(\text{roll})R_2(\text{pitch})R_3(\text{yaw}) \begin{bmatrix} X1 \\ Y1 \\ Z1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}$$

其中roll、pitch、yaw分别是 $O_1$ 以xyz三个轴的旋转角,dX、dY、dZ分别是 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离,k是缩放系数,不存在缩放时k为0,只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可求出以上六个参数。

5. 根据权利要求1所述的一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,步骤S8安装状态参数写入激光雷达,校准点云数据后,再对标靶进行第二次探测校准,重复步骤S1-S8。

6. 根据权利要求5所述的一种车载激光雷达安装校准方法,其特征在于,第二次探测校准过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同的,则不再进行校准,若两个坐标系的坐标仍不相同的,则重新计算安装状态参数,将安装状态参数写入激光雷达后再进行第三次探测,

若第三次探测过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标仍不相同的,则重新安装激光雷达后再进行校准。

## 一种车载激光雷达安装校准方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车载激光雷达领域,具体而言涉及一种车载激光雷达安装校准方法。

### 背景技术

[0002] 激光雷达安装在车身上后,需要对激光雷达的安装状态进行校准,校准时,会在标定场地中布置数个标靶作为目标物,通过测量标靶的坐标,计算出激光雷达的安装状态,常用的标靶有以下两种形式,角反器或者在低反射率背景上设置标靶。

[0003] 对于角反器,它是毫米波雷达中经常使用的标靶,可以将雷达发射的信号反射回雷达,但是激光雷达接收端中使用的探测器为极其灵敏的单光子器件,通过角反器直接反射的信号,对于单光子器件来说是过强的信号,容易饱和,导致激光雷达输出的距离信息出现误差,所以毫米波雷达中使用的标靶,不适合运用到激光雷达标定中。

[0004] 对于在低反射率背景上设置标靶,运用了激光雷达测反射率的特性,通过对比低反射率背景的低反射强度与标靶的较高反射强度,寻找标靶的位置,但是即使是一个反射率相同的平面,由于激光入射角度的不同,也会有不同的反射强度,墙面上不同位置的标靶,标靶反射强度与墙面反射强度的差值也会不同,需要设置不同的判断阈值来找出标靶的边缘,所以通过反射强度寻找标靶的方法对激光雷达反射率标定有极高的要求,实现难度较大,传统的技术路线是不断提高激光雷达的计算能力,容易导致走进不断堆叠的死胡同。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提供一种车载激光雷达安装校准方法。本发明具体采用如下技术方案。

[0006] 为实现上述目的,提出一种车载激光雷达安装校准方法,包括:

S1、设置标靶,该标靶为悬空设置的标靶,标靶的中心位置设置为低反射率区域,标靶的边缘为正常反射率区域;

S2、雷达安装在车辆上后,雷达参数坐标原点为车辆中心线与前保险杠交点在地面的垂直投影点,该投影点为雷达的理论安装点,记为坐标系 $O_1$ ,根据标靶位置得到标靶中心在坐标系 $O_1$ 中的坐标为 $[X_1, Y_1, Z_1]$ ;

S3、使用激光雷达对标靶进行探测,得到点云数据;

S4、在点云数据中利用距离落差计算出标靶的粗略位置,具体是排除掉距离相差较大的点云数据;

S5、在找出的标靶粗略位置范围内精确寻找低反射率区域点云数据,激光雷达在探测悬空标靶位置时,其光束从正常反射率区域探测到低反射率区域无法获得点云数据时,会赋予该位置一个点云数据,所有这些点云数据汇聚在一起即为低反射率区域的精确点云数据,根据这些数据即可得到低反射率区域的大小和形状;

S6、计算低反射率区域的中心位置,得到标靶在激光雷达实际安装位置所在坐标

系 $O_2$ 中的坐标 $[X_2, Y_2, Z_2]$ ,若 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同,则说明安装位置正确,无需再校准;

S7、根据标靶在坐标系 $O_1$ 和 $O_2$ 中的坐标计算雷达的坐标状态,由于安装的偏差,坐标系 $O_1$ 经过旋转、平移和缩放后得到坐标系 $O_2$ ,根据坐标转化的七参数方法,只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可计算出 $O_2$ 以xyz三个轴的旋转角、 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离,这六个参数即为安装状态参数;

S8、将安装状态参数写入激光雷达,校准点云数据。

[0007] 作为优选,标靶选用0.1m\*0.1m规格的标靶。

[0008] 作为优选,标靶中心位置低反射率区域的面积占比为15%-55%。

[0009] 作为优选,步骤S7计算雷达的坐标状态,具体为根据坐标转化的七参数方法,可以得到 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 之间的关系如下:

$$\begin{bmatrix} X2 \\ Y2 \\ Z2 \end{bmatrix} = (1+k)R_1(\text{roll})R_2(\text{pitch})R_3(\text{yaw}) \begin{bmatrix} X1 \\ Y1 \\ Z1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}$$

其中roll、pitch、yaw分别是 $O_1$ 以xyz三个轴的旋转角,dX、dY、dZ分别是 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离,k是缩放系数,不存在缩放时k为0,只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可求出以上六个参数,为了提高测试精度,可以多布置几个已知标靶中心点,利用最小二乘原理,求出roll、pitch、yaw、dX、dY、dZ的值。

[0010] 作为优选,步骤S8安装状态参数写入激光雷达,校准点云数据后,再对标靶进行第二次探测校准,重复步骤S1-S8。

[0011] 作为优选,第二次探测校准过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同的,则不再进行校准,若两个坐标系的坐标仍不相同的,则重新计算安装状态参数,将安装状态参数写入激光雷达后再进行第三次探测,若第三次探测过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标仍不相同的,则重新安装激光雷达后再进行校准。

[0012] 本发明设计的车载激光雷达安装校准方法,使用的目标物为悬空的标靶,利用激光雷达的测距能力,通过悬空标靶与背景的距离差,寻找标靶的边缘,确定标靶的位置,悬空标靶的方式不限,可以使用支架支撑、绳子悬挂等方式,特点是标靶与背景有明显的距离差,由于激光雷达特性,对于悬空的目标物,点云数据在边缘处会出现拖尾现象,影响标靶边缘的判断,为了避免拖尾的影响,在悬空的标靶中设置低反射率区域,使得激光雷达无法探测到低反射率区域的回波信号,通过这样的标靶设置,激光雷达首先探测悬空标靶的外形轮廓粗略计算标靶位置,再在该标靶位置范围内精细寻找无法探测回波信号的区域,计算得到标靶的中心位置,激光雷达的距离分辨率通常在厘米级别,通过设置悬空的标靶,利用标靶与背景的距离落差,可以轻松地将标靶数据从点云数据中挑选出来,这样先通过距离差粗略识别标靶,再在识别出来的标靶区域中利用无回波信号区域精细计算标靶中心坐标,先粗测量再精细计算,两个步骤大大提升了标靶中心坐标计算的精度。

[0013] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。

## 附图说明

[0014] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,并与本发明的

实施例一起,用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

图1是本发明车载激光雷达安装校准方法的流程图;

图2为悬空标靶的示意图。

[0015] 图中:1、标靶;2、低反射率区域;3、支架。

### 具体实施方式

[0016] 为使本发明实施例的目的和技术方案更加清楚,下面将结合本发明实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0017] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0018] 本发明中所述的“和/或”的含义指的是各自单独存在或两者同时存在的情况均包括在内。

[0019] 本发明中所述的“连接”的含义可以是部件之间的直接连接也可以是部件间通过其它部件的间接连接。

[0020] 下面参照图1和图2描述根据本发明实施例的一种车载激光雷达安装校准方法,包括:

S1、设置标靶,该标靶为悬空设置的标靶,标靶的中心位置设置为低反射率区域,标靶的边缘为正常反射率区域,参照图2,为悬空标靶的示意图,1为悬空的标靶,2为标靶中的低反射率区域,3为固定悬空标靶的支架,固定悬空标靶的方式不限,只要实现标靶周围悬空即可,标靶的数量大于等于二,标靶数量越多,激光雷达安装位置校准越精确,标靶之间排布的相对关系没有特别要求;

S2、雷达安装在车辆上后,雷达参数坐标原点为车辆中心线与前保险杠交点在地面的垂直投影点,该投影点为雷达的理论安装点,记为坐标系 $O_1$ ,根据标靶位置得到标靶中心在坐标系 $O_1$ 中的坐标为 $[X_1, Y_1, Z_1]$ ;

S3、使用激光雷达对标靶进行探测,得到点云数据;

S4、在点云数据中利用距离落差计算出标靶的粗略位置,具体是排除掉距离相差较大的点云数据;

S5、在找出的标靶粗略位置范围内精确寻找低反射率区域点云数据,激光雷达在探测悬空标靶位置时,其光束从正常反射率区域探测到低反射率区域无法获得点云数据时,会赋予该位置一个点云数据,所有这些点云数据汇聚在一起即为低反射率区域的精确点云数据,根据这些数据即可得到低反射率区域的大小和形状;

S6、计算低反射率区域的中心位置,得到标靶在激光雷达实际安装位置所在坐标系 $O_2$ 中的坐标 $[X_2, Y_2, Z_2]$ ,若 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同,则说明安装位置正确,无需再校准;

S7、根据标靶在坐标系 $O_1$ 和 $O_2$ 中的坐标计算雷达的坐标状态,由于安装的偏差,坐

标系 $O_1$ 经过旋转、平移和缩放后得到坐标系 $O_2$ ，根据坐标转化的七参数方法，只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可计算出 $O_2$ 以xyz三个轴的旋转角、 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离，这六个参数即为安装状态参数；

S8、将安装状态参数写入激光雷达，校准点云数据。

[0021] 作为优选，标靶选用0.1m\*0.1m规格的标靶。

[0022] 作为优选，标靶中心位置低反射率区域的面积占比为15%-55%。

[0023] 作为优选，步骤S7计算雷达的坐标状态，具体为根据坐标转化的七参数方法，可以得到 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 之间的关系如下：

$$\begin{bmatrix} X2 \\ Y2 \\ Z2 \end{bmatrix} = (1 + k)R_1(\text{roll})R_2(\text{pitch})R_3(\text{yaw}) \begin{bmatrix} X1 \\ Y1 \\ Z1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}$$

其中roll、pitch、yaw分别是 $O_1$ 以xyz三个轴的旋转角，dX、dY、dZ分别是 $O_2$ 沿xyz三个方向的偏移距离，k是缩放系数，不存在缩放时k为0，只需要知道两个标靶中心点分别在 $O_1$ 和 $O_2$ 坐标系中的坐标即可求出以上六个参数，为了提高测试精度，可以多布置几个已知标靶中心点，利用最小二乘原理，求出roll、pitch、yaw、dX、dY、dZ的值。

[0024] 作为优选，步骤S8安装状态参数写入激光雷达，校准点云数据后，再对标靶进行第二次探测校准，重复步骤S1-S8。

[0025] 作为优选，第二次探测校准过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标相同的，则不再进行校准，若两个坐标系的坐标仍不相同的，则重新计算安装状态参数，将安装状态参数写入激光雷达后再进行第三次探测，若第三次探测过程中 $[X_1, Y_1, Z_1]$ 和 $[X_2, Y_2, Z_2]$ 的坐标仍不相同的，则重新安装激光雷达后再进行校准。

[0026] 本发明设计的车载激光雷达安装校准方法，使用的目标物为悬空的标靶，利用激光雷达的测距能力，通过悬空标靶与背景的距离差，寻找标靶的边缘，确定标靶的位置，悬空标靶的方式不限，可以使用支架支撑、绳子悬挂等方式，特点是标靶与背景有明显的距离差，由于激光雷达特性，对于悬空的目标物，点云数据在边缘处会出现拖尾现象，影响标靶边缘的判断，为了避免拖尾的影响，在悬空的标靶中设置低反射率区域，使得激光雷达无法探测到低反射率区域的回波信号，通过这样的标靶设置，激光雷达首先探测悬空标靶的外形轮廓粗略计算标靶位置，再在该标靶位置范围内精细寻找无法探测回波信号的区域，计算得到标靶的中心位置，激光雷达的距离分辨率通常在厘米级别，通过设置悬空的标靶，利用标靶与背景的距离落差，可以轻松地将标靶数据从点云数据中挑选出来，这样先通过距离差粗略识别标靶，再在识别出来的标靶区域中利用无回波信号区域精细计算标靶中心坐标，先粗测量再精细计算，两个步骤大大提升了标靶中心坐标计算的精度。

[0027] 以上仅为本发明的实施方式，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，这些均属于本发明的保护范围。



图1

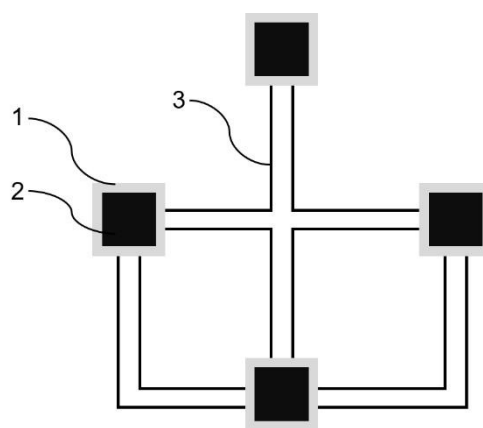


图2