



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110645960 A

(43)申请公布日 2020.01.03

(21)申请号 201810665952.3

(22)申请日 2018.06.26

(71)申请人 凌上科技(北京)有限公司

地址 100089 北京市海淀区中关村智造大街D座504

(72)发明人 李云龙 汪凯骐 蒋博

(51)Int.Cl.

G01C 11/02(2006.01)

G01C 11/28(2006.01)

G01C 11/16(2006.01)

权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

测距方法、地形跟随测距方法、避障测距方法及装置

(57)摘要

本发明的实施方式提供一种用于地形跟随的测距方法、用于避障的测距方法及装置。该测距方法包括:在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,最小距离用于确定飞行器的飞行轨迹。



1. 一种测距方法,其特征在于,包括:

在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,所述待测区域为所述飞行器途径区域,所述基于待测区域构建的三维点云为基于所述待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,所述多个三维坐标点中每一三维坐标点与所述待测区域中的每一子区域一一对应,所述每一三维坐标点的坐标用于指示对应的所述每一子区域与所述飞行器之间的距离;

根据所述可视区域确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离,所述最小距离用于确定所述飞行器的飞行轨迹。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述可视区域确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离,包括:

将所述可视区域中的三维点云投影到二维平面得到所述可视区域对应的二维点云,其中,所述可视区域中的三维点云为所述三维点云的子集,所述,所述二维点云中的多个二维坐标点与所述可视区域中的三维点云中的多个三维坐标点对应,所述多个二维坐标点中每一二维坐标点的坐标用于指示对应的所述每一子区域与所述飞行器之间的距离;

根据所述可视区域的二维点云确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述可视区域的二维点云确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离,包括:

对所述可视区域的二维点云进行去离散点的处理;

从处理后的所述可视区域的二维点云中选取出指示的距离最小的二维坐标点,将该二维坐标点指示的距离作为所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述飞行器的外形信息包括所述飞行器的体积。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,还包括:

获取所述待测区域的深度图像;

基于所述待测区域的深度图像构建所述待测区域的三维点云;

其中,所述深度图像中每一像素点的坐标用于指示每一像素点对应的所述待测区域中的每一地形区域与所述飞行器之间的距离,所述深度图像中的像素点与所述三维点云中的三维坐标点一一对应。

6. 如权利要求5所述的方法,其特征在于,所述基于所述待测区域的深度图像构建所述待测区域的三维点云之前,还包括:

获取所述飞行器的姿态信息;

所述基于所述待测区域的深度图像构建所述待测区域的三维点云,包括:

将所述待测区域的深度图像投影至三维空间中构成初始三维点云;

判断所述飞行器的姿态信息是否存在夹角;

若所述姿态信息存在所述夹角,则将所述初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与所述夹角相同的角度得到所述待测区域的三维点云。

7. 如权利要求1至6任一所述的方法,其特征在于,所述根据所述可视区域确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离之后,还包括:

判断所述最小距离是否偏离预设范围；

若所述最小距离不偏离所述预设范围,则指示所述飞行器保持所述飞行器与所述待测区域之间的距离不变;或者

若所述最小距离偏离所述预设范围,则指示所述飞行器调整所述飞行器与所述待测区域之间的距离。

8.一种应用于地形跟随的测距方法,其特征在于,包括:

在基于待测地形构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,所述待测地形为所述飞行器途径区域的地形,所述基于待测地形构建的三维点云为基于所述待测地形构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,所述多个三维坐标点中每一三维坐标点与所述待测地形中的每一子区域一一对应,所述每一三维坐标点的坐标用于指示对应的所述每一子区域与所述飞行器之间的距离;

根据所述可视区域确定所述待测地形与所述飞行器之间的最小距离;

根据所述最小距离确定所述飞行器进行地形跟随时的飞行轨迹。

9.一种应用于避障的测距方法,其特征在于,包括:

在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,所述待测区域为所述飞行器途径区域,所述基于待测区域构建的三维点云为基于所述待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,所述多个三维坐标点中每一三维坐标点与所述待测区域中的每一子区域一一对应,所述每一三维坐标点的坐标用于指示对应的所述每一子区域与所述飞行器之间的距离;

根据所述可视区域确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离,所述待测区域包括所述待测区域内的障碍物;

根据所述最小距离确定所述飞行器进行避障时的飞行轨迹。

10.一种测距装置,其特征在于,包括双目摄像设备,以及

选取单元,用于在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,所述待测区域为所述飞行器途径区域,所述基于待测区域构建的三维点云为基于所述待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,所述多个三维坐标点中每一三维坐标点与所述待测区域中的每一子区域一一对应,所述每一三维坐标点的坐标用于指示对应的所述每一子区域与所述飞行器之间的距离;

确定单元,用于根据所述可视区域确定所述待测区域与所述飞行器之间的最小距离,所述最小距离用于确定所述飞行器的飞行轨迹。

测距方法、地形跟随测距方法、避障测距方法及装置

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及图像处理技术领域,更具体地,本发明的实施方式涉及一种测距方法、系统、装置、介质和计算设备,应用于地形跟随的测距方法、系统、装置、介质和计算设备,应用于避障的测距方法、系统、装置、介质和计算设备。

背景技术

[0002] 本部分旨在为权利要求书中陈述的本发明的实施方式提供背景或上下文。此处的描述不因为包括在本部分中就承认是现有技术。

[0003] 无人飞行器,如电力巡检无人机、农业植保机等,广泛应用于用于农业、能源、军事以及地理测绘等领域。在地形测绘、电力管线巡检、油气管线巡检、农业种植等应用场景下,无人飞行器往往需要保持较低的飞行高度来完成任务。但由于无人飞行器途经地形起伏,为了避免因较低的飞行高度导致的触地坠毁,无人飞行器需要具备对地面和障碍物的实时测距能力。目前,现有的测距方案主要有以下几种:

[0004] 技术方案一,使用激光测距设备来进行对地面和障碍物的测距。受限于无人飞行器对体积和重量的限制,无法将激光测距设备的机械旋转辅助装置加装在无人飞行器上,这导致在没有机械旋转辅助装置的情况下激光测距设备只能测量飞行器与障碍物或地面某一点的距离,而飞行器的投影大多是块状的,使得此方案存在测量盲点,无法得到准确地测距结果。此外,激光测距设备采用的测距算法通常是TOF(光飞行时间)法和三角测距法,三角测距法的测量距离一般在20米以内,TOF的测量距离则可以达到数百米,但这两种测距算法都受限于测量物体的表面反射率,物体反射率较低的时候可能出现测量失败的情况。

[0005] 技术方案二,基于深度传感器采集的深度信息,使用VSLAM(视觉即时定位与地图构建)算法为飞行器进行航迹规划,从而避免飞行器触底坠毁并保持较低飞行高度。这种技术方案虽然可以构建出飞行器所处的环境并为飞行器进行航迹规划,但是这种技术方案运行时所需的计算资源与能耗十分庞大,一般飞行器根本无力搭载。并且,这种技术方案也难以满足飞行器测距对实时性的需求。

[0006] 技术方案三,预先导入作业地点的地形数据,结合GPS定位得到飞行器与地面和障碍物之间的相对距离。此处的地形数据需为高程网格数据,虽然市面上主流地图软件都可以提供部分地区的高程网格数据,但是由于地区不完整加之网格精度不高导致可用率很低,因此在还需要进行进一步的高精度的地形测绘,导致这个技术方案的实施难度大,实施成本高。

[0007] 综上,现有的测距方案均不能较好地实现飞行器对地面和障碍物的实时测距。

发明内容

[0008] 本发明实施例提供一种测距方法、装置、介质以及计算设备,用以解决现有的测距方案均不能较好地实现飞行器对地面和障碍物的实时测距。

[0009] 第一方面,本发明提出了一种测距方法,包括:在基于待测区域构建的三维点云中

根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,该最小距离用于确定飞行器的飞行轨迹。

[0010] 在一种可能的实现方式中,根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,包括:将可视区域中的三维点云投影到二维平面得到可视区域对应的二维点云,其中,可视区域中的三维点云为三维点云的子集,二维点云中的多个二维坐标点与可视区域中的三维点云中的多个三维坐标点对应,多个二维坐标点中每一二维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0011] 在一种可能的实现方式中,根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离,包括:对可视区域的二维点云进行去离散点的处理;从处理后的可视区域的二维点云中选取出指示的距离最小的二维坐标点,将该二维坐标点指示的距离作为待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0012] 在一种可能的实现方式中,飞行器的外形信息包括飞行器的体积。

[0013] 在一种可能的实现方式中,在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,还包括:根据飞行器的体积和预设的飞行器的飞行高度,设置可视区域与基于待测区域构建的三维点云之间的比例关系。在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,包括:在基于待测区域构建的三维点云中根据比例关系选取可视区域。

[0014] 在一种可能的实现方式中,在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,包括:根据飞行器的体积和飞行器的飞行高度,在基于待测区域构建的三维点云中动态选取可视区域。

[0015] 在一种可能的实现方式中,在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,还包括:获取待测区域的深度图像;基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云;其中,深度图像中每一像素点的坐标用于指示每一像素点对应的待测区域中的每一地形区域与飞行器之间的距离,深度图像中的像素点与三维点云中的三维坐标点一一对应。

[0016] 在一种可能的实现方式中,基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云之前,还包括:获取飞行器的姿态信息。基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云,包括:将待测区域的深度图像投影至三维空间中构成初始三维点云;判断飞行器的姿态信息是否存在夹角;若姿态信息存在夹角,则将初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与夹角相同的角度得到待测区域的三维点云。

[0017] 在一种可能的实现方式中,获取待测区域的深度图像,包括:通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息;对至少两帧图像信息进行视差计算得到待测区域的深度图像。

[0018] 在一种可能的实现方式中,通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息之前,还包括:对双目摄像设备进行帧同步。

[0019] 在一种可能的实现方式中,根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离之后,还包括:判断最小距离是否偏离预设范围;若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行高度不变;或者若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行高度。

[0020] 第二方面,本发明还提出了一种应用于地形跟随的测距方法,包括:在基于待测地形构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测地形为飞行器途径区域的地形,基于待测地形构建的三维点云为基于待测地形构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测地形中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域确定待测地形与飞行器之间的最小距离;根据最小距离确定飞行器进行地形跟随时飞行轨迹。

[0021] 在一种可能的实现方式中,根据最小距离确定飞行器进行地形跟随时飞行轨迹,包括:判断最小距离是否偏离预设范围;若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行高度不变;或者若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行高度。

[0022] 在一种可能的实现方式中,执行第一方面任一项的方法。

[0023] 第三方面,本发明还提出了一种应用于避障的测距方法,包括:在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,待测区域包括待测区域内的障碍物;根据最小距离确定飞行器进行避障时的飞行轨迹。

[0024] 在一种可能的实现方式中,根据最小距离确定飞行器进行避障时的飞行轨迹,包括:判断最小距离是否偏离预设范围;若最小距离不小于预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行方向不变;或者若最小距离小于预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行方向。

[0025] 在一种可能的实现方式中,执行第一方面任一项的方法。

[0026] 第四方面,本发明还提出了一种测距装置,包括双目摄像设备,以及

[0027] 选取单元,用于在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;

[0028] 确定单元,用于根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,最小距离用于确定飞行器的飞行轨迹。

[0029] 在一种可能的实现方式中,确定单元具体用于:将可视区域中的三维点云投影到二维平面得到可视区域对应的二维点云,其中,可视区域中的三维点云为三维点云的子集,二维点云中的多个二维坐标点与可视区域中的三维点云中的多个三维坐标点对应,多个二维坐标点中每一二维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据

可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0030] 在一种可能的实现方式中,确定单元在根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离时,具体用于:对可视区域的二维点云进行去离散点的处理;从处理后的可视区域的二维点云中选取出指示的距离最小的二维坐标点,将该二维坐标点指示的距离作为待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0031] 在一种可能的实现方式中,飞行器的外形信息包括飞行器的体积。

[0032] 相应地,在一种可能的实现方式中,选取单元还用于:在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,根据飞行器的体积和预设的飞行器的飞行高度,设置可视区域与基于待测区域构建的三维点云之间的比例关系。选取单元具体用于:在基于待测区域构建的三维点云中根据比例关系选取可视区域。

[0033] 相应地,在一种可能的实现方式中,选取单元具体用于:根据飞行器的体积和飞行器的飞行高度,在基于待测区域构建的三维点云中动态选取可视区域。

[0034] 在一种可能的实现方式中,还包括构建单元用于:在选取单元在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,获取待测区域的深度图像;基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云;其中,深度图像中每一像素点的坐标用于指示每一像素点对应的待测区域中的每一地形区域与飞行器之间的距离,深度图像中的像素点与三维点云中的三维坐标点一一对应。

[0035] 在一种可能的实现方式中,构建单元还用于:在基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云之前,获取飞行器的姿态信息。构建单元在基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云时,具体用于:将待测区域的深度图像投影至三维空间中构成初始三维点云;判断飞行器的姿态信息是否存在夹角;若姿态信息存在夹角,则将初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与夹角相同的角度得到待测区域的三维点云。

[0036] 在一种可能的实现方式中,构建单元获取待测区域的深度图像时,具体用于:通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息;对至少两帧图像信息进行视差计算得到待测区域的深度图像。

[0037] 在一种可能的实现方式中,构建单元还用于:在通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息之前,对双目摄像设备进行帧同步。

[0038] 在一种可能的实现方式中,还包括调整单元,用于在确定单元根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离之后,判断最小距离是否偏离预设范围;若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行高度不变;或者若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行高度。

[0039] 第五方面,本发明还提出了一种地形跟随传感器,包括双目摄像设备、数据接口以及处理器,处理器用于执行第一方面任一项的方法,双目摄像设备用于采集待测地形的图像信息。

[0040] 第六方面,本发明还提出了一种地形跟随装置,包括双目摄像设备、处理器、存储器以及收发机;

[0041] 双目摄像设备,用于采集待测地形的图像信息;

[0042] 存储器,用于存储处理器执行的程序;

[0043] 处理器,用于根据存储器存储的程序和待测地形的图像信息,执行第一方面中任

一项的方法；

[0044] 收发机,用于在处理器的控制下接收或发送数据。

[0045] 第七方面,本发明还提出了一种避障传感器,包括双目摄像设备、数据接口以及处理器,处理器用于执行第一方面任一项的方法,双目摄像设备用于采集待测区域的图像信息,待测区域包括待测区域的障碍物。

[0046] 第八方面,本发明还提出了一种避障装置,包括双目摄像设备、处理器、存储器以及收发机；

[0047] 双目摄像设备,用于采集待测区域的图像信息,待测区域包括待测区域的障碍物；

[0048] 存储器,用于存储处理器执行的程序；

[0049] 处理器,用于根据存储器存储的程序和待测地形的图像信息,执行第一方面中任一项的方法；

[0050] 收发机,用于在处理器的控制下接收或发送数据。

[0051] 第九方面,本发明还提出了一种系统,包括飞行器以及至少一个地形跟随装置,至少一个地形跟随装置挂载在飞行器外侧,多个地形跟随装置用于执行第一方面中任一项的方法。

[0052] 第十方面,本发明还提出了一种系统,其特征在于,包括飞行器以及至少一个避障装置,至少一个避障装置挂载在飞行器外侧,多个避障装置用于执行第一方面中任一项的方法。

[0053] 第十一方面,本发明还提出了一种介质,介质存储有计算机可执行指令,计算机可执行指令用于使计算机执行第一方面中任一项的方法。

[0054] 第十二方面,本发明还提出了一种计算设备,计算设备存储有可执行指令,计算设备可执行指令用于使计算设备执行第一方面中任一项的方法。

[0055] 通过本发明提供的技术方案,可以从基于待测区域构建的三维点云中选取可视区域,从而能够根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,避免了由于需要计算飞行器与整个待测区域中所有点之间的距离而造成的计算资源需求量与能耗高,大大减少了测距过程中的计算量,降低了测距过程的实施难度和实施成本。

附图说明

[0056] 通过参考附图阅读下文的详细描述,本发明示例性实施方式的上述以及其他目的、特征和优点将变得易于理解。在附图中,以示例性而非限制性的方式示出了本发明的若干实施方式,其中:

[0057] 图1示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种测距方法的流程示意图；

[0058] 图2示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种构建三维点云的流程示意图；

[0059] 图3示意性地示出了根据本发明实施例涉及的另一一种构建三维点云的流程示意图；

[0060] 图4示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种测距场景的示意图；

[0061] 图5示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种应用于地形跟随的测距方法的流程示意图；

[0062] 图6示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种应用于避障的测距方法的流程

示意图；

[0063] 图7示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种测距装置的结构示意图；

[0064] 图8示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种基于双目摄像设备的测距装置的结构示意图；

[0065] 图9示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种介质的结构示意图；

[0066] 图10示意性地示出了根据本发明实施例涉及的一种计算设备的结构示意图。

[0067] 在附图中，相同或对应的标号表示相同或对应的部分。

具体实施方式

[0068] 下面将参考若干示例性实施方式来描述本发明的原理和精神。应当理解，给出这些实施方式仅仅是为了使本领域技术人员能够更好地理解进而实现本发明，而并非以任何方式限制本发明的范围。相反，提供这些实施方式是为了使本公开更加透彻和完整，并且能够将本公开的范围完整地传达给本领域的技术人员。

[0069] 本领域技术人员知道，本发明的实施方式可以实现为一种测距方法、系统、装置、设备、方法或计算机程序产品。因此，本公开可以具体实现为以下形式，即：完全的硬件、完全的软件（包括固件、驻留软件、微代码等），或者硬件和软件结合的形式。

[0070] 根据本发明的实施方式，提出了一种测距方法、系统、装置、传感器、设备、方法或计算机程序产品，还提供了一种应用于地形跟随的测距方法，一种应用于避障的测距方法。

[0071] 在本文中，需要理解的是，附图中的任何元素数量均用于示例而非限制，以及任何命名都仅用于区分，而不具有任何限制含义。

[0072] 下面参考本发明的若干代表性实施方式，详细阐释本发明的原理和精神。

[0073] 应用场景总览

[0074] 本发明实施例可以应用于各种领域的测距场景，尤其是基于地形跟随的测距场景，以及基于避障的测距场景。下面将示例性的举出几个场景：

[0075] 以电力管线巡检场景下的工业无人机为例，在执行电力管线巡视检查的任务时往往飞行距离较长，这意味着管线途经地形会有较大起伏变化，对于超低空飞行的无人机来说，可以采用本发明实施例提供的测距方法确定无人机与地面之间的距离，从而保持和地面的距离安全完成任务。

[0076] 以农业种植场景下的农业植保机为例，在喷洒作业时距离作物或地面往往只有例如2至5米的高度，面对有坡度的农田时必须具有感知自身与地面相对高度的能力才能保证不发生触地危险，在此场景下可以采用本发明实施例提供的测距方法确定农业植保机与地面之间的相对高度，使得农业植保机保持与地面相对高度，避免触地危险的发生。

[0077] 以用于跟踪目标并拍摄目标的摄影无人机为例，在山丘、峡谷等地形复杂的野外拍摄飞行时，必须具有灵敏的环境感知能力，包括对地面相对高度和周围障碍物的感知能力，在此场景下可以采用本发明实施例提供的测距方法确定摄影无人机和地面之间的相对高度，以及摄影无人机和周围障碍物之间的距离，从而避免碰撞坠毁。

[0078] 以载人飞行器为例，在保持较低飞行高度进行飞行时，在此场景下可以采用本发明实施例提供的测距方法确定载人飞行器和地面之间的相对高度以及载人飞行器和周围障碍物之间的距离，这样不仅保证了驾驶者和飞行器的安全，还降低了飞行器的操控难度。

[0079] 需要注意的是,上述应用场景仅是为了便于理解本发明的精神和原理而示出,本发明的实施方式在此方面不受任何限制。相反,本发明的实施方式可以应用于任何测距场景。

[0080] 示例性方法

[0081] 下面结合应用场景,参考图1来描述根据本发明示例性实施方式的测距方法。需要注意的是,上述应用场景仅是为了便于理解本发明的精神和原理而示出,本发明的实施方式在此方面不受任何限制。相反,本发明的实施方式可以应用于适用测距方法的任何场景。

[0082] 本发明提出了一种测距方法,包括:

[0083] S101、在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域。

[0084] S102、根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,最小距离用于确定飞行器的飞行轨迹。

[0085] 本发明实施例中,待测区域为飞行器途径区域。基于该待测区域构建的三维点云是指基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,三维点云中每个点的坐标即为该点在实际空间中的位置,每个点的坐标都应是三维的,这些点可以称为三维坐标点。多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离。

[0086] 通过上述方法,可以从基于待测区域构建的三维点云中选取可视区域,从而能够根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,避免了由于需要计算飞行器与整个待测区域中所有点之间的距离而造成的计算资源需求量与能耗高,大大减少了测距过程中的计算量,降低了测距过程的实施难度和实施成本。

[0087] 下面将详细说明本发明实施例提供的测距方法:

[0088] 本发明实施例中,飞行器的外形信息包括但不限于飞行器的体积、飞行器的尺寸大小、飞行器的外形形状。

[0089] S101中,在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域的实现方式有多种。

[0090] S101的一种实现方式为:在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,可以根据飞行器的体积和预设的飞行器的飞行高度,设置可视区域与基于待测区域构建的三维点云之间的比例关系。然后,S101中在基于待测区域构建的三维点云中根据比例关系选取可视区域。

[0091] S101的另一种实现方式为:根据飞行器的体积和飞行器的飞行高度,在基于待测区域构建的三维点云中动态选取可视区域。

[0092] 通过上述实现方式,实现了在基于待测区域整体构建的三维点云中选取可视区域,使得后续可以根据该可视区域进行计算,避免了基于待测区域整体进行计算而造成的计算资源压力和高能耗,降低了后续的计算过程的实现难度、能耗以及对计算资源需求量,更有助于实现飞行器尤其是小型飞行器上的测距场景。

[0093] 本发明实施例中,在S101之前可以基于待测区域构建三维点云。可选的,如图2所示构建三维点云的步骤如下:

[0094] 步骤201:获取待测区域的深度图像。

[0095] 其中,深度图像中每一像素点的坐标用于指示每一像素点对应的待测区域中的每

一地形区域与飞行器之间的距离。

[0096] 步骤201中获取深度图像的一种方法可以为：通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息，对该至少两帧图像信息进行视差计算得到待测区域的深度图像。较佳地，可以在同一时刻通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息，以便后续可以基于同一时刻采集到的至少两帧图像信息进行更准确地视差计算，降低配准至少两帧图像信息的难度。

[0097] 可选的，通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息之前，对双目摄像设备进行帧同步，使得双目摄像设备可以在同一时刻下采集图像信息。

[0098] 需要说明的是，除了上述实现方式之外，还可以通过单目摄像设备获取待测区域的深度图像，或者通过其他深度采集设备获取待测区域的深度图像，本发明实施例中并不限定。

[0099] 步骤202：基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云。

[0100] 其中，深度图像中的像素点与三维点云中的三维坐标点一一对应。可选的，在基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云之前，获取飞行器的姿态信息，该姿态信息包括但不限于欧拉角。此处获取飞行器的姿态信息的方法与现有技术类似，此处不再赘述。

[0101] 步骤202中基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云的实现方式也有多种。以深度图像为双目摄像设备采集的深度图为例：根据同一个点在左右成像平面上成像位置的不同可以得到视差，在已知基线长度、相机焦距以及视差值的情况下（基线长度及相机焦距可通过相机标定获得），根据三角形相似原理，可以很容易的得出以下公式：

[0102] 深度值 = 相机焦距 × 基线长度 / 视差值

[0103] 从而根据以上公式，通过遍历双目摄像设备采集到的左/右目图像上所有能够一一对应的像素点，得到所有像素点的深度值保存为携带有深度值得图像，即保存为一张深度图。

[0104] 为了保证后续测距过程的准确性，三维点云中的每个三维坐标点的坐标必须是该点在真实三维空间中的坐标。但当深度采集设备如双目摄像设备与水平面存在夹角时，直接通过深度图像转换得到的三维点云必然与水平面也存在夹角，因此并不符合对三维点云图的要求，故在深度采集设备（例如搭载在飞行器上的双目摄像设备）与水平面存在夹角时，步骤202还需对三维点云中的每个三维坐标点进行相应地角度调整。

[0105] 步骤202的一种实现方式如图3所示，包括如下步骤：

[0106] 步骤301：将待测区域的深度图像投影至三维空间中构成初始三维点云。此处的三维空间可以是基于世界坐标系的三维空间，也可以是基于其他坐标系的三维空间，本发明实施例中并不限定。

[0107] 步骤302：判断飞行器的姿态信息是否存在夹角。飞行器的姿态信息包括但不限于欧拉角。

[0108] 步骤303：若姿态信息存在夹角，则将初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与夹角相同的角度得到基于待测区域构建的三维点云。

[0109] 以图4所示的测距场景为例，若测得飞行器的飞行姿态倾斜，即接收到飞控反馈的姿态信息包括夹角 α ，则将初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与夹角 α 相同的角度得到基于待测区域构建的三维点云。

[0110] 步骤202的另一种实现方式为:遍历深度图像中的每个像素点,将每个像素点的深度值作为该像素点在第三维度上的坐标,从而由原有的二维坐标与第三维度上的坐标共同构成三维坐标,即可获得待测区域的三维点云。

[0111] 这样,通过上述两种实现方式对初始三维点云中各个三维坐标点进行角度修正,避免了飞行器的姿态对三维点云中各个三维坐标点的影响。

[0112] S102中根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离的具体实现方式例如可以包括如下步骤:

[0113] 步骤一:将可视区域中的三维点云投影到二维平面得到可视区域对应的二维点云。

[0114] 本发明实施例中,可视区域中的三维点云为三维点云的子集,二维点云中的多个二维坐标点与可视区域中的三维点云中的多个三维坐标点对应,多个二维坐标点中每一二维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离。

[0115] 以可视区域为视窗,视窗内的所有三维坐标点均包括 $x\backslash y\backslash z$ 三个轴向坐标为例,步骤一的方法可以为:针对视窗内的所有三维坐标点,将这些三维坐标点的 y 轴向坐标删除,即采用这些三维坐标点的 x 轴向坐标和 z 轴向坐标形成一个新的二维坐标系,这样视窗内所有的三维坐标点均可落在了同一个二维平面上,实现了所有视窗内所有三维坐标点向二维平面的投影。

[0116] 步骤二:根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0117] 步骤二的具体实现方法有多种。可选的,其中一种例如可以为:先对可视区域的二维点云进行去离散点的处理,然后从处理后的可视区域的二维点云中选取出指示的距离最小的二维坐标点,并将该二维坐标点指示的距离作为待测区域与飞行器之间的最小距离。需要说明的是,去离散点的处理与现有技术类似,此处不再赘述。

[0118] 在S102之后根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离之后,判断最小距离是否偏离预设范围。若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持该飞行器与待测区域之间的距离不变。若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整该飞行器与待测区域之间的距离,例如可以指示飞行器停止前进,或指示飞行器调整飞行方向。这样,不仅可以使飞行器保持在预定的飞行高度或飞行方向上,又避免了飞机器因接触地面或障碍物而坠毁。

[0119] 下面通过两个示例性的场景,说明本发明实施例所提供的测距方法在不同场景下的应用:

[0120] 如图5所示,本发明提出了一种应用于地形跟随的测距方法,包括:

[0121] S501、在基于待测地形构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域。本发明实施例中,待测地形为飞行器途径区域的地形,基于待测地形构建的三维点云为基于待测地形构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测地形中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离。

[0122] S502、根据可视区域确定待测地形与飞行器之间的最小距离。

[0123] S503、根据最小距离确定飞行器进行地形跟随时飞行轨迹。

[0124] S503中根据最小距离确定飞行器进行地形跟随时飞行轨迹的实现方式为:判断

最小距离是否偏离预设范围。若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行高度不变;若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行高度。其中,飞行高度为飞行器与待测地形之间的距离。

[0125] 可以通过搭载在飞行器上的测距装置,尤其是双目测距装置或双目测距传感器,来执行上述应用于地形跟随的测距方法,以使飞行器免于因触地坠毁。

[0126] 需要说明的是,S501至S502与上文S101至S102类似,参见S101至S102的相关描述,此处不再赘述。

[0127] 如图6所示,本发明提出了一种应用于避障的测距方法,包括:

[0128] S601、在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域;其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离。

[0129] S602、根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,待测区域包括待测区域内的障碍物。

[0130] S603、根据最小距离确定飞行器进行避障时的飞行轨迹。

[0131] S603中根据最小距离确定飞行器进行避障时的飞行轨迹的实现方式可以为:判断最小距离是否小于预设范围。若最小距离不小于预设范围,则说明飞行器与障碍物之间的距离处于安全范围内,因此可以指示飞行器保持飞行器的飞行方向不变,或者确定不指示飞行器调整该飞行器的飞行方向。若最小距离小于预设范围,说明飞行器与障碍物之间的距离过小,这可能会导致飞行器撞到障碍物上,因此需要指示飞行器调整飞行器的飞行方向。

[0132] 可以通过搭载在飞行器上的测距装置,尤其是双目测距装置或双目测距传感器,来执行上述应用于避障的测距方法,以使飞行器免于因接触障碍物而造成的坠毁。

[0133] 需要说明的是,S601至S602与上文S101至S102类似,参见S101至S102的相关描述,此处不再赘述。

[0134] 下面将就几个具体的测距场景进行距离说明:

[0135] 举例说明一

[0136] 以飞行器为农业种植场景下的植保无人机,待测区域为斜坡为例,双目测距装置搭载在植保无人机外侧,假设植保无人机在农田中喷洒农药时被要求保持与农作物之间的高度为1.5米,无人机飞行速度为2米/秒,无人机最大爬升或下降速率为3米/秒。双目测距装置每秒可以处理10帧图像,即每秒可以输出10个距离点。当遇到30度的上升斜坡时,如果植保无人机不做任何响应,则继续飞行3米1.5秒后会撞击斜坡。为了避免撞击发生,植保无人机必须在进入斜坡时做出反应,根据上述参数计算,当植保无人机飞入斜坡区域后0.1秒,双目测距装置给出的距离点为1.5米,此时植保无人机与斜坡的垂直距离为1.35米。当双目测距装置给出第二个距离点时,植保无人机与斜坡的垂直距离为1.2米,此距离点的距离值为1.35米,小于1.5米,则植保无人机要做出上升反应。上升速率为3米/秒,则继续飞行0.1秒上升高度为0.3米,此时植保无人机与斜坡的垂直距离为1.35米,植保无人机需要继续以0.3米/秒的速率上升,再过0.1秒后植保无人机与斜坡的垂直距离为1.5米,再0.1秒后

为1.65米。可见,通过上述测距过程可以成功防止植保无人机撞击斜坡,实现了植保无人机的地形跟随。

[0137] 需要注意的是,上述举例说明一中的具体数据均为示例性数据,本发明实施例中并不限定具体数据。

[0138] 举例说明二

[0139] 以飞行器为电力管线巡检场景下的工业无人机,待测区域为地面以及地面障碍物为例,工业无人机在执行电力巡检的飞行任务时需要保证不能撞到任何地面障碍物,这些障碍物包括但不限于电力铁塔,烟囱,高层楼房,悬崖石壁。工业无人机在执行类似电力巡检任务时一般只需要在正前方挂载一个包括双目摄像机的双目测距装置。飞行过程中双目摄像机每秒能输出10个测距点并发送给飞控系统,飞控系统发现工业无人机与障碍物的距离小于警戒值后立马做出停止前进,或改变飞行方向的动作从而避免撞击。

[0140] 需要注意的是,上述举例说明二中的具体数据均为示例性数据,本发明实施例中并不限定具体数据。

[0141] 通过本发明提供的技术方案,可以从基于待测区域构建的三维点云中选取可视区域,从而能够根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,避免了由于需要计算飞行器与整个待测区域中所有点之间的距离而造成的计算资源需求量与能耗高,大大减少了测距过程中的计算量,降低了测距过程的实施难度和实施成本。

[0142] 示例性装置

[0143] 在介绍了本发明示例性实施方式的方法之后,接下来,介绍本发明提供了示例性实施的装置。本发明提供的测距装置或测距传感器的安装方式或安装部分本发明中并不限定。本发明提供的测距装置或测距传感器可以挂载在飞行器下方、前方、后方、左侧、右侧中的之一或组合,挂载方式可以是刚性连接,也可以是柔性连接。

[0144] 参考图7,本发明提供了一种测距装置,该装置可以实现图1对应的对本发明示例性实施方式中的方法。参阅图7所示,该装置包括:选取单元、确定单元和双目摄像设备,其中,

[0145] 选取单元,用于在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域,其中,待测区域为飞行器途径区域,基于待测区域构建的三维点云为基于待测区域构建的三维空间中多个三维坐标点的集合,多个三维坐标点中每一三维坐标点与待测区域中的每一子区域一一对应,每一三维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;

[0146] 确定单元,用于根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离,最小距离用于确定飞行器的飞行轨迹。

[0147] 可选的,确定单元具体用于:将可视区域中的三维点云投影到二维平面得到可视区域对应的二维点云,其中,可视区域中的三维点云为三维点云的子集,二维点云中的多个二维坐标点与可视区域中的三维点云中的多个三维坐标点对应,多个二维坐标点中每一二维坐标点的坐标用于指示对应的每一子区域与飞行器之间的距离;根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0148] 可选的,确定单元在根据可视区域的二维点云确定待测区域与飞行器之间的最小距离时,具体用于:对可视区域的二维点云进行去离散点的处理;从处理后的可视区域的二

维点云中选取出指示的距离最小的二维坐标点,将该二维坐标点指示的距离作为待测区域与飞行器之间的最小距离。

[0149] 可选的,飞行器的外形信息包括飞行器的体积。

[0150] 相应地,选取单元还用于:在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,根据飞行器的体积和预设的飞行器的飞行高度,设置可视区域与基于待测区域构建的三维点云之间的比例关系。选取单元具体用于:在基于待测区域构建的三维点云中根据比例关系选取可视区域。

[0151] 相应地,可选的,选取单元具体用于:根据飞行器的体积和飞行器的飞行高度,在基于待测区域构建的三维点云中动态选取可视区域。

[0152] 可选的,还包括构建单元用于:在选取单元在基于待测区域构建的三维点云中根据飞行器的外形信息选取可视区域之前,获取待测区域的深度图像;基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云;其中,深度图像中每一像素点的坐标用于指示每一像素点对应的待测区域中的每一地形区域与飞行器之间的距离,深度图像中的像素点与三维点云中的三维坐标点一一对应。

[0153] 可选的,构建单元还用于:在基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云之前,获取飞行器的姿态信息。构建单元在基于待测区域的深度图像构建待测区域的三维点云时,具体用于:将待测区域的深度图像投影至三维空间中构成初始三维点云;判断飞行器的姿态信息是否存在夹角;若姿态信息存在夹角,则将初始三维点云中每一三维坐标点的坐标逆向旋转与夹角相同的角度得到待测区域的三维点云。

[0154] 可选的,构建单元获取待测区域的深度图像时,具体用于:通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息;对至少两帧图像信息进行视差计算得到待测区域的深度图像。

[0155] 可选的,构建单元还用于:在通过双目摄像设备获取待测区域的至少两帧图像信息之前,对双目摄像设备进行帧同步。

[0156] 可选的,还包括调整单元,用于在确定单元根据可视区域确定待测区域与飞行器之间的最小距离之后,判断最小距离是否偏离预设范围;若最小距离不偏离预设范围,则指示飞行器保持飞行器的飞行高度不变;或者若最小距离偏离预设范围,则指示飞行器调整飞行器的飞行高度。

[0157] 如图本发明还提出了一种地形跟随传感器,包括双目摄像设备、数据接口以及处理器,处理器用于执行上述方法,双目摄像设备用于采集待测地形的图像信息。

[0158] 本发明还提出了一种地形跟随装置,包括双目摄像设备、处理器、存储器以及收发机。双目摄像设备用于采集待测地形的图像信息;存储器用于存储处理器执行的程序;处理器用于根据存储器存储的程序和待测地形的图像信息执行上述方法;收发机用于在控制器的控制下接收或发送数据。

[0159] 本发明还提出了一种避障传感器,包括双目摄像设备、数据接口以及处理器,处理器用于执行上述方法,双目摄像设备用于采集待测区域的图像信息,待测区域包括待测区域的障碍物。

[0160] 本发明还提出了一种避障装置,包括双目摄像设备、处理器、存储器以及收发机。双目摄像设备,用于采集待测区域的图像信息,待测区域包括待测区域的障碍物;存储器,

用于存储处理器执行的程序;处理器,用于根据存储器存储的程序和待测地形的图像信息执行上述方法;收发机,用于在控制器的控制下接收或发送数据。

[0161] 本发明实施例中的测距装置可以为基于双目摄像设备的测距装置。基于双目摄像设备的测距装置的一种可能结构,如图8所示,可以包括左目相机、右目相机、主控芯片(即处理器)以及数据接口。

[0162] 需注意的是,本发明实施例中提到的双目摄像设备均可以由其他摄像设备或深度采集设备替代,例如由单目相机替代上述双目摄像设备,本发明实施例中并不限定。

[0163] 示例性介质

[0164] 在介绍了本发明示例性实施方式的方法和装置之后,接下来,参考图9,本发明提供了一种示例性介质,该介质存储有计算机可执行指令,该计算机可执行指令可用于使计算机执行图1对应的本发明示例性实施方式中任一项的方法。

[0165] 示例性计算设备

[0166] 在介绍了本发明示例性实施方式的方法、介质和装置之后,接下来,参考图10,介绍本发明提供的一种示例性计算设备,该设备包括处理器、存储器以及收发机,其中该存储器,用于存储处理器执行的程序;该处理器,用于根据该存储器存储的程序,执行图1对应的本发明示例性实施方式中任一项所述的方法;该收发机,用于在该控制器的控制下接收或发送数据。

[0167] 应当注意,尽管在上文详细描述中提及了测距装置的若干单元/模块或子单元/模块,但是这种划分仅仅是示例性的并非强制性的。实际上,根据本发明的实施方式,上文描述的两个或更多单元/模块的特征和功能可以在一个单元/模块中具体化。反之,上文描述的一个单元/模块的特征和功能可以进一步划分为由多个单元/模块来具体化。

[0168] 此外,尽管在附图中以特定顺序描述了本发明方法的操作,但是,这并非要求或者暗示必须按照该特定顺序来执行这些操作,或是必须执行全部所示的操作才能实现期望的结果。附加地或备选地,可以省略某些步骤,将多个步骤合并为一个步骤执行,和/或将一个步骤分解为多个步骤执行。

[0169] 虽然已经参考若干具体实施方式描述了本发明的精神和原理,但是应该理解,本发明并不限于所公开的具体实施方式,对各方面的划分也不意味着这些方面中的特征不能组合以进行受益,这种划分仅是为了表述的方便。本发明旨在涵盖所附权利要求的精神和范围内所包括的各种修改和等同布置。

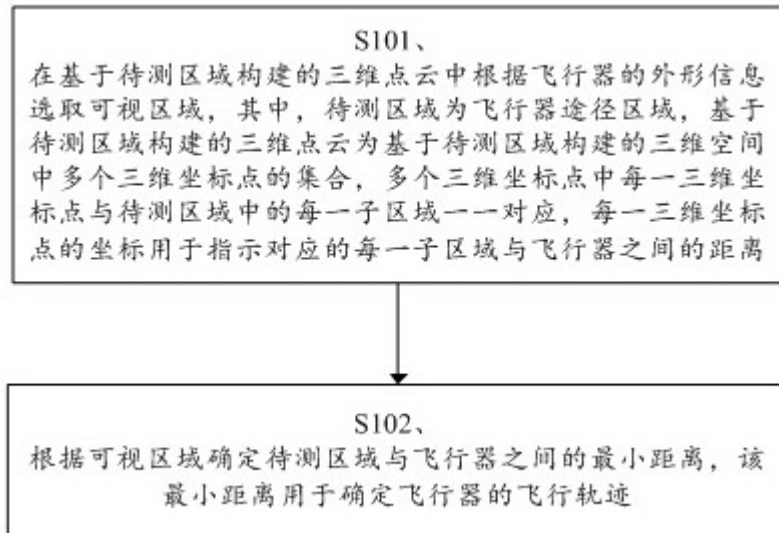


图 1

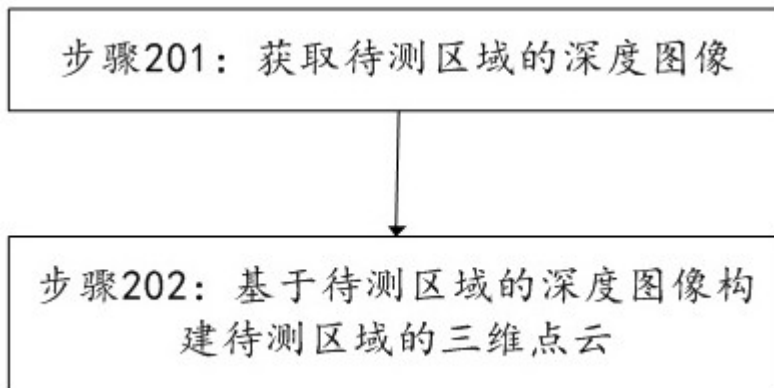


图 2

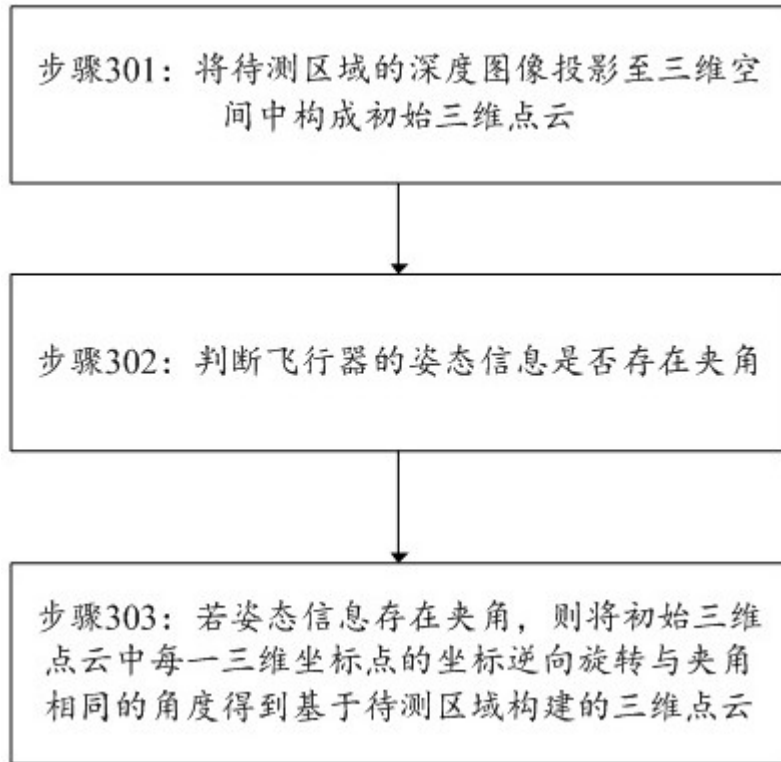


图 3

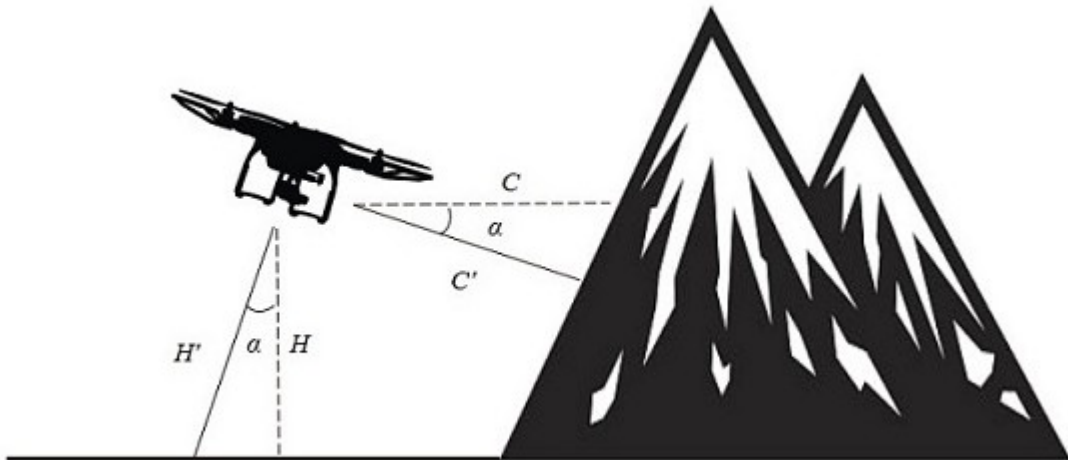


图 4

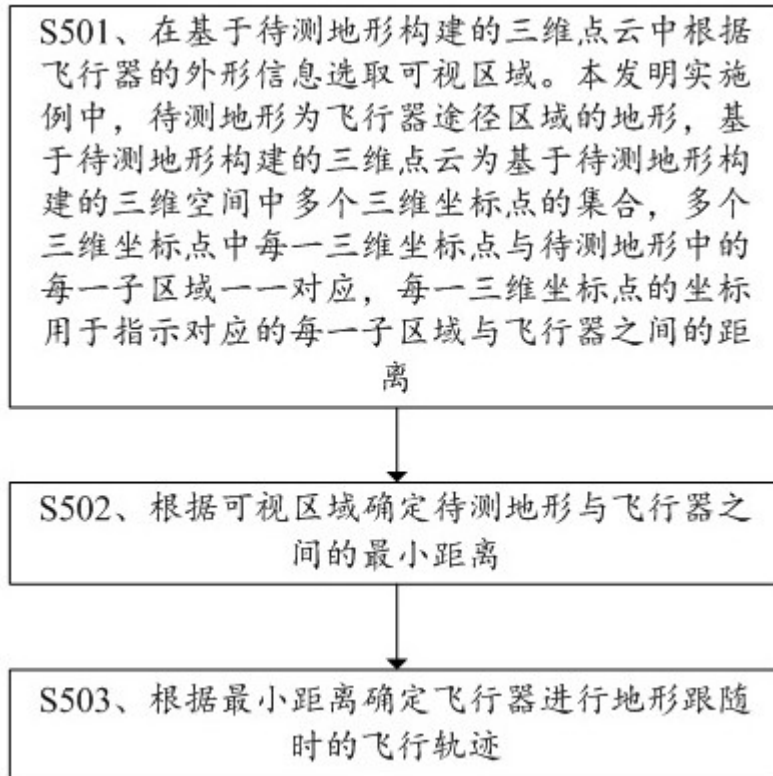


图 5



图 6

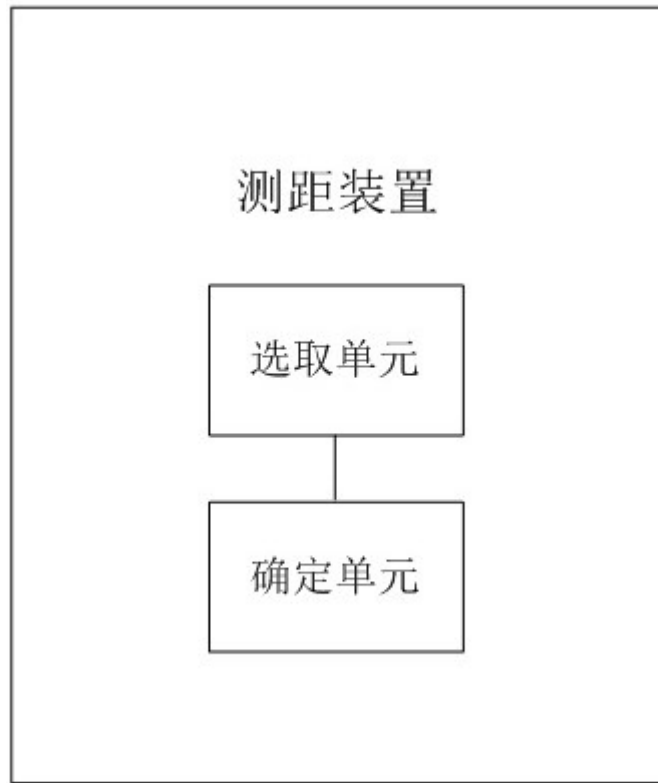


图 7

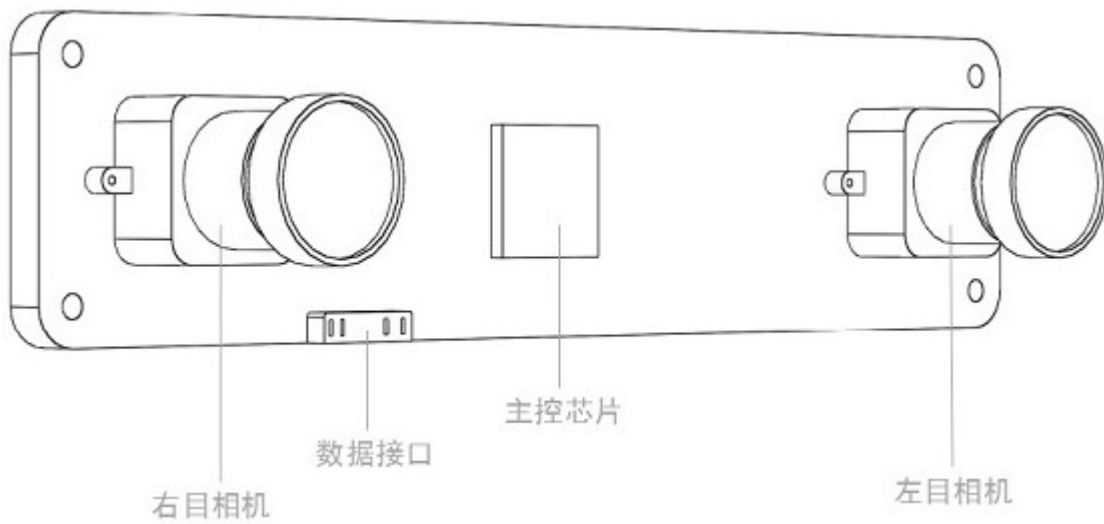


图 8

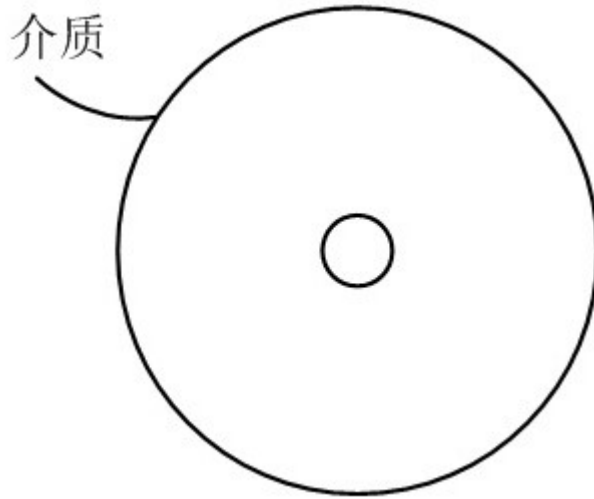


图 9



图 10