



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112731447 A

(43) 申请公布日 2021.04.30

(21) 申请号 202110364553.5

(22) 申请日 2021.04.06

(71) 申请人 北京三快在线科技有限公司  
地址 100080 北京市海淀区北四环西路9号  
2106-030

(72) 发明人 夏华夏 蔡山波

(74) 专利代理机构 北京曼威知识产权代理有限公司 11709  
代理人 方志炜

(51) Int. Cl.  
G01S 17/93 (2020.01)  
G01S 17/66 (2006.01)

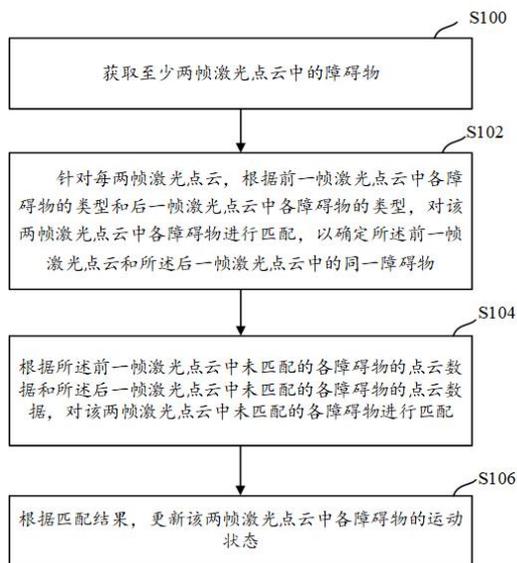
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

一种障碍物跟踪方法、装置、存储介质及电子设备

(57) 摘要

本说明书公开了一种障碍物跟踪方法、装置、存储介质及电子设备,本说明书实施例针对每两帧激光点云中的障碍物,先根据该两帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配。然后,根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配。通过两次匹配后,对该两帧激光点云中的各障碍物的运动状态进行更新。在第二次匹配时,不再根据障碍物的类型,而是根据障碍物的点云数据进行匹配,这样可以避免因障碍物检测而导致该两帧激光点云中的同一障碍物无法匹配的问题,可以提高该两帧激光点云中障碍物匹配的成功率,从而提高障碍物的跟踪效率。



1. 一种障碍物跟踪方法,其特征在于,包括:

获取至少两帧激光点云中的障碍物;

针对每两帧激光点云,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物;

根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配;

根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,获取至少两帧激光点云中的障碍物,具体包括:

获取至少两帧激光点云;

根据获取到的激光点云,对所述激光点云进行障碍物检测,得到每帧激光点云中各障碍物的类型。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,具体包括:

针对前一帧激光点云中的每个障碍物,将该障碍物作为第一障碍物,确定所述第一障碍物的匹配范围,作为第一匹配范围;

根据所述第一匹配范围,从后一帧激光点云的各障碍物中查找处于所述第一匹配范围内的障碍物,作为第一匹配障碍物;

根据所述第一障碍物的类型与各第一匹配障碍物的类型,确定与所述第一障碍物匹配的第一匹配障碍物。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配,具体包括:

针对所述前一帧激光点云中未匹配的每个障碍物,将该障碍物作为目标障碍物,确定所述目标障碍物的匹配范围,作为第二匹配范围;

根据所述第二匹配范围,从后一帧激光点云的未匹配的各障碍物中查找处于所述第二匹配范围内的障碍物,作为第二匹配障碍物;

根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物;其中,所述第二匹配范围大于所述第一匹配范围。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配,具体包括:

根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的位置信息,从所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第一目标障碍物,从所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第二目标障碍物;

对所述前一帧激光点云中的第一目标障碍物与所述后一帧激光点云中的第二目标障碍物进行匹配。

6. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物,具体包括:

根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定所述目标障碍物的中心点和各第二匹配障碍物的中心点;

针对每个第二匹配障碍物,将该第二匹配障碍物的中心点与所述目标障碍物的中心点进行连接,得到中心点连线;

根据所述中心点连线,确定所述中心点连线沿车道方向的横向距离与纵向距离中的至少一种;

根据所述横向距离与所述纵向距离中的至少一种,确定该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度;

根据所述相似度,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。

7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,根据所述相似度,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物,具体包括:

根据历史上所述目标障碍物的跟踪次数,确定与所述目标障碍物匹配的匹配阈值;其中,所述跟踪次数与所述匹配阈值正相关;

针对每个第二匹配障碍物,若该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度大于所述匹配阈值,则确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物是该第二匹配障碍物。

8.一种障碍物跟踪装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取至少两帧激光点云中的障碍物;

第一匹配模块,用于针对每两帧激光点云,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物;

第二匹配模块,用于根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配;

更新模块,用于根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态。

9.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述权利要求1-7任一项所述的方法。

10.一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现上述权利要求1-7任一项所述的方法。

## 一种障碍物跟踪方法、装置、存储介质及电子设备

### 技术领域

[0001] 本说明书涉及计算机技术领域,尤其涉及一种障碍物跟踪方法、装置、存储介质及电子设备。

### 背景技术

[0002] 在无人驾驶领域中,无人设备实现无人驾驶最基本的要求就是能够感知自身周围的环境。在感知环节中,需要先对无人设备周围的环境进行障碍物检测,然后对障碍物进行跟踪,以便根据跟踪的障碍物的运动状态,调整自身的运动状态。其中,障碍物跟踪包括:障碍物匹配和更新障碍物的运动状态。

[0003] 现有技术中,通过激光雷达获取无人设备预设范围内的激光点云,并对获取到激光点云进行障碍物检测,得到各障碍物。然后,将相邻两帧激光点云中的各障碍物进行一次匹配。对于匹配成功的障碍物,更新该障碍物当前的运动状态;对于匹配失败的障碍物,无人设备并不能更新该障碍物当前的运动状态。

[0004] 然而,现有技术中对障碍物进行检测时,可能会出现漏检或误检的情况,造成相邻两帧激光点云中同一障碍物无法匹配,降低了障碍物匹配的成功率,导致无人设备只能跟踪较少的障碍物。

### 发明内容

[0005] 本说明书实施例提供一种障碍物跟踪方法、装置、存储介质及电子设备,以部分解决上述现有技术存在的问题。

[0006] 本说明书实施例采用下述技术方案:

本说明书提供了一种障碍物跟踪方法,包括:

获取至少两帧激光点云中的障碍物;

针对每两帧激光点云,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物;

根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配;

根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态。

[0007] 可选地,获取至少两帧激光点云中的障碍物,具体包括:

获取至少两帧激光点云;

根据获取到的激光点云,对所述激光点云进行障碍物检测,得到每帧激光点云中各障碍物的类型。

[0008] 可选地,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,具体包括:

针对前一帧激光点云中的每个障碍物,将该障碍物作为第一障碍物,确定所述第

一障碍物的匹配范围,作为第一匹配范围;

根据所述第一匹配范围,从后一帧激光点云的各障碍物中查找处于所述第一匹配范围内的障碍物,作为第一匹配障碍物;

根据所述第一障碍物的类型与各第一匹配障碍物的类型,确定与所述第一障碍物匹配的第一匹配障碍物。

[0009] 可选地,根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配,具体包括:

针对所述前一帧激光点云中未匹配的每个障碍物,将该障碍物作为目标障碍物,确定所述目标障碍物的匹配范围,作为第二匹配范围;

根据所述第二匹配范围,从后一帧激光点云的未匹配的各障碍物中查找处于所述第二匹配范围内的障碍物,作为第二匹配障碍物;

根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物;其中,所述第二匹配范围大于所述第一匹配范围。

[0010] 可选地,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配,具体包括:

根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的位置信息,从所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第一目标障碍物,从所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第二目标障碍物;

对所述前一帧激光点云中的第一目标障碍物与所述后一帧激光点云中的第二目标障碍物进行匹配。

[0011] 可选地,根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物,具体包括:

根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定所述目标障碍物的中心点和各第二匹配障碍物的中心点;

针对每个第二匹配障碍物,将该第二匹配障碍物的中心点与所述目标障碍物的中心点进行连接,得到中心点连线;

根据所述中心点连线,确定所述中心点连线沿车道方向的横向距离与纵向距离中的至少一种;

根据所述横向距离与所述纵向距离中的至少一种,确定该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度;

根据所述相似度,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。

[0012] 可选地,根据所述相似度,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物,具体包括:

根据历史上所述目标障碍物的跟踪次数,确定与所述目标障碍物匹配的匹配阈值;其中,所述跟踪次数与所述匹配阈值正相关;

针对每个第二匹配障碍物,若该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度大于所述匹配阈值,则确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物是该第二匹配障碍物。

[0013] 本说明书提供一种障碍物跟踪装置,包括:

获取模块,用于获取至少两帧激光点云中的障碍物;

第一匹配模块,用于针对每两帧激光点云,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物;

第二匹配模块,用于根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配;

更新模块,用于根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态。

[0014] 本说明书提供一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述的障碍物跟踪方法。

[0015] 本说明书提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现上述的障碍物跟踪方法。

[0016] 本说明书实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到以下有益效果:

本说明书实施例针对每两帧激光点云中的障碍物,先根据该两帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行第一次匹配。然后,根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行第二次匹配。最终,通过两次匹配后,对该两帧激光点云中的各障碍物的运动状态进行更新。在此方法中,将该两帧激光点云中第一次未匹配成功的障碍物进行第二次匹配,而第二次匹配是根据障碍物的点云数据进行匹配的,不再根据障碍物的类型,这样可以避免因障碍物检测而导致该两帧激光点云中的同一障碍物无法匹配的问题,可以提高该两帧激光点云中障碍物匹配的成功率,从而提高障碍物的跟踪效率。

## 附图说明

[0017] 此处所说明的附图用来提供对本说明书的进一步理解,构成本说明书的一部分,本说明书的示意性实施例及其说明用于解释本说明书,并不构成对本说明书的不当限定。在附图中:

图1为本说明书实施例提供的障碍物跟踪流程示意图;

图2a~图2b为本说明书实施例提供的第一次匹配示意图;

图3为本说明书实施例提供的第二次匹配示意图;

图4为本说明书实施例提供的障碍物跟踪装置结构示意图;

图5为本说明书实施例提供的电子设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0018] 在现有技术中,无人设备先对每帧激光点云进行检测,得到障碍物的信息。其中,障碍物的信息至少包括:障碍物的类型。然后,根据检测到的障碍物的类型,只对每两帧激光点云中的各障碍物进行一次匹配。在每两帧激光点云中的各障碍物进行匹配时,针对前一帧激光点云中的每个障碍物,根据该障碍物的匹配范围,从后一帧激光点云中的障碍物中筛选出处于该匹配范围的障碍物,作为匹配障碍物。根据该障碍物的类型与各匹配障碍物的类型,确定与该障碍物匹配的匹配障碍物,并更新匹配成功的匹配障碍物的当前运动状态。

[0019] 但是,对于距离无人设备较远的障碍物,由于该障碍物的点云数量较少,导致对该障碍物的激光点云进行检测时,会出现漏检或误检的情况。以误检为例进行说明:由于每两帧激光点云中的各障碍物根据障碍物的类型进行匹配,因此当后一帧激光点云中的障碍物出现误检时,将导致前一帧激光点云中的障碍物不能与后一帧激光点云中相应的障碍物匹配,无人设备也就不能继续跟踪前一帧激光点云中的障碍物。比如:前一帧激光点云中的障碍物是车,但在后一帧激光点云中误检成树。显而易见,前一帧激光点云中的车与后一帧激光点云中的树不能匹配,导致无人设备不能跟踪车的当前运动状态。此外,因为距离无人设备较远的障碍物可能会超出预设的匹配范围,所以在每两帧激光点云中的障碍物进行匹配时,距离无人设备较远的障碍物自然无法匹配成功。

[0020] 在本说明书实施例中,基于现有技术的匹配方法对每两帧激光点云中各障碍物进行第一次匹配,然后,将第一次匹配后未匹配的障碍物进行第二次匹配。在第二次匹配时,不再根据障碍物的类型,而是在扩大匹配范围的同时,根据每两帧激光点云中的各障碍物的点云数据进行匹配,这样可以弥补因障碍物检测而导致障碍物匹配的成功率低的问题。最终,根据每两帧激光点云中的各障碍物的匹配结果,可以更新匹配成功的障碍物当前的运动状态。根据各障碍物当前的运动状态,可以为无人设备规划相应的行驶路径。

[0021] 为使本说明书的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本说明书具体实施例及相应的附图对本说明书技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅是本说明书一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本说明书中的实施例,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,都属于本说明书保护的范围。

[0022] 以下结合附图,详细说明本说明书各实施例提供的技术方案。

[0023] 图1为本说明书实施例提供的障碍物跟踪流程示意图,包括:

S100:获取至少两帧激光点云中的障碍物。

[0024] 在本说明书实施例中,无人设备通过激光雷达获取自身周围环境的激光点云。然后,对每帧激光点云进行障碍物检测,得到每帧激光点云中的各障碍物以及各障碍物的类型和尺寸。当对每帧激光点云中的各障碍物进行跟踪时,可以获取至少两帧激光点云中的各障碍物,并将每两帧激光点云中的障碍物进行匹配。

[0025] S102:针对每两帧激光点云,根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配,以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物。

[0026] 在本说明书实施例中,针对每两帧激光点云,可以根据检测到的该两帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中的各障碍物进行第一次匹配,确定前一帧激光点云中的障碍物与后一帧激光点云中的哪个障碍物是同一障碍物。

[0027] 具体的,针对前一帧激光点云中的每个障碍物,并将该障碍物作为第一障碍物。先确定第一障碍物的匹配范围,作为第一匹配范围。然后,从后一帧激光点云的各障碍物中查找处于该第一匹配范围内的障碍物,作为第一匹配障碍物。最后,可以根据第一障碍物的类型与各第一匹配障碍物的类型,将第一障碍物与各第一匹配障碍物进行匹配,确定与第一障碍物匹配的第一匹配障碍物。如图2a~图2b所示。

[0028] 在图2a中,前一帧激光点云中的第一障碍物为A,第一匹配范围为以A为圆心,5m为半径的圆形区域。在图2b中,后一帧激光点云中的障碍物有1、2、3。其中,后一帧激光点云中

的各障碍物处于第一匹配范围的障碍物只有1和2,而1和2为第一匹配障碍物。根据各障碍物的类型,将A与1和2分别进行匹配,以确定1和2中哪个障碍物与A是同一障碍物。

[0029] 进一步,在将第一障碍物与各第一匹配障碍物进行匹配时,可以根据各障碍物的类型、障碍物尺寸和障碍物的朝向,计算第一障碍物与任意第一匹配障碍物之间的相似度。根据相似度,确定与第一障碍物匹配的第一匹配障碍物。其中,障碍物的朝向可以包括:沿车道线向前和沿车道线向后。障碍物的朝向还可以是障碍物与车道线之间的偏转方向。

[0030] 具体的,针对每个第一匹配障碍物,可以根据障碍物的类型,计算第一障碍物与该第一匹配障碍物之间的第一相似度,根据障碍物的尺寸,计算第一障碍物与该第一匹配障碍物之间的第二相似度,根据障碍物的朝向,计算第一障碍物与该第一匹配障碍物之间的第三相似度。然后,对第一相似度、第二相似度和第三相似度进行加权求和,得到第一障碍物与该第一匹配障碍物之间的总相似度。若总相似度大于预设阈值,则第一障碍物与该第一匹配障碍物匹配失败。若总相似度小于预设阈值,则第一障碍物与该第一匹配障碍物匹配成功。

[0031] 比如,对于障碍物的类型,若第一障碍物与第一匹配障碍物的类型相同,则确定第一障碍物与第一匹配障碍物的第一相似度为1。若第一障碍物为人,第一匹配障碍物为车,则第一障碍物与第一匹配障碍物的第一相似度为0。

[0032] S104:根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行匹配。

[0033] 在本说明书实施例中,通过上述步骤S102的第一次匹配后,该两帧激光点云中存在着许多未匹配的障碍物。可以根据各障碍物的点云数据,对未匹配的障碍物进行第二次匹配,以此增加匹配成功的障碍物匹配对。

[0034] 具体的,针对前一帧激光点云中未匹配的每个障碍物,可以将该障碍物作为目标障碍物。然后,确定该目标障碍物的匹配范围,作为第二匹配范围。其中,第二匹配范围大于第一匹配范围。这样,可以将目标障碍物与更多的障碍物进行匹配,提高障碍物匹配的成功率。最后,根据第二匹配范围,从后一帧激光点云中未匹配的各障碍物中查找处于该第二匹配范围内的障碍物,作为第二匹配障碍物。根据目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。如图3所示。

[0035] 继续沿用上例,在图2b中,若后一帧激光点云中处于第一匹配范围的障碍物1和2都不能与A匹配。在图3中,在第二次匹配时,将第一匹配范围扩大得到第二匹配范围,第二匹配范围可以是以A为圆心,10m为半径的圆形区域。后一帧激光点云中的各障碍物有1、2、3。其中,后一帧激光点云中的各障碍物处于第二匹配范围的障碍物有1、2和3,而1、2和3为第二匹配障碍物。然后,根据各障碍物的点云数据,将A与1、2、3分别进行匹配,以确定1、2、3中哪个障碍物与A是同一障碍物。

[0036] 进一步,当目标障碍物与各第二匹配障碍物进行匹配时,可以根据各障碍物的点云数量和点云分布,计算目标障碍物与任意第二匹配障碍物的相似度。根据相似度,确定与目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。

[0037] 具体的,可以分别将目标障碍物的每个点云数据和各第二匹配障碍物的每个点云数据转换成向量,然后,根据目标障碍物的向量与各第二匹配障碍物的向量,计算目标障碍

物与各第二匹配障碍物的相似度。此外,还可以将目标障碍物的每两个点云数据之间的相对位置和各第二匹配障碍物的每两个点云数据之间的相对位置转换成向量,然后,根据目标障碍物的向量与各第二匹配障碍物的向量,计算目标障碍物与各第二匹配障碍物的相似度。

[0038] S106:根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态。

[0039] 在本说明书实施例中,经过上述步骤S102和步骤S104的两次障碍物匹配后,该两帧激光点云中的各障碍物有的匹配成功,有的匹配失败。对于匹配成功的障碍物匹配对,根据后一帧激光点云中该障碍物的运动状态,对该障碍物当前的运动状态进行更新。其中,运动状态包括:位置、速度、加速度等。

[0040] 对于匹配失败的情况,若后一帧激光点云中存在前一帧激光点云中没的障碍物,则可以将该障碍物添加到跟踪列表中;若后一帧激光点云中不存在前一帧激光点云中的障碍物,则后一帧激光点云可能发生了漏检,此时,可以根据历史上该障碍物的跟踪数据,对该障碍物当前的运动状态进行预测。

[0041] 通过上述图1所示的方法可见,本说明书针对每两帧激光点云中的障碍物,先根据该两帧激光点云中各障碍物的类型,对该两帧激光点云中各障碍物进行第一次匹配。然后,根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据,对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行第二次匹配。最终,通过两次匹配后,对该两帧激光点云中的各障碍物的运动状态进行更新。在此方法中,将该两帧激光点云中第一次未匹配成功的障碍物进行第二次匹配,而第二次匹配是根据障碍物的点云数据进行匹配,不再根据障碍物的类型,这样可以避免因障碍物检测不准而导致该两帧激光点云中的同一障碍物无法匹配的问题。另外,相较于第一次匹配的匹配范围,第二次匹配时的匹配范围更广,可以提高该两帧激光点云中障碍物匹配的成功率,从而提高障碍物的跟踪效率。

[0042] 进一步的,在如图1所示的步骤S104中,除了根据点云数量和点云分布对目标障碍物与各第二匹配障碍物进行匹配的方法之外,还可以根据前后两帧激光点云中的障碍物之间的距离,对目标障碍物与各第二匹配障碍物进行匹配。

[0043] 具体的,先根据目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定目标障碍物的中心点和各第二匹配障碍物的中心点。然后,针对每个第二匹配障碍物,将该第二匹配障碍物的中心点与目标障碍物的中心点进行连接,得到中心点连线。根据中心点连线,确定该中心点连线沿车道方向的横向距离和纵向距离中的至少一种。根据横向距离与纵向距离中的至少一种,确定该第二匹配障碍物与目标障碍物的相似度;根据相似度,确定与目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。其中,纵向距离不能超过第二匹配范围沿车道方向的纵向距离。

[0044] 进一步,确定第二匹配障碍物与目标障碍物的相似度时,相似度与横向距离与纵向距离中至少一种负相关。具体的,考虑到沿车道方向存在快速移动的车辆,因此,沿车道方向的纵向距离在不超过第二匹配范围的基础上不作过多限制。那么,在纵向距离不作限制的情况下,垂直车道方向的横向距离与相似度负相关。再进一步,若横向距离越大,则确定该第二匹配障碍物与目标障碍物的相似度越小。其中,横向距离可以是车道的宽度。

[0045] 例如,若沿车道方向的纵向距离为 $L_1$ ,垂直车道方向的横向距离为 $L_2$ ,因为目标障碍物与第二匹配障碍物之间的相似度与横向距离关联更大,所以根据障碍物之间的距离得

到的相似度D1的公式可以是： $D1=0.2*L1+0.8*L2$ 。

[0046] 此外，还可以根据前后两帧激光点云中的障碍物之间的距离与各障碍物的点云数量，计算目标障碍物与各第二匹配障碍物之间的相似度。

[0047] 具体的，针对每个第二匹配障碍物，根据目标障碍物与该第二匹配障碍物的点云数量，计算目标障碍物与该第二匹配障碍物之间的第四相似度。根据目标障碍物与该第二匹配障碍物之间沿车道方向的横向距离和纵向距离，计算目标障碍物与该第二匹配障碍物之间的第五相似度。对第四相似度与第五相似度进行加权求和，得到目标障碍物与该第二匹配障碍物的总相似度。

[0048] 比如：若目标障碍物的点云数量为a，第二匹配障碍物的点云数量为b，且 $a>b$ ，则根据障碍物的点云数量得到的相似度D2的公式可以是： $D2=(a-b)/a*0.2$ 。

[0049] 上述根据相似度，确定与目标障碍物匹配的第二匹配障碍物的方法，可包括：根据历史上目标障碍物的跟踪次数，确定与目标障碍物匹配的匹配阈值。其中，跟踪次数与匹配阈值呈正比，即，跟踪次数越多，匹配阈值越高。对于跟踪次数越高的目标障碍物，需要防止该目标障碍物与其他不是同一障碍物的障碍物误匹配，同时，判断跟踪次数较多的目标障碍物是否已存在误匹配的现象，需要将匹配阈值提高，以确保匹配的准确性。

[0050] 然后，针对每个第二匹配障碍物，若该第二匹配障碍物与目标障碍物的相似度大于匹配阈值，则确定该第二匹配障碍物与目标障碍物匹配成功。相反，若该第二匹配障碍物与目标障碍物的相似度小于匹配阈值，则确定该第二匹配障碍物与目标障碍物匹配失败。

[0051] 此外，为提高该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的匹配效率，可以根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的位置信息，对该两帧激光点云中未匹配的各障碍物进行筛选，将筛选出的各障碍物进行针对性匹配。

[0052] 具体的，可以根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的位置信息，从前一帧激光点云中未匹配的目标障碍物中筛选出第一目标障碍物，从后一帧激光点云中未匹配的障碍物中筛选出第二目标障碍物。其中，第一目标障碍物和第二目标障碍物可以是与无人设备的距离大于预设阈值且位于机动车车道内的障碍物。比如，筛选出距离无人设备60m之外，并在机动车车道内的障碍物。

[0053] 进一步，针对每个第一目标障碍物，确定该第一目标障碍物的第二匹配范围。然后，从各第二目标障碍物中查找处于该第二匹配范围的障碍物，作为第二匹配障碍物。最后，根据该第一目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据，将该第一目标障碍物与各第二匹配障碍物进行匹配，确定与该第一目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。

[0054] 以上为本说明书实施例提供的障碍物跟踪方法，基于同样的思路，本说明书还提供了相应的装置、存储介质和电子设备。

[0055] 图4为本说明书实施例提供的一种障碍物跟踪装置的结构示意图，所述装置包括：

获取模块401，用于获取至少两帧激光点云中的障碍物；

第一匹配模块402，用于针对每两帧激光点云，根据前一帧激光点云中各障碍物的类型和后一帧激光点云中各障碍物的类型，对该两帧激光点云中各障碍物进行匹配，以确定所述前一帧激光点云和所述后一帧激光点云中的同一障碍物；

第二匹配模块403，用于根据所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据和所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物的点云数据，对该两帧激光点云中未匹配的

各障碍物进行匹配；

更新模块404,用于根据匹配结果,更新该两帧激光点云中各障碍物的运动状态

可选地,所述获取模块401具体用于,获取至少两帧激光点云;根据获取到的激光点云,对所述激光点云进行障碍物检测,得到每帧激光点云中各障碍物的类型。

[0056] 可选地,所述第一匹配模块402具体用于,针对前一帧激光点云中的每个障碍物,将该障碍物作为第一障碍物,确定所述第一障碍物的匹配范围,作为第一匹配范围;

根据所述第一匹配范围,从后一帧激光点云的各障碍物中查找处于所述第一匹配范围内的障碍物,作为第一匹配障碍物;根据所述第一障碍物的类型与各第一匹配障碍物的类型,确定与所述第一障碍物匹配的第一匹配障碍物。

[0057] 可选地,所述第二匹配模块403具体用于,针对所述前一帧激光点云中未匹配的每个障碍物,将该障碍物作为目标障碍物,确定所述目标障碍物的匹配范围,作为第二匹配范围;根据所述第二匹配范围,从后一帧激光点云的未匹配的各障碍物中查找处于所述第二匹配范围内的障碍物,作为第二匹配障碍物;根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物;其中,所述第二匹配范围大于所述第一匹配范围。

[0058] 可选地,所述第二匹配模块403具体用于,根据该两帧激光点云中未匹配的各障碍物的位置信息,从所述前一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第一目标障碍物,从所述后一帧激光点云中未匹配的各障碍物中筛选出第二目标障碍物;对所述前一帧激光点云中的第一目标障碍物与所述后一帧激光点云中的第二目标障碍物进行匹配。

[0059] 可选地,所述第二匹配模块403具体用于,根据所述目标障碍物的点云数据与各第二匹配障碍物的点云数据,确定所述目标障碍物的中心点和各第二匹配障碍物的中心点;针对每个第二匹配障碍物,将该第二匹配障碍物的中心点与所述目标障碍物的中心点进行连接,得到中心点连线;根据所述中心点连线,确定所述中心点连线沿车道方向的横向距离与纵向距离中的至少一种;根据所述横向距离与所述纵向距离中的至少一种,确定该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度;根据所述相似度,确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物。

[0060] 可选地,所述第二匹配模块403具体用于,根据历史上所述目标障碍物的跟踪次数,确定与所述目标障碍物匹配的匹配阈值;其中,所述跟踪次数与所述匹配阈值正相关;针对每个第二匹配障碍物,若该第二匹配障碍物与所述目标障碍物的相似度大于所述匹配阈值,则确定与所述目标障碍物匹配的第二匹配障碍物是该第二匹配障碍物。

[0061] 本说明书还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时可用于执行上述图1提供的障碍物跟踪方法。

[0062] 基于图1所示的运动轨迹的预测方法,本说明书实施例还提供了图5所示的无人设备的结构示意图。如图5,在硬件层面,该无人设备包括处理器、内部总线、网络接口、内存以及非易失性存储器,当然还可能包括其他业务所需要的硬件。处理器从非易失性存储器中读取对应的计算机程序到内存中然后运行,以实现上述图1所述的障碍物跟踪方法。

[0063] 当然,除了软件实现方式之外,本说明书并不排除其他实现方式,比如逻辑器件抑或软硬件结合的方式等等,也就是说以下处理流程的执行主体并不限定于各个逻辑单元,也可以是硬件或逻辑器件。

[0064] 在20世纪90年代,对于一个技术的改进可以很明显地区分是硬件上的改进(例如,对二极管、晶体管、开关等电路结构的改进)还是软件上的改进(对于方法流程的改进)。然而,随着技术的发展,当今的很多方法流程的改进已经可以视为硬件电路结构的直接改进。设计人员几乎都通过将改进的方法流程编程到硬件电路中来得到相应的硬件电路结构。因此,不能说一个方法流程的改进就不能用硬件实体模块来实现。例如,可编程逻辑器件(Programmable Logic Device, PLD)(例如现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, FPGA))就是这样一种集成电路,其逻辑功能由用户对器件编程来确定。由设计人员自行编程来把一个数字系统“集成”在一片PLD上,而不需要请芯片制造厂商来设计和制作专用的集成电路芯片。而且,如今,取代手工地制作集成电路芯片,这种编程也多半改用“逻辑编译器(logic compiler)”软件来实现,它与程序开发撰写时所用的软件编译器相类似,而要编译之前的原始代码也得用特定的编程语言来撰写,此称之为硬件描述语言(Hardware Description Language, HDL),而HDL也并非仅有一种,而是有许多种,如ABEL(Advanced Boolean Expression Language)、AHDL(Altera Hardware Description Language)、Confluence、CUPL(Cornell University Programming Language)、HDCal、JHDL(Java Hardware Description Language)、Lava、Lola、MyHDL、PALASM、RHDL(Ruby Hardware Description Language)等,目前最普遍使用的是VHDL(Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language)与Verilog。本领域技术人员也应该清楚,只需要将方法流程用上述几种硬件描述语言稍作逻辑编程并编程到集成电路中,就可以很容易得到实现该逻辑方法流程的硬件电路。

[0065] 控制器可以按任何适当的方式实现,例如,控制器可以采取例如微处理器或处理器以及存储可由该(微)处理器执行的计算机可读程序代码(例如软件或固件)的计算机可读介质、逻辑门、开关、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器的形式,控制器的例子包括但不限于以下微控制器:ARC 625D、Atmel AT91SAM、Microchip PIC18F26K20 以及Silicone Labs C8051F320,存储器控制器还可以被实现为存储器的控制逻辑的一部分。本领域技术人员也知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现控制器以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得控制器以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器等的形式来实现相同功能。因此这种控制器可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置也可以视为硬件部件内的结构。或者甚至,可以将用于实现各种功能的装置视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0066] 上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元,具体可以由计算机芯片或实体实现,或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机。具体的,计算机例如可以为个人计算机、膝上型计算机、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任何设备的组合。

[0067] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然,在实施本说明书时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0068] 本领域内的技术人员应明白,本说明书的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本说明书可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面

的实施例的形式。而且,本说明书可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0069] 本说明书是参照根据本说明书实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0070] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0071] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0072] 在一个典型的配置中,计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

[0073] 内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

[0074] 计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定,计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media),如调制的数据信号和载波。

[0075] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0076] 本领域技术人员应明白,本说明书的实施例可提供为方法、系统或计算机程序产品。因此,本说明书可采用完全硬件实施例、完全软件实施例或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本说明书可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机

可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0077] 本说明书可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本说明书,在这些分布式计算环境中,由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0078] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0079] 以上所述仅为本说明书的实施例而已,并不用于限制本说明书。对于本领域技术人员来说,本说明书可以有各种更改和变化。凡在本说明书的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本说明书的权利要求范围之内。

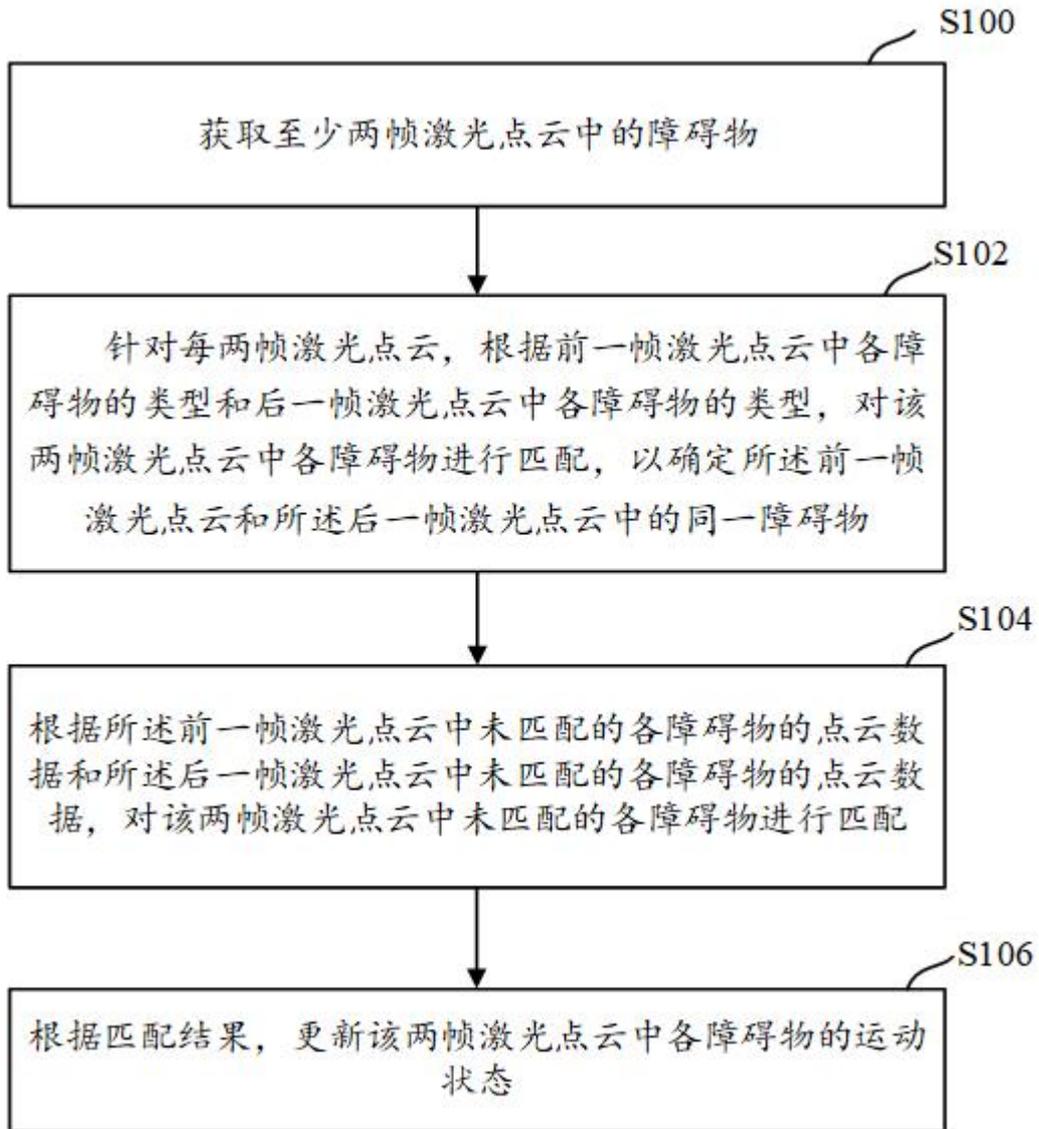
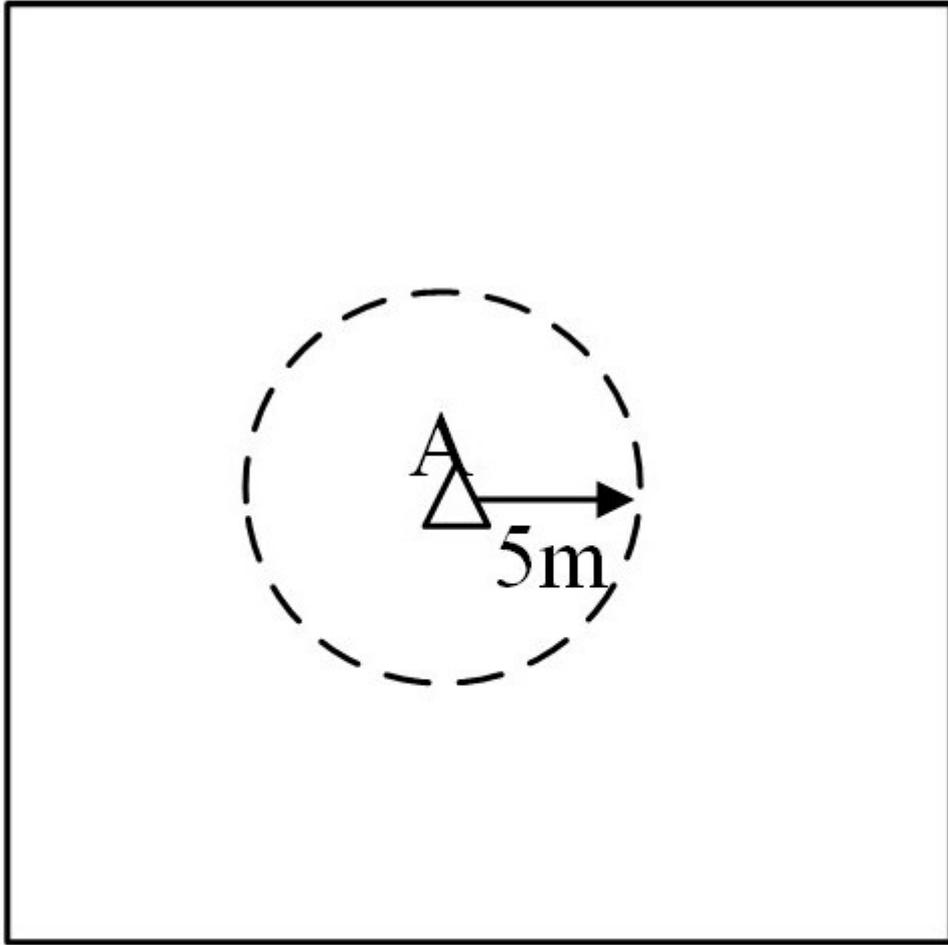
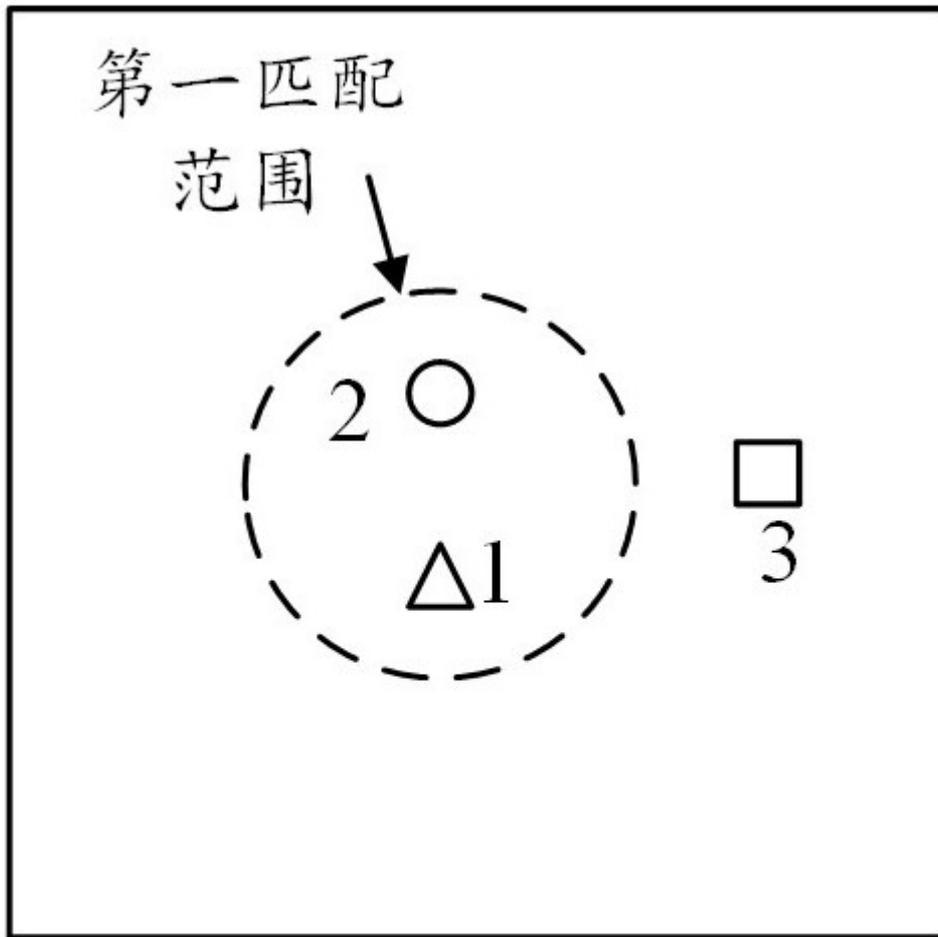


图1



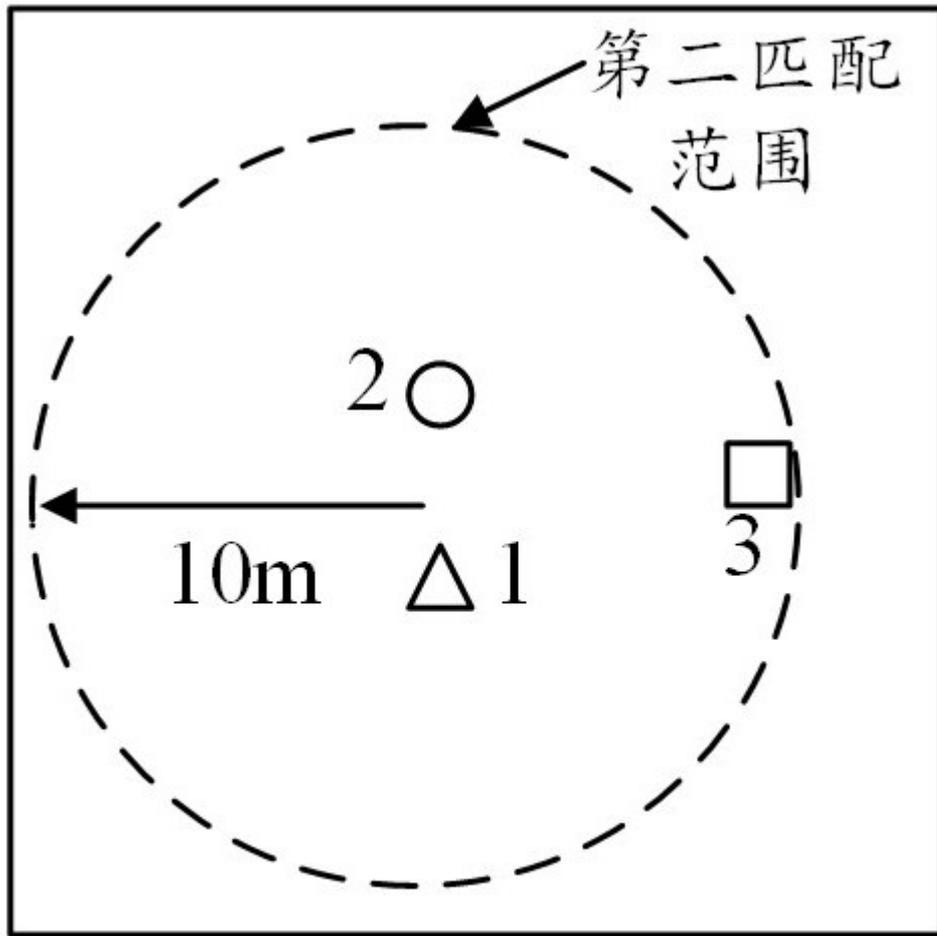
前一帧激光点云

图2a



后一帧激光点云

图2b



后一帧激光点云

图3

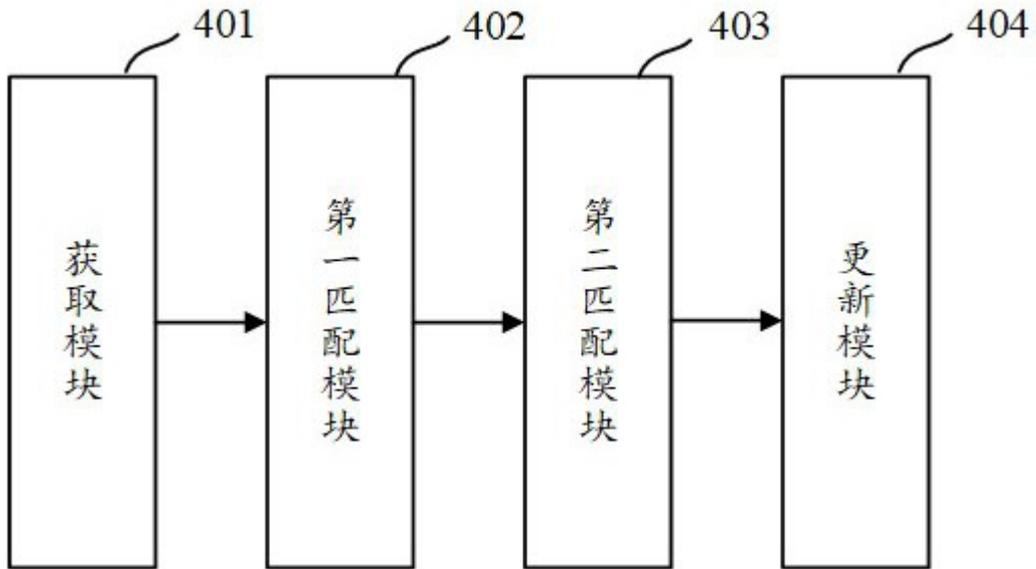


图4

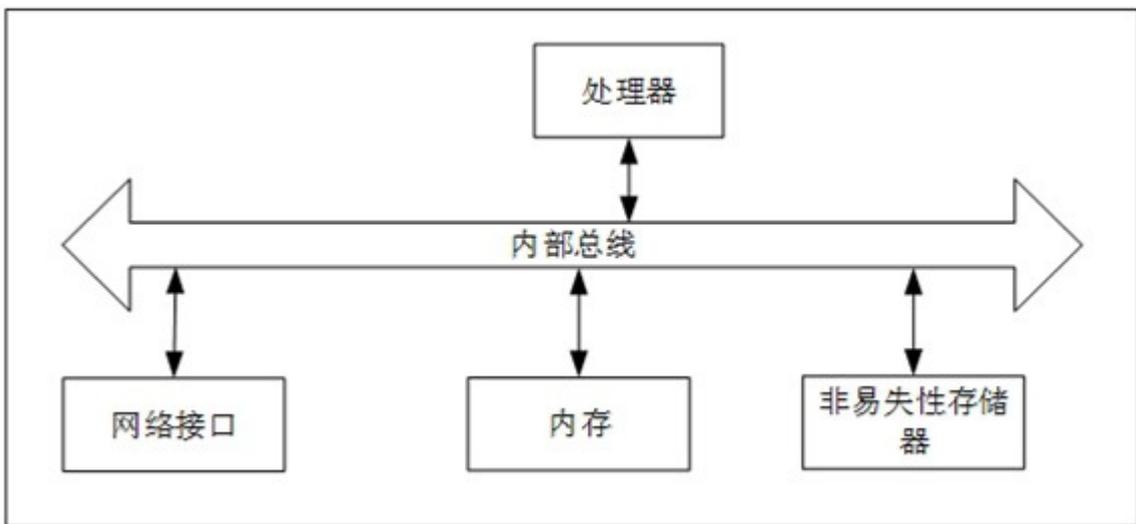


图5