

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021年9月2日 (02.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/170015 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 17/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/077748
- (22) 国际申请日: 2021年2月24日 (24.02.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010116696.X 2020年2月25日 (25.02.2020) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 李登宇 (LI, Dengyu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京三高永信知识产权代理有限责任公司 (BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区学院路蓟门里和景园A座1单元102室, Beijing 100088 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: METHOD FOR ACQUIRING POINT CLOUD DATA, AND RELATED DEVICE

(54) 发明名称: 获取点云数据的方法及相关设备

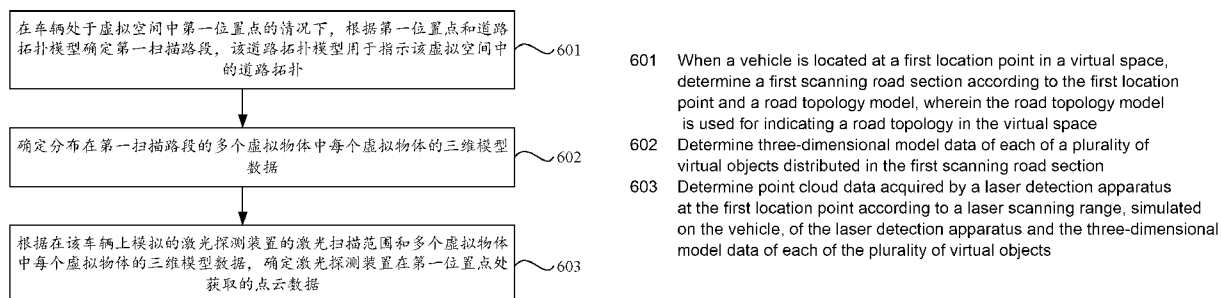


图6

(57) Abstract: Disclosed are a method for acquiring point cloud data, and a related device, belonging to the technical field of artificial intelligence. The method comprises: determining a first scanning road section according to a first location point and a road topology model; determining three-dimensional model data of each of a plurality of virtual objects distributed in the first scanning road section; and determining point cloud data acquired by a laser detection apparatus at the first location point according to a laser scanning range, simulated on a vehicle, of the laser detection apparatus and the three-dimensional model data of each of the plurality of virtual objects. In the present application, a road topology model for a virtual space can be constructed in advance, so that a current road section to be scanned can be directly determined on the basis of the road topology model when subsequently determining point cloud data of a vehicle at a first location point, and there is no need to traverse all nodes in a K-D tree as is necessary in the related art, thereby reducing the data processing capacity during the process of acquiring point cloud data, and correspondingly improving the efficiency of acquiring the point cloud data.

(57) 摘要: 本申请公开了一种获取点云数据的方法及相关设备, 属于人工智能技术领域。所述方法包括: 根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段; 确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据; 根据在车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据, 确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据。在本申请中, 可以预先构建针对虚拟空间的道路拓扑模型, 后续在确定车辆处于第一位置点时的点云数据时, 便可基于道路拓扑模型直接确定当前待扫描路段, 无需像相关技术那样需要遍历K-D树中的所有节点, 从而减少了获取点云数据过程中的数据处理量, 相应地, 也就提高了获取点云数据的效率。

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

获取点云数据的方法及相关设备

本申请要求于2020年02月25日提交的申请号为202010116696.X、发明名称为“获取点云数据的方法及相关设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及人工智能技术领域，特别涉及一种获取点云数据的方法及相关设备。

背景技术

随着人工智能技术的发展，自动驾驶车辆因其能够实现无人驾驶而越来越受关注。自动驾驶车辆上部署有激光雷达，激光雷达可以向周围环境发射大量激光光束，各条激光光束被周围环境中诸如建筑物等物体反射，基于反射回来的激光光束便可模拟出自动驾驶车辆的周围环境，从而便于自动驾驶车辆根据模拟的周围环境对行驶路线进行规划。在使用自动驾驶车辆之前，需先对自动驾驶车辆进行仿真测试。仿真测试的过程为：构建一个虚拟空间，模拟各条激光光束投射到虚拟空间中的虚拟物体上的位置点的点云数据，该点云数据包括激光光束投射到的位置点的三维位置信息，根据模拟的点云数据来探测自动驾驶车辆的响应，从而实现对自动驾驶车辆的性能测试。

相关技术中，对于某个虚拟空间，根据虚拟空间中各个虚拟物体的空间位置关系，构建K维(k-dimensional, K-D)树。K-D树中除叶子节点之外的每个节点对应一个包围盒，该包围盒用于指示虚拟空间中的部分空间。除叶子节点之外的这些节点中，每个子节点对应的包围盒是该子节点所属的父节点对应的包围盒中的子集。K-D树中的每个叶子节点对应虚拟空间中的一个虚拟物体，该虚拟物体是该叶子节点所属的父节点对应的包围盒中的虚拟物体。在获取模拟的点云数据时，对于激光雷达发射的每条激光光束，按照K-D树中从根节点到叶子节点的顺序遍历每个节点，对于除叶子节点之外的任一节点，如果该激光光束不与该节点对应的包围盒相交，则跳过该节点。如果该激光光束与该节点对应的包围盒相交，则继续确定该激光光束与该节点的子节点对应的包围盒是否相交，直至遍历至叶子节点，从而确定出与该激光光束相交的虚拟物体，进而得到该激光光束在该虚拟物体上的点云数据。对所有激光光束均做上述处理，即可得到各条激光光束的点云数据。

上述获取点云数据的过程，对于所有激光光束均需要遍历K-D树，导致获取点云数据的过程中需要耗费大量的计算资源。

发明内容

本申请提供了一种获取点云数据的方法及相关设备，可以提高获取点云数据的效率。所述技术方案如下：

第一方面，提供了一种获取点云数据的方法，该方法应用于计算机设备。在该方法中，在车辆处于虚拟空间中第一位置点的情况下，根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段，该道路拓扑模型用于指示该虚拟空间中的道路拓扑；确定分布在第一扫描路段的多个

虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据；根据在该车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和这多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定该激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据。

在本申请中，考虑到自动驾驶车辆在行驶过程中仅需确定行驶道路附近的物体即可，因此，为了减少确定点云数据过程中的数据处理量。对于待仿真的虚拟空间，可以预先构建针对该虚拟空间的道路拓扑模型。该道路拓扑模型用于指示虚拟空间中的道路拓扑。如此，后续在确定车辆处于第一位置点时的点云数据时，便可基于道路拓扑模型直接确定当前待扫描路段即可，无需像相关技术那样需要遍历 K-D 树中的所有节点，从而减少了获取点云数据过程中的数据处理量，相应地，也就提高了获取点云数据的效率。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，道路拓扑模型包括多个道路节点、以及这多个道路节点中每个道路节点的道路信息。这种场景下，根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段的实现方式可以为：根据每个道路节点的道路信息，从多个道路节点中确定第一位置点对应的道路节点；根据第一位置点对应的道路节点确定第一扫描路段。

为了快速确定第一扫描路段，预先将虚拟空间中的道路分段以道路节点的方式存储在道路拓扑模型中，以便于后续可以快速根据第一位置点确定出第一扫描路段，从而提高了获取点云数据的效率。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，该道路拓扑模型包括多个道路节点、以及这多个道路节点中每个道路节点的虚拟物体信息。其中，这多个道路节点中第一道路节点的虚拟物体信息包括分布在第一道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据，第一道路节点为这多个道路节点中的任一个。在这种场景下，确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据的实现方式可以为：从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

为了进一步提高获取点云数据的效率，还可以预先将分布在各个路段的虚拟物体的相关信息存储在道路拓扑模型中。如此，在确定出第一扫描路段之后，便可根据道路拓扑模型直接确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，以提高获取点云数据的效率。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，分布在第一道路节点的虚拟物体与第一道路节点的中心线之间的距离在第一距离阈值内。

考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，道路两侧距离自动驾驶车辆特别远的虚拟物体对自动驾驶车辆的行驶不会造成什么影响。因此，还可以对道路两侧的距离特别远的虚拟物体进行过滤。这样在道路拓扑模型中，分布在每个道路节点的虚拟物体仅仅包括距离相应道路节点的中心线在第一距离阈值内的虚拟物体。从而简化道路拓扑模型，如此便可减少后续根据道路拓扑模型获取点云数据的计算量，提高了获取点云数据的效率。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，第一虚拟物体的三维模型数据包括第一虚拟物体的多个表面点中每个表面点的三维位置信息，三维位置信息包括表面点的高度，第一虚拟物体是多个虚拟物体中的任一虚拟物体。这种场景下，分布在第一扫描路段的多个虚拟物体的三维模型数据中的高度在高度阈值以内。

考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，道路附近距离地面特别高的虚拟物体对自动驾驶车辆的行驶也不会造成什么影响。比如，道路两侧建筑的高层对自动驾驶车辆的行驶不会造成

什么影响。因此，还可以对道路附近距离地面特别高的虚拟物体或者虚拟物体上的部分进行过滤。此时，在道路拓扑模型中，分布在道路节点的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据中不存在高度超过高度阈值的表面点的三维位置信息。这样同样可以简化道路拓扑模型，如此便可减少后续根据道路拓扑模型获取点云数据的计算量，从而提高了获取点云数据的效率。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，多个虚拟物体中第一虚拟物体的三维模型数据包括第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，第一虚拟物体的包围盒是指包围第一虚拟物体的几何体，第一虚拟物体为这多个虚拟物体中任一虚拟物体。这种场景下，根据在车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据的实现方式可以为：根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息、车辆的朝向、以及第一位置点，从激光扫描范围中确定激光探测装置发射的激光光束覆盖第一虚拟物体的角度范围；根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点，将相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据，第一激光光束为角度范围的任一条激光光束。

在本申请中，获取激光探测装置在第一位置点处的点云数据实质上就是确定各条激光光束在虚拟物体上的交点。因此，可以通过上述实现方式来确定激光探测装置在第一位置点处的点云数据。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的实现方式可以为：在第一虚拟物体为近距离虚拟物体的情况下，根据第一虚拟物体的三维模型数据中各个表面点的三维位置信息，确定第一虚拟物体的多个第一面元，每个第一面元是指第一虚拟物体的各个表面点中的三个或三个以上的表面点形成的表面，近距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值之内的虚拟物体；确定多个第一面元中与第一激光光束相交的第一面元，将第一激光光束与相交的第一面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的实现方式可以为：在第一虚拟物体为远距离虚拟物体的情况下，根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，确定包围盒的多个第二面元，远距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值和第一距离阈值之间的虚拟物体，第一距离阈值大于第二距离阈值；确定多个第二面元中与第一激光光束相交的第二面元，将第一激光光束与相交的第二面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，对于近处的物体需要明确其详细的三维结构，以避免出现交通事故。对于远处的物体只需了解大概的轮廓即可对当前的规划做出指导。因此，对于角度范围中的第一激光光束，在根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的过程中，可以针对距离第一位置点远近不同的虚拟物体采用不同的处理方式来确定相交点。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点之前，如果在第一激光光束的投射方向上不存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，则执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点

的操作。

考虑到各个虚拟物体之间有遮挡情况，同一激光光束理论上可能投射到不同的虚拟物体上，但是实际上每条激光光束只能采集到一个点云数据。因此，在确定点云数据时，还可以考虑虚拟物体之间的遮挡情况，如此可以提高虚拟空间中获取的点云数据和真实世界中获取的点云数据之间的一致性。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，在该方法中，如果在第一激光光束的投射方向上存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，且其他虚拟物体为非严格遮挡型物体，则执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作，非严格遮挡型物体是指存在激光光束可穿的通孔的物体。相应地，确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点之后，如果第一激光光束在其他虚拟物体上没有相交点，则将第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据。

此外，在判断第一激光光束的投射方向是否存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体的过程中，可以将其他虚拟物体作为不可透过激光光束这种简单模型进行处理的。但在真实世界中，譬如树木这种复杂模型的物体，由于树木中存在可以穿过激光光束的通孔，因此，即使该树木对应的包围盒遮挡了第一激光光束，但该激光光束仍然可能会投射到第一虚拟物体上。此时，便可通过上述实现方式来确定点云数据，以提高虚拟空间中获取的点云数据和真实世界中获取的点云数据之间的一致性。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，根据各个道路节点的虚拟物体信息，确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据的实现方式可以为：将第一扫描路段以第一位置点为中心划分为多个扇形区域，得到每个扇形区域的边界信息；将多个扇形区域按照激光探测装置的扫描方向顺序排列；对于排列后的第一个扇形区域，根据第一个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据；对于排列后的第 i 个扇形区域，基于激光探测装置的扫描速度和车辆的移动速度，确定激光探测装置从第一个扇形区域扫描到第 i 个扇形区域的过程中车辆的移动位移， i 为大于或等于 2、且小于或等于划分的扇形区域的个数的正整数；根据移动位移，更新第 i 个扇形区域的边界信息；根据更新后的第 i 个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。

随着激光雷达的扫描，车辆是在向前移动的。如果在激光雷达水平方向扫描一周的过程中车辆的移动位移比较大，这种情况下，为了提高仿真测试过程中激光雷达获取的点云数据与真实世界中获取的点云数据之间的一致性，可以采用分区域的方式确定分布在第一扫描路段及其两侧的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

根据第一方面，在本申请的一种可能的实现方式中，激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据包括激光探测装置发射的每条激光光束对应的点云数据。此时，确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据之后，缓存每条激光光束对应的点云数据；在车辆处于虚拟空间中的第二位置点的情况下，根据第二位置点和道路拓扑模型确定第二扫描路段；确定分布在第二扫描路段的多个虚拟物体；如果分布在第一扫描路段的多个虚拟物体与分布在第二扫描路段的多个虚拟物体中存在同一虚拟物体、且同一虚拟物体与车辆之间的相对距离在第一位置点和第二位置点时没有变化，则将缓存中投射到同一虚拟物体上的激光光束对应的点云数据作为相应激光光束在第二位置点处对应的点云数据。

在仿真测试中，随着车辆在虚拟空间中的移动，需要及时更新各个位置点点处的点云数据。而在车辆移动过程中，车辆周围可能存在部分物体和车辆之间的相对位置没有发生变化，这种情况下，针对这部分虚拟物体，就没必要再次确定点云数据。因此，在本申请中，可以根据车辆与周围虚拟物体之间的相对状态来减少确定点云数据所需的计算量。

第二方面，提供了一种获取点云数据的装置，该装置具有实现上述第一方面中获取点云数据的方法行为的功能。该装置包括至少一个模块，该至少一个模块用于实现上述第一方面所提供的获取点云数据的方法。

第三方面，提供了一种计算机设备，该计算设备包括存储器和处理器，所述存储器用于存储计算机指令，所述处理器用于读取所述计算机指令以执行上述第一方面所述的获取点云数据的方法。

第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面所述的获取点云数据的方法。

第五方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面所述的获取点云数据的方法。

上述第二方面、第三方面、第四方面和第五方面所获得的技术效果与第一方面中对应的技术手段获得的技术效果近似，在这里不再赘述。

附图说明

- 图 1 是本申请实施例提供的一种激光雷达发射的激光光束的示意图；
- 图 2 是本申请实施例提供的另一种激光雷达发射的激光光束的示意图；
- 图 3 是本申请实施例提供的另一种激光雷达发射的激光光束的示意图；
- 图 4 是本申请实施例提供的一种模拟激光光束与三角形面元相交的示意图；
- 图 5 是本申请实施例提供的一种仿真系统的架构示意图；
- 图 6 是本申请实施例提供的一种获取点云数据的方法流程图；
- 图 7 是本申请实施例提供的一种道路拓扑模型示意图；
- 图 8 是本申请实施例提供的一种虚拟物体的包围盒的示意图；
- 图 9 是本申请实施例提供的一种高层建筑物示意图；
- 图 10 是本申请实施例提供的一种道路节点示意图；
- 图 11 是本申请实施例提供的一种划分扇形区域的示意图；
- 图 12 是本申请实施例提供的一种确定角度范围的示意图；
- 图 13 是本申请实施例提供的一种自动驾驶车辆前方目标车辆的示意图；
- 图 14 是本申请实施例提供的一种激光光束的投射示意图；
- 图 15 是本申请实施例提供的一种获取点云数据的装置示意图；
- 图 16 是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、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。

在对本申请实施例进行详细解释说明之前，先对本申请实施例的应用场景进行解释说明。

随着社会对驾驶的智能性、经济性、安全性等各方面需求的提升，自动驾驶技术成为汽车工业的重点发展方向之一，并且越来越受到主机厂、互联网公司的重视。其中，自动驾驶车辆（英文可以为：autonomous vehicles 或者 self-piloting automobile），又称无人驾驶汽车、电脑驾驶汽车、或轮式移动机器人，是一种通过电脑系统实现无人驾驶的智能汽车。自动驾驶车辆在 20 世纪已有数十年的历史，21 世纪初呈现出接近实用化的趋势。

在自动驾驶车辆的架构中，传感层被比作为自动驾驶车辆的“眼睛”。传感层包括车载摄像头等视觉系传感器和车载毫米波雷达、车载激光雷达和车载超声波雷达等雷达系传感器。其中激光雷达已经被认为是实现自动驾驶的必要基础。此外，搭载了激光雷达的自动驾驶车辆、或者仿真中搭载了仿真激光雷达模型的仿真车辆，还可以称为自车。

为了后续便于说明，在此对激光雷达的工作原理进行解释说明。

激光雷达是一种集激光、GPS 全球定位和惯性测量装置为一体的系统。激光雷达可以获得数据并生成精确的数字模型。这三种技术的结合，可以高度准确地定位激光光束打出的位置之所在。相较其他探测产品，激光雷达可将精准、快速与高效的优点充分进行发挥。激光雷达最大的特点在于可以生成三维的位置信息，甚至快速能够确定物体的位置、大小、外部形貌甚至材质，如此便可生成精确的数字模型。

激光雷达是通过发射激光光束探测目标位置、速度等特征的雷达系统。激光雷达在短时间内向周围环境发射大量激光光束，通过测量反射回来激光光束的飞行时间，计算与周围物体的距离。激光雷达可以在瞬间构建周围环境的 3D 地图，具有测量精度高、方向性好等优点。

激光雷达在工作时不断地向周围环境发射激光光束，通过测量发射回来的激光光束的传输时间，计算车辆与激光光束投射的位置点的距离，进而快速创建周围环境的点云数据。简单的说，激光雷达就是快速创建周围环境的各个位置点的点云数据的设备。点云数据包括激光光束投射到的位置点的三维坐标（XYZ）和激光反射强度（Intensity）。激光反射强度与相应位置点的表面材质、粗糙度、入射角方向、仪器的发射能量、以及激光光束的波长有关。

激光雷达每秒钟可以创建高达 150 万个点云数据，这种快速创建点云数据的能力，让激光雷达在自动驾驶等领域有了用武之地。比如，在自动驾驶中，点云数据作为激光雷达的输出数据，可以给自动驾驶车辆提供周围环境信息，作为自动驾驶过程中感知、规划、决策、信息融合等算法的开发和检验。此外，点云数据也可以作为这些算法的训练数据。

图 1 是本申请实施例提供的一种激光雷达发射的激光光束的示意图。图 1 中每个同心圆对应一组激光器水平方向扫描一周后得到的点云数据，每个同心圆还可以称为点云同心圆。对于两组相邻的激光器而言，其垂直间隔角是恒定的。因此相邻两组激光器的距离越远，相邻激光器扫描的得到的点云同心圆间隔越大。

图 1 中的部分点云数据所指示的位置信息形成同心圆的形状，那是因为在自动驾驶车辆周围没有障碍物，激光光束打在地面形成的一组同心圆，具体原理如图 2 所示。如果自动驾

驶车辆周围存在障碍物，点云数据对应的形状就是障碍物的形状，如图 1 中自动驾驶车辆周围建筑物上的点云数据。

下面对激光雷达工作过程中涉及的几个参数进行解释说明。

方位角：激光雷达工作时的激光光束的扫描范围称为激光雷达的方位角（field of view, FOV）。该方位角包括水平方位角和垂直方位角。水平方位角是指的是激光雷达在水平方向的扫描角度。垂直方位角是指激光雷达在垂直方向上的扫描角度。

目前大部分激光雷达系统采用旋转镜头，如图 2 所示，激光雷达的主体部分固定在旋转马达的基座上，工作时不断旋转，即可对周围 360°进行扫描。也就是说这些激光雷达的水平方位角为 360°。

垂直方位角指的是激光雷达垂直方向的扫描角度，一般在 40°以内。如图 3 所示，为某种激光雷达激光扫描线示意图，其垂直方位角为 -16°~7°。

数据更新频率：由于激光雷达工作时是不断圆周式扫描的，并且在激光雷达扫描过程中，自动驾驶车辆又是移动的。因此，激光雷达在同一方位发射的激光光束在激光雷达每扫描一圈时，该激光光束的点云数据是更新的。比如，激光雷达的扫描频率是 10Hz，即激光雷达每秒转 10 圈，因此，同一方位发射的激光光束的点云数据将每秒更新 10 次。

角度分辨率：激光雷达的角度分辨率分为水平角度分辨率和垂直角度分辨率。水平角度分辨率是指水平方向上扫描线间的最小间隔度数。它是随扫描频率的变化而变化，该扫描频率也即是激光雷达的转速，转速越快，则水平方向上扫描线的间隔越大，水平角分辨率越大。垂直角度分辨率指的是垂直方向上两条扫描线的间隔度数。如图 3 所示，激光雷达的垂直角度分辨率在 1~5 线间为 1°，在 6~30 线为 0.33°，31~40 线为 1°。

测距范围：在自动驾驶领域应用的激光雷达的测距范围普遍在 100~200m 左右。

数据速率：激光雷达每秒钟生成的点云数据数量的单位为 points/sec。其中，每秒生成的点云数据的数量还可以称为数据速率（Data Rate）或点云量度量（Measurement Points）。例如：扫描频率为 20Hz 的激光雷达，水平角分辨率是 0.45°（每一圈每束激光扫描 800 次）。因此每秒钟生成的点云数据的数量为： $40 \times 20 \times 800 = 640,000$ points/sec。

此外，激光雷达扫描到的大量点云数据是以用户数据报协议（user datagram protocol, UDP）数据包的格式发送给其他需要使用点云数据的设备的。以禾赛 Pandar40P（一种类型的激光雷达）为例，Pandar40P 发送的 UDP 数据包共 1304 字节（byte），包含 42 字节的头（Header）、1262 字节的数据块区间。所有的多字节值均为小端字节序（Little Endian），并且为无符号整形。小端字节序是指低位字节在前，高位字节在后的一种数据存储方式，在此不再详细说明。

其中，一个 UDP 数据包中的数据块区间中包括 10 个数据块（data block），每个数据块的长度为 124 字节，代表一组完整的点云数据。数据块中 124 字节的区间包括：2 字节的标志位，2 字节的水平旋转角度信息，40 组激光光束信息，每一组激光光束信息包含 2 字节的距离信息和 1 字节的强度信息。此外，数据块区间还包括 22 字节的附加信息，该附加信息包含传感器温度状态信息、电机转速信息，时戳信息（时戳信息用于指示数据块的当前打包时间，单位为微秒）等数据。

上述内容用于对激光雷达的工作原理进行解释说明。目前，为了保证自动驾驶车辆的安全性，在使用自动驾驶车辆之前，可以先对自动驾驶车辆进行测试。

目前，业界通过大量的道路测试，来覆盖尽可能多的实际驾驶环境和交通状况。然而根

据统计学计算,单纯基于这种方法,被测的自动驾驶车辆需要通过数十亿公里的测试验证,才能达到一定的验证度。显然,通过在真实世界中的道路测试,要完成这个公里数量级的测试是十分困难且费时费力的。同时真实道路测试还存在高危险、低出现率的问题。

因此,在汽车工业发达的国家,主机企业、一级供应商及设备供应商多先采用仿真测试方法来验证自动驾驶车辆的功能。通过采用仿真软件,基于真实交通环境,在仿真软件中生成或者复现一个虚拟空间,测试自动驾驶车辆能否正确地识别虚拟空间中的周边环境、并做出及时准确的反应和采取恰当的驾驶行为。业内已经达成共识,只有将仿真测试与实际路试相结合,才能得到全面、系统和有效的验证结果。因此,对自动驾驶车辆进行仿真测试越来越重要。

对自动驾驶车辆的仿真测试,主要是通过仿真系统中,仿真出自动驾驶车辆上的探测装置输出的点云数据,将点云数据传递给自动驾驶车辆,观测自动驾驶车辆的响应是否正确。因为激光雷达是自动驾驶的基础探测装置,所以对自动驾驶车辆的仿真测试,可以是指确定激光雷达在虚拟空间中的点云数据。

在真实世界中,激光雷达通过激光光束探测周围的真实物体,以获取周围的真实物体的空间信息。而在仿真测试中,所有的环境都是虚拟的,包括虚拟的车辆,虚拟的交通情况,虚拟的道路、建筑等静态物体。因此,仿真测试中,需要激光雷达探测虚拟的环境,输出点云数据。

在虚拟空间中,所有的物体都是由三维模型来表示。三维模型是计算机图形学的输入数据。它不仅描述了真实世界中物体的具体几何形状,还记录了物体表面的材质、颜色、纹理等表面信息。

三维模型是通过点、线、面等几何元素及其之间的拓扑关系来描述物体的表面几何形状。通过在组成物体表面的各个面元上附加材质、颜色和纹理等信息来描述物体的表面属性。目前工业界标准的三维渲染引擎开放图形库(open graphics library, OpenGL)就是使用基于边界表示的三维模型来描述三维物体。

三维模型是以多边形的方式来表达物体的表面。对于多边形的顶点或多边形自身,会有相应的颜色、法向量、纹理来描述物体表面除形状以外的其它属性。具体而言,一个三维模型由两部分组成:几何结构和表面属性。为了描述方便,可以记三维模型为:

$$Model = \{GS, A\}$$

Model 用于指示三维模型, Gs 用于指示三维模型几何结构的数据集合, A 用于指示三维模型表面属性的数据集合。本申请实施例不涉及表面属性,所以在此对 A 不做详细介绍。

GS 是由点、线、多边形以及它们之间的拓扑关系来表示的。因此,上述 Gs 可以表示为:

$$GS = \{V, Tri\}$$

V 用于指示三维模型中所有点的集合, V 可以表示如下:

$$V = \{Vi(x_i, y_i, z_i) | i = 1, \dots, N\}$$

其中, N 为三维模型中点的个数。在 GS 中,三维模型的表面是由以 V 中三维点为顶点的多边形集合来表示的。也即对于三维模型中的表面,将其分解为若干个多边形。用这些多边形来表达模型的表面(表面也可以称为面元)。由于在三维模型中,多边形的顶点全部来自顶点集合 V,因而一个有 k 个顶点的多边形,是由 V 中的 k 个顶点按逆时针方式排列来表示的。由于集合 V 中已经包含了顶点的坐标,因此在表示多边形时,只指定其顶点在 V 中的索

引号即可。理论上，用来表达表面的多边形的顶点个数可以是任意。但在实际中，当顶点数多于3个时，会出现凹多边形，而 OpenGL 对凹多边形的渲染不稳定。另外，由于顶点坐标的误差，当多边形顶点个数多于3个时，有可能多边形的顶点不在同一个平面内，这会造成多边形无法显示。因而在实际使用时，虽然渲染引擎提供了对任意多边形的支持，但考虑稳定性和效率，可以只使用三角形的集合来表达三维模型的表面。比如，三维模型中，所有三角形的集合为 Tri，该集合可以表示如下：

$$Tri = \{tri(ai, bi, ci) | V_{ai}, V_{bi}, V_{ci} \in V, i = 1, \dots, M\}$$

ai bi ci 为 Tri 中第 i 个三角形三个按逆时针顺序排列的顶点在顶点集合 V 中的索引。V 和 Tri 在一起完整的表达了三维模型表面的几何结构。

在仿真测试中，点云数据的计算是通过计算模拟的激光光束与三维模型中的三角形面元的交点来得到。图 4 是本申请实施例中提供的一种模拟激光光束与三角形面元相交的示意图。如图 4 所示，带箭头线为模拟的激光光束，V1 至 V8 为模拟的物体的三维模型中的 8 个顶点。该激光光束与三维模型的面元 V₁V₂V₅ 和面元 V₂V₃V₆ 有交点。由于面元 V₁V₂V₅ 上的交点距离激光光束原点的距离小于面元 V₂V₃V₆ 上的交点距该原点的距离，所以 V₁V₂V₅ 上的交点即该射线所模拟的激光光束在该三维模型对应的物体上的所照射的位置点，该交点的三维位置信息即为该射线所模拟的激光光束投射到该物体时扫描的点云数据。因此，在仿真空间中模拟激光雷达输出点云数据，也即是确定所有激光光束与周围虚拟虚体的交点信息。

本申请实施例提供了一种获取点云数据的方法，该方法可以获取激光雷达在虚拟空间中的点云数据。该点云数据可以用于自动驾驶系统的验证、感知、规划、决策、信息融合等算法的开发和检验。

图 5 是本申请实施例提供的一种仿真系统的架构示意图。如图 5 所示，该仿真系统 500 包括仿真平台 501 和自动驾驶平台 502。仿真平台 501 和自动驾驶平台 502 之间可以通过有线或无线方式连接以进行通信。

仿真平台 501 可以运行在计算机上，用于通过本申请实施例提供的方法获取点云数据，并将点云数据通过网络方式发送到至自动驾驶平台 502。由自动驾驶平台 502 根据点云数据控制自动驾驶车辆做出响应，以测试自动驾驶车辆的性能。其中，自动驾驶平台可以运行在自动驾驶车辆上。

此外，在仿真平台 501 和自动驾驶平台 502 之间没有进行通信的情况下，仿真平台 501 获取到点云数据之后，还可以通过存储介质的方式将点云数据传输至自动驾驶平台 502，在此不再详细说明。

此外，如图 5 所示，该仿真系统 500 还可以包括算法平台 503，该算法平台 503 可以基于仿真平台 501 得到的点云数据进行其他算法的处理等，在此同样不再详细说明。

接下来对本申请实施例提供的获取点云数据的方法进行详细解释说明。图 6 是本申请实施例提供的一种获取点云数据的方法流程图，该方法可以应用于图 5 中的仿真平台。如图 6 所示，该方法包括如下步骤：

步骤 601：在车辆处于虚拟空间中第一位置点的情况下，根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段，该道路拓扑模型用于指示该虚拟空间中的道路拓扑。

在本申请实施例中，考虑到自动驾驶车辆在行驶过程中仅需确定行驶道路附近的物体即可，因此，为了减少确定点云数据过程中的数据处理量，对于待仿真的虚拟空间，可以预先构建针对该虚拟空间的道路拓扑模型。该道路拓扑模型用于指示虚拟空间中的道路拓扑。如此，后续在确定车辆处于第一位置点时的点云数据时，便可通过步骤 601 基于道路拓扑模型确定当前待扫描路段即可，无需对第一位置点周围的所有空间进行遍历。

上述第一位置点可以为在车辆上模拟的激光探测装置的当前位置。该激光探测装置可以为激光雷达、也可以为其他类型的激光探测装置，在此就不再一一举例说明。

在一种可能的实现方式中，道路拓扑模型可以包括多个道路节点 (road)、以及每个道路节点的道路信息。每个道路节点对应一段道路，也即是，在本申请实施例中，每个道路节点实质上用于指示一段道路。其中，每个道路节点的道路信息用于指示对应的道路的各种属性。每个道路节点的道路信息用于指示对应的道路各种属性是指：通过该道路节点对应的道路信息可以明确对应的道路在虚拟空间中的具体位置。也即是，通过道路拓扑模型中各个道路节点的道路信息可以构建虚拟空间中的各条道路之间的拓扑关系。示例地，每个道路节点的道路信息可以包括该道路节点的标识、道路节点对应的道路的长度、道路节点对应的道路的边界位置信息（该边界位置信息可以包括对应的道路的起点位置信息和终点位置信息、该道路节点对应的道路与其他道路之间的连接关系等）。

由于每个道路节点的道路信息可以指示相应道路的具体位置，因此，基于上述道路拓扑模型，步骤 601 中根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段的实现方式可以为：根据每个道路节点的道路信息，从多个道路节点中确定第一位置点对应的道路节点；根据第一位置点对应的道路节点确定第一扫描路段。

比如，道路节点的道路信息包括相应道路的边界位置信息。此时，可以从各个道路节点的道路信息中确定出每个道路节点对应的道路的区域。如此，便可从确定的区域中筛选出包括第一位置点的区域，筛选出的区域对应的道路节点便是第一位置点对应的道路节点。

此外，在确定出第一位置点对应的道路节点之后，可以将第一位置点对应的道路节点上距离第一位置点前后指定距离范围内的路段作为第一扫描路段。该指定距离是预先配置的。比如，该指定距离可以为 20 米，此时，可以将第一位置点对应的道路节点上第一位置点前后 20 米范围内的路段作为第一扫描路段。

可选地，在确定出第一位置点对应的道路节点之后，还可以将道路拓扑模型中第一位置点对应的道路节点、与该道路节点存在连接关系的其他道路节点，一起作为第一扫描路段。比如，图 7 是本申请实施例提供的一种道路拓扑模型示意图。如图 7 所示，该道路拓扑模型中包括 7 个道路节点，各个道路节点之间的连接关系如图 7 中道路节点之间的连接关系。也即是，道路节点 1 所指示的道路与道路节点 2 所指示的道路连接，道路节点 2 所指示的道路与道路节点 3 所指示的道路连接，道路节点 3 所指示的道路与道路节点 4 所指示的道路连接，道路节点 4 所指示的道路分别与道路节点 5、道路节点 6 以及道路节点 7 所指示的道路连接。假设上述确定的第一位置点对应的道路节点为道路节点 2，此时，便可将道路节点 1、道路节点 2 以及道路节点 3 这三个道路节点所指示的三段路段作为第一扫描路段。此外，图 7 中与多个道路节点存在连接关系的道路节点还可以称为汇合道路节点 (junction)。

上述仅仅是对根据第一位置点对应的道路节点确定第一扫描路段的两种可能的实现方式的举例说明。本申请实施例并不限定根据第一位置点对应的道路节点确定第一扫描路段的具

体实现方式，只需确定出的第一扫描路段是自动驾驶车辆在第一位置点时附近的路段即可。在此就不再对其他实现方式一一举例说明。

在通过步骤 601 确定出第一扫描路段之后，为了便于快速确定出分布在第一扫描路段的虚拟物体，预先配置的道路拓扑模型中除了包括各个道路节点的道路信息之外，还可以包括各个道路节点的虚拟物体信息。每个道路节点的虚拟物体信息包括分布在相应道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据。以便于后续基于步骤 602 可以直接通过道路拓扑模型来快速确定出分布在第一扫描路段的虚拟物体。需要说明的是，在本申请实施例中，分布在路段的虚拟物体包括分布在该路段的道路上及其该道路两侧的虚拟物体。

在一种可能的实现方式中，虚拟物体的三维模型数据可以包括虚拟物体上各个表面点的三维位置信息，以便于后续根据表面点的三维位置信息确定点云数据。

在本申请实施例中，可以根据自动驾驶车辆行驶过程中对道路状况的需求，预先对虚拟物体的三维模型数据进行预处理，以便于后续进一步提高确定点云数据的速率。下面对本申请实施例提供的各种三维模型数据的预处理方式先进行解释说明。

在一种可能的实现方式中，考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，对于近处的物体需要明确其详细的三维结构，以避免出现交通事故。对于远处的物体只需了解大概的轮廓即可对当前的规划做出指导。因此，对于多个虚拟物体中的第一虚拟物体，该第一虚拟物体的三维模型数据还可以包括第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，第一虚拟物体的包围盒是指包围第一虚拟物体的几何体。第一虚拟物体是多个虚拟物体中的任一个。也即是，在道路拓扑模型中，每个虚拟物体的三维模型数据还可以包括相应虚拟物体的包围盒的三维位置信息。以便于后续根据虚拟物体的轮廓来快速确定点云数据。

图 8 是本申请实施例提供一种虚拟物体的包围盒的示意图。图 8 所示的包围盒还可以称为 AABB 盒。如图 8 所示，AABB 盒是一种三维物体的包围盒。包围盒是一个简单的几何空间，里面包含着复杂形状的虚拟物体。为虚拟物体添加包围盒的目的是快速的进行碰撞检测或者进行精确的碰撞检测之前进行过滤。如图 8 所示，当激光光束与包围盒碰撞，激光光束才可能与包围盒中的虚拟物体碰撞。当激光光束不与包围盒碰撞，那么激光光束就不可能与包围盒中的虚拟物体碰撞。因此，虚拟物体的包围盒可以代表虚拟物体的大概轮廓。

在另一种可能的实现方式中，考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，道路两侧距离自动驾驶车辆特别远的虚拟物体对自动驾驶车辆的行驶不会造成什么影响。因此，还可以对道路两侧的距离特别远的虚拟物体进行过滤。此时，在道路拓扑模型中，对于多个道路节点中的第一道路节点，分布在第一道路节点的虚拟物体与第一道路节点的中心线之间的距离在第一距离阈值内。也即是，在道路拓扑模型中，每个道路节点对应的道路两侧的虚拟物体与相应道路节点的中心线之间的距离在第一距离阈值内。

第一距离阈值是预先设置的距离阈值。比如，第一距离阈值可以为 10 米。为了后续便于说明，将这种预处理方式称为较远物体去除处理。此外，第一距离阈值还需还大于道路宽度的一半。道路宽度是指道路节点两侧的两个边界之间的距离。

在另一种可能的实现方式中，考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，道路及其两侧距离地面特别高的虚拟物体对自动驾驶车辆的行驶也不会造成什么影响。比如，道路两侧建筑的高层对自动驾驶车辆的行驶不会造成什么影响。因此，还可以对道路及其两侧距离地面特别高的虚拟物体或者虚拟物体上的部分进行过滤。此时，在道路拓扑模型中，每个虚拟物体的三

维模型数据包括相应虚拟物体的多个表面点中每个表面点的三维位置信息，三维位置信息包括表面点的高度，且分布在道路节点的虚拟虚体的三维模型数据中的高度在高度阈值以内。图 9 是本申请实施例提供的一种高层建筑物示意图。如图 9 所示，该建筑物的高层部分的三维模型数据将不包括在道路拓扑模型中。为了后续便于说明，将这种预处理方式称为较高物体去除处理。

需要说明的是，可以预先对道路拓扑模型中各个虚拟物体的三维模型数据进行上述过滤，此时道路拓扑模型中包括的数据量也比较少，后续不管车辆处于什么位置，均可根据精简后的道路拓扑模型直接确定虚拟物体的三维模型数据。可选地，道路拓扑模型中也可以只包括虚拟物体上各个表面点的三维位置信息，后续在确定出第一扫描路段时，再通过上述过滤方式对第一扫描路段的虚拟物体的三维模型数据进行过滤即可，只不过此时在任一位置点时均需对三维模型数据进行过滤，所需的计算量仍然较大。

此外，考虑到后续可以对距离第一位置点远近不同的虚拟物体采用不同的处理方式，因此，在另一种可能的实现方式中，在道路拓扑模型中，每个虚拟物体的三维模型数据还可以包括相应虚拟物体在道路上的具体位置。具体地，对于任一道路节点，可以在该道路节点所指示的道路上设置一个道路起点，该道路起点可以是该道路起始位置处位于道路中心的位置点。那么对于该道路节点所指示的道路上及其两侧的任一虚拟物体，均可以通过两个参数来指示该虚拟物体在该道路上的具体位置。一个参数是该虚拟物体的包围盒的中心点与该道路中心线之间的距离，可以标记为 $t\text{-offset}$ ，另一个参数是该虚拟物体的包围盒的中心点与该道路起点沿道路行驶方向之间的距离，可以标记为 $s\text{-offset}$ 。

图 10 是本申请实施例提供的一种道路节点示意图。如图 10 所示，该道路节点所指示的道路上的道路起点为点 A，该道路中的一棵树的 $t\text{-offset}$ 为 5 米， $s\text{-offset}$ 为 50 米。在已知该道路起点的具体位置之后，便可根据第一位置点、以及 $t\text{-offset}$ 和 $s\text{-offset}$ 这两个参数确定出这棵树与第一位置点之间的距离远近。

可选地，道路拓扑模型中各个虚拟物体在道路上的具体位置也可以直接采用虚拟物体的包围盒的中心点在大地坐标系中的绝对坐标来指示，这样对于任一道路节点，可以无需配置上述道路起点。

步骤 602：确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

基于步骤 601 中关于道路拓扑模型的解释说明可知，在一种可能的实现方式中，道路拓扑模型可以包括多个道路节点、以及每个道路节点的虚拟物体信息，每个道路节点的虚拟物体信息包括分布在相应道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据。此时，步骤 602 的实现方式可以为：从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

基于步骤 601 中对道路拓扑模型的介绍可知，在一种可能的实现方式中，对于分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中的第一虚拟物体，该第一虚拟物体的三维模型数据包括：第一虚拟物体上各个表面点的三维位置信息。第一虚拟物体是这多个虚拟物体中的任一个。

在另一种可能的实现方式中，第一虚拟物体的三维模型数据还可以包括：第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息。

此外，基于上述对道路拓扑模型中的三维模型数据的预处理方式可知，如果预先对道路拓扑模型中的虚拟物体的三维模型数据进行了预处理，那么步骤 602 中获取的便是预处理后

的虚拟物体的三维模型数据。

因此，在一种可能的实现方式中，如果预先对道路拓扑模型中的虚拟物体进行了较远物体去除处理，此时，分布在第一扫描路段的虚拟物体与第一扫描路段的中心线之间的距离在第一距离阈值内。关于第一距离阈值在此不再详细说明。

在另一种可能的实现方式中，如果预先对道路拓扑模型中的虚拟物体进行了较高物体去除处理，此时，分布在第一扫描路段的虚拟物体的三维模型数据中的高度均在高度阈值以内。

此外，在一种可能的实现方式中，从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据时，可以直接获取道路拓扑模型中与第一扫描路段相关的虚拟物体的三维模型数据即可。这种情况下，是假设车辆在第一位置点时激光雷达水平方向扫描一周的过程中车辆的位移基本为 0。

在另一种可能的实现方式中，如果车辆在第一位置点时激光雷达水平方向扫描一周的过程中车辆的位移比较大，这种情况下，随着激光雷达的扫描，车辆是在向前移动的。此时，为了提高仿真测试过程中激光雷达获取的点云数据与真实世界中获取的点云数据之间的一致性，可以采用分区域的方式确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

采用分区域的方式确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据的实现方式可以为：将第一扫描路段以第一位置点为中心划分为多个扇形区域，得到每个扇形区域的边界信息；将多个扇形区域按照激光探测装置的扫描方向顺序排列；对于排列后的第一个扇形区域，根据第一个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据；对于排列后的第 i 个扇形区域，基于激光探测装置的扫描速度和车辆的移动速度，确定激光探测装置从第一个扇形区域扫描到第 i 个扇形区域的过程中车辆的移动位移， i 为大于或等于 2、且小于或等于划分的扇形区域的个数的正整数；根据移动位移，更新第 i 个扇形区域的边界信息；根据更新后的第 i 个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。

每个扇形区域的边界信息用于指示相应扇形区域的覆盖区域。对于排列后的第一个扇形区域，此时相当于车辆刚处于第一位置点时，激光雷达扫描的区域，此时，可以直接从各个道路节点的虚拟物体信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。对于排列后的第 i 个扇形区域，当激光雷达扫描至第 i 个扇形区域时，此时，车辆已经向前移动了一定位移，因此，可以根据车辆移动后的位置点更新第 i 个扇形区域的边界信息。相当于动态更新了各个扇形区域中的虚拟物体，以使获取的虚拟物体和真实世界中获取的物体尽量一致。

此外，根据移动位移，更新第 i 个扇形区域的边界信息的实现方式可以为：根据第一位置点和移动位移，确定车辆移动后的位置点，以车辆移动后的位置点为中心划分为多个扇形区域，按照上述同样方式对这多个扇形区域进行排列，此时排列后的第 i 个扇形区域的边界信息即为上述更新后的第 i 个扇形区域的边界信息。

图 11 是本申请实施例提供的一种划分扇形区域的示意图。如图 11 所示，在车辆处于第一位置点时，可以将第一扫描路段以第一位置点为中心划分 8 个扇形区域，在图 11 中分别将这 8 个扇形区域标记为①②③④⑤⑥⑦⑧。假设扫描至第 2 个扇形区域时，车辆移动至另一个位置点，此时，更新后的第 2 个扇形区域的即为图 11 中右侧所示的扇形区域②。也即是，

右侧扇形区域②的边界信息为更新后的第2个扇形区域的边界信息。

此外，上述将多个扇形区域按照激光探测装置的扫描方向顺序排列即可，至于多个扇形区域中谁是第一个扇形区域，本申请实施例并不限定。比如，对于图11所示的8个扇形区域，假设激光雷达的扫描方向为排序①→②→③，那么这8个扇形区域的排序可以是扇形区域①、扇形区域②、扇形区域③、扇形区域④、扇形区域⑤、扇形区域⑥、扇形区域⑦、扇形区域⑧。这8个扇形区域的排序也可以是扇形区域②、扇形区域③、扇形区域④、扇形区域⑤、扇形区域⑥、扇形区域⑦、扇形区域⑧、扇形区域①。

此外，划分的扇形区域的个数可以根据激光雷达的扫描速度和车辆的移动速度设置。在一种可能的实现方式，划分的扇形区域的个数与激光雷达的扫描速度和车辆的移动速度可以呈现负相关关系。也即是，激光雷达的扫描速度越快，车辆的移动速度越快，此时，激光雷达扫描一周车辆的移动位移就越小，那么激光雷达扫描一周过程中车辆周围的物体变化的也比较慢，因此，划分的扇形区域的个数就可以越小，相应的，每个扇形区域的覆盖面积就越大。

此外，划分扇形区域之后，获取位于各个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据的过程可以并行处理，从而提高最终获取点云数据的效率。

步骤603：根据在该车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据。

在本申请实施例中，获取激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据实质上就是确定各条激光光束在虚拟物体上的交点。因此，在一种可能的实现方式中，步骤603具体可以为：对于第一虚拟物体，根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息、车辆的朝向、以及第一位置点，从激光扫描范围中确定激光探测装置发射的激光光束覆盖第一虚拟物体的角度范围，第一虚拟物体是指多个虚拟物体中的任一虚拟物体；对于角度范围中的第一激光光束，根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点，将相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据，第一激光光束为角度范围的任一条激光光束。

上述第一虚拟物体是指多个虚拟物体中的任一虚拟物体，也即是，对于步骤602中确定的任一虚拟物体，均采用上述实现方式来确定激光光束投射到该虚拟物体上的点云数据。

图12是本申请实施例提供的一种角度范围的示意图。如图12所示，假设自动驾驶车辆的前方有一辆目标车辆。那么，可以根据自动驾驶车辆的朝向（比如可以为车头朝向），激光雷达的位置信息（也即是上述第一位置点），以及目标车辆AABB盒信息，确定激光雷达照射在目标车辆的激光光束的角度范围为：横向 a° - b° ，纵向 m° - n° 。（图12中仅仅示例出了横向角度范围，纵向角度范围并未示出）

考虑到自动驾驶车辆在驾驶过程中，对于近处的物体需要明确其详细的三维结构，以避免出现交通事故。对于远处的物体只需了解大概的轮廓即可对当前的规划做出指导。因此，对于角度范围中的第一激光光束，根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点，可以针对距离第一位置点远近不同的虚拟物体采用不同的处理方式来确定相交点。

在一种可能的实现方式中，在第一虚拟物体为近距离虚拟物体的情况下，上述根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点具体可以为：根据第一虚拟物体的三维模型数据中各个表面点的三维位置信息，确定第一虚拟物体的多个第一面

元,每个第一面元是指第一虚拟物体的各个表面点中的三个或三个以上的表面点形成的表面,近距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值之内的虚拟物体;确定多个第一面元中与第一激光光束相交的第一面元,将第一激光光束与相交的第一面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

也即是,对于近距离的虚拟物体,在确定点云数据时,考虑的是该虚拟物体的精准的表面结构。

对于近距离的虚拟物体,在确定的角度范围内,对所有激光光束求点云数据,因为每条激光光束相对于第一虚拟物体的距离与角度,以及第一虚拟物体上各个面元的相对位置是已知的,因此,可以直接的定位到激光光束与哪个面元相交,再通过求交过程,确定该激光光束探测到的相交点,该相交点的位置信息即为点云数据。

如图 12 所示,假设第一虚拟物体为车辆对面的一个目标车辆,则对所有激光光束求点云数据的过程可以为:

首先取横向的 a° ,纵向 $(m+n)/2^\circ$ 的激光光束,与目标车辆的最外侧的面元 A (也即是图 13 中的原点所在的面元),进行求交计算,得到点云数据。

然后取横向的 $(a+0.45)^\circ$ 的射线, (0.45° 为激光探测装置的水平分辨率) 与面元 A 进行求交计算,,若相交则得到点云数据,若不想交则取面元 A 左侧面元进行求交,直到找到相交面元,得到点云数据。

垂直方向的计算同理,只要获取上下位置的面元进行求交计算即可。对横向 $a^\circ - b^\circ$,纵向 $m^\circ - n^\circ$ 范围内的所有激光射线进行求交计算,即可得到激光雷达探测该目标车辆的所有点云数据。

上述各条激光光束的求交过程可以并行处理,在此不再详细说明。

上述用于解释说明对于近距离虚拟物体获取点云数据的过程。在另一种可能的实现方式中,在第一虚拟物体为远距离虚拟物体的情况下,上述根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点具体可以为:在第一虚拟物体为远距离虚拟物体的情况下,根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息,确定包围盒的多个第二面元,远距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值和第一距离阈值之间的虚拟物体,第一距离阈值大于第二距离阈值;确定多个第二面元中与第一激光光束相交的第二面元,将第一激光光束与相交的第二面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

也即是,对于远距离的虚拟物体,在确定点云数据时,考虑的是该虚拟物体的大概轮廓。比如,对于道路最外侧的建筑,围墙等,可以直接用激光光束与 AABB 盒求交计算,以减少计算量。具体求交过程在此不再详细说明。

此外,考虑到各个虚拟物体之间有遮挡情况,同一激光光束理论上可能投射到不同的虚拟物体上,但是实际上每条激光光束只能采集到一个点云数据。例如,图 12 中目标车辆的角度范围为横向 $20^\circ - 60^\circ$,纵向 $-20^\circ - 10^\circ$,而激光光束投射到目标车辆后方较远处的围墙的角度范围也包括横向 $20^\circ - 60^\circ$,纵向 $-20^\circ - 10^\circ$ 这个角度范围,则横向 $20^\circ - 60^\circ$,纵向 $-20^\circ - 10^\circ$ 这个角度范围的激光光束只需要与目标车辆进行一次求交计算,不需要对后面的围墙进行重复计算。

所以,上述根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点之前,还需判断第一激光光束的投射方向是是否存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体。如果在第一激光光束的投射方向上不存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体,则执行确定第

一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作。如果在第一激光光束的投射方向上存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，则无需执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作。也即是，这种情况下，就没有必要再确定第一激光光束在第一虚拟物体上的投射点的点云数据了。

上述判断第一激光光束的投射方向是是否存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体可以基于第一激光光束的角度、第一位置点、以及步骤 602 中的确定的各个虚拟物体的虚拟物体信息来确定。在一种可能的实现方式中，第一激光光束的投射方向上，如果存在其他虚拟物体的包围盒的覆盖区域存在在第一位置点与第一虚拟虚体之间，则认为第一激光光束的投射方向上存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体。

此外，上述判断第一激光光束的投射方向是是否存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体的过程中，是将其他虚拟物体作为不可透过激光光束这种简单模型进行处理的。在真实世界中，譬如树木这种复杂模型的物体，由于树木中存在可以穿过激光光束的通孔，因此，即使该树木对应的包围盒遮挡了第一激光光束，但该激光光束仍然会投射到第一虚拟虚体上。

所以，在本申请实施例中，如果在第一激光光束的投射方向上存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，且其他虚拟物体为非严格遮挡型物体，则执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作，非严格遮挡型物体是指存在激光光束可穿的通孔的物体。此时，在确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点之后，如果第一激光光束在其他虚拟物体上没有相交点，则将第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据。

如果第一激光光束在其他虚拟物体上没有相交点，表明第一激光光束可以穿过其他虚拟物体上的通孔。这种情况下，则需将第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据。

需要说明的是，在应用本申请提供的方法时，对于遮挡的虚拟物体可以不区分是否非严格遮挡型物体，统一采用简单模型进行处理即可，如此可以进一步减少计算量。

可选地，也可以不考虑遮挡情况，对所有虚拟物体均通过直接确定角度范围内的各条激光光束的点云数据。后续对于同一条激光光束，如果该激光光束对应多个点云数据，则表明该激光光束可投射到多个位置点。此时，选择距离第一位置点最近的位置点的点云数据作为该激光光束的点云数据即可。如此，虽然计算量会多一些，但是可以简化获取点云数据的过程。

上述步骤 601 至步骤 603 用于解释说明如何确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据。在仿真测试中，随着车辆在虚拟空间中的移动，需要及时更新各个位置点处的点云数据。而在车辆移动过程中，车辆周围可能存在部分物体和车辆之间的相对位置没有发生变化，这种情况下，针对这部分虚拟物体，就没必要再次确定点云数据。因此，在本申请实施例中，可以根据车辆与周围虚拟物体之间的相对状态来减少确定点云数据所需的计算量。

此时，在通过步骤 603 确定激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据之后，还可以缓存每条激光光束对应的点云数据。在车辆处于虚拟空间中的第二位置点的情况下，根据第二位置点和道路拓扑模型确定第二扫描路段；确定分布在第二扫描路段的多个虚拟物体；如果分布在第一扫描路段的多个虚拟物体与分布在第二扫描路段的多个虚拟物体中存在同一虚拟物体、且同一虚拟物体与车辆之间的相对距离在第一位置点和第二位置点时没有变化，则

将缓存中投射到同一虚拟物体上的激光光束对应的点云数据作为相应激光光束在第二位置点处对应的点云数据。

同一虚拟物体与车辆之间的相对距离在第一位置点和第二位置点时没有变化，表明在车辆移动过程中，该同一虚拟物体与车辆之间是保持相对静止的状态的，因此，没有必要对该同一虚拟物体重复确定点云数据。

需要说明的是，在车辆在行驶过程中，如果车辆在静止状态，但是车辆周围的动态物体譬如其他车辆是发生变化的。因此，上述第二位置点和第一位置点可以为同一位置点，这种情况下，对于车辆周围的静态物体无需重复计算点云数据。

此外，在车辆行驶过程中，可能有部分激光光束一直投射在地面上或车辆的某些部位（如车辆上安装激光雷达的底座），这些激光光束的点云数据基本不会发生变化。因此，在本申请实施例中，可以先对激光探测装置的所有激光光束的点云数据进行初始化。后续只需根据变化的点云数据更新初始化的点云数据即可，以进一步减少计算量。

如图 14 所示，激光雷达的激光光束有一部分会射在地面，这一部分的点云数据后续基本不会发生变化；其余的激光如果没有探测到目标物体，则点云数据可以设置为空值。这些点云数据可以先以配置文件的形式进行保存。仿真开始时，加载该配置文件，生成点云缓存。仿真开始后，若激光雷达探测到虚拟物体，则更新缓存中为空值的点云数据。

此外，基于上述配置文件，在车辆行驶过程中，如果车辆周围在一定时间内均没出现其他虚拟物体，则可以重新加载上述配置文件，此时相当于将所有激光光束的点云数据初始化。后续继续根据探测到的虚拟物体更新点云数据即可。

在本申请实施例中，考虑到自动驾驶车辆在行驶过程中仅需确定行驶道路附近的物体即可，因此，为了减少确定点云数据过程中的数据处理量。对于待仿真的虚拟空间，可以预先构建针对该虚拟空间的道路拓扑模型。该道路拓扑模型用于指示虚拟空间中的道路拓扑。如此，后续在确定车辆处于第一位置点时的点云数据时，便可基于道路拓扑模型直接确定当前待扫描路段即可，无需像相关技术那样需要遍历 K-D 树中的所有节点，从而减少了获取点云数据过程中的数据处理量，相应地，也就提高了获取点云数据的效率。

图 15 是本申请实施例提供的一种获取点云数据的装置示意图。如图 15 所示，该装置 1500 包括：

确定模块 1501，用于在车辆处于虚拟空间中第一位置点的情况下，根据第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段，该道路拓扑模型用于指示该虚拟空间中的道路拓扑。具体实现方式可以参考图 6 实施例中的步骤 601。

确定模块 1501，还用于确定分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。具体实现方式可以参考图 6 实施例中的步骤 602。

确定模块 1501，还用于根据在车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定该激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据。具体实现方式可以参考图 6 实施例中的步骤 603。

可选地，该道路拓扑模型包括多个道路节点、以及这多个道路节点中每个道路节点的道路信息；

确定模块用于：

根据每个道路节点的道路信息，从多个道路节点中确定第一位置点对应的道路节点；
根据第一位置点对应的道路节点确定第一扫描路段。

可选地，道路拓扑模型包括多个道路节点、以及这多个道路节点中每个道路节点的虚拟物体信息，第一道路节点的虚拟物体信息包括分布在第一道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据，第一道路节点为这多个道路节点中的任一个；

确定模块用于：

从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

可选地，分布在第一扫描路段的虚拟物体与第一扫描路段的中心线之间的距离在第一距离阈值内。

可选地，多个虚拟物体中的第一虚拟物体的三维模型数据包括第一虚拟物体的多个表面点中每个表面点的三维位置信息，该三维位置信息包括表面点的高度，第一虚拟物体为多个虚拟物体中任一虚拟物体；

分布在第一扫描路段的虚拟物体的三维模型数据中的高度在高度阈值以内。

可选地，多个虚拟物体中第一虚拟物体的三维模型数据包括第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，第一虚拟物体的包围盒是指包围第一虚拟物体的几何体，第一虚拟物体为多个虚拟物体中任一虚拟物体；

确定模块用于：

根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息、车辆的朝向、以及第一位置点，从激光扫描范围中确定激光探测装置发射的激光光束覆盖第一虚拟物体的角度范围；

根据第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点，将相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据，第一激光光束为角度范围的任一条激光光束。

可选地，确定模块用于：

在第一虚拟物体为近距离虚拟物体的情况下，根据第一虚拟物体的三维模型数据中各个表面点的三维位置信息，确定第一虚拟物体的多个第一面元，每个第一面元是指第一虚拟物体的各个表面点中的三个或三个以上的表面点形成的表面，近距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值之内的虚拟物体；

确定多个第一面元中与第一激光光束相交的第一面元，将第一激光光束与相交的第一面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

可选地，确定模块用于：

在第一虚拟物体为远距离虚拟物体的情况下，根据第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，确定包围盒的多个第二面元，远距离虚拟物体是指与第一位置点之间的距离在第二距离阈值和第一距离阈值之间的虚拟物体，第一距离阈值大于第二距离阈值；

确定多个第二面元中与第一激光光束相交的第二面元，将第一激光光束与相交的第二面元之间的交点作为第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点。

可选地，确定模块还用于：

如果在第一激光光束的投射方向上不存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，则执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作。

可选地，确定模块还用于：

如果在第一激光光束的投射方向上存在遮挡第一虚拟物体的其他虚拟物体，且其他虚拟物体为非严格遮挡型物体，则执行确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的操作，非严格遮挡型物体是指存在激光光束可穿的通孔的物体；

确定第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点之后，还包括：

如果第一激光光束在其他虚拟物体上没有相交点，则将第一激光光束在第一虚拟物体上的相交点的三维位置信息作为第一激光光束对应的点云数据。

可选地，确定模块用于：

将第一扫描路段以第一位置点为中心划分为多个扇形区域，得到每个扇形区域的边界信息；

将多个扇形区域按照激光探测装置的扫描方向顺序排列；

对于排列后的第一个扇形区域，根据第一个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据；

对于排列后的第 i 个扇形区域，基于激光探测装置的扫描速度和车辆的移动速度，确定激光探测装置从第一个扇形区域扫描到第 i 个扇形区域的过程中车辆的移动位移， i 为大于或等于 2、且小于或等于划分的扇形区域的个数的正整数；

根据移动位移，更新第 i 个扇形区域的边界信息；

根据更新后的第 i 个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。

可选地，激光探测装置在第一位置点处获取的点云数据包括激光探测装置发射的每条激光光束对应的点云数据；

该装置还包括：

缓存模块，用于缓存每条激光光束对应的点云数据；

确定模块，还用于在车辆处于虚拟空间中的第二位置点的情况下，根据第二位置点和道路拓扑模型确定第二扫描路段；确定分布在第二扫描路段的多个虚拟物体；如果分布在第一扫描路段的多个虚拟物体与分布在第二扫描路段的多个虚拟物体中存在同一虚拟物体、且同一虚拟物体与车辆之间的相对距离在第一位置点和第二位置点时没有变化，则将缓存中投射到同一虚拟物体上的激光光束对应的点云数据作为相应激光光束在第二位置点处对应的点云数据。

在本申请实施例中，考虑到自动驾驶车辆在行驶过程中仅需确定行驶道路附近的物体即可，因此，为了减少确定点云数据过程中的数据处理量。对于待仿真的虚拟空间，可以预先构建针对该虚拟空间的道路拓扑模型。该道路拓扑模型用于指示虚拟空间中的道路拓扑。如此，后续在确定车辆处于第一位置点时的点云数据时，便可基于道路拓扑模型直接确定当前待扫描路段即可，无需像相关技术那样需要遍历 K-D 树中的所有节点，从而减少了获取点云数据过程中的数据处理量，相应地，也就提高了获取点云数据的效率。

需要说明的是：上述实施例提供的获取点云数据的装置在获取点云数据时，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，即将设备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，上述实施例提供的获取点云数据的装置与获取点云数据的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。

图 16 是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。图 5 中的仿真平台可以通过图 16 所示的计算机设备来实现。参见图 16，该计算机设备包括至少一个处理器 1601，通信总线 1602、存储器 1603 以及至少一个通信接口 1604。

处理器 1601 可以是一个通用中央处理器（central processing unit, CPU）、特定应用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC）或一个或多个用于控制本申请方案程序执行的集成电路。

通信总线 1602 可包括一通路，在上述组件之间传送信息。

存储器 1603 可以是只读存储器（read-only memory, ROM）或可存储静态信息和指令的其它类型的静态存储设备，随机存取存储器（random access memory, RAM）或者可存储信息和指令的其它类型的动态存储设备，也可以是电可擦可编程只读存储器（electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM）、只读光盘（compact disc read-only Memory, CD-ROM）或其它光盘存储、光碟存储（包括压缩光碟、激光光束碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等）、磁盘或者其它磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其它介质，但不限于此。存储器 1603 可以是独立存在，通过通信总线 1602 与处理器 1601 相连接。存储器 1603 也可以和处理器 1601 集成在一起。

其中，存储器 1603 用于存储执行本申请方案的程序代码，并由处理器 1601 来控制执行。处理器 1601 用于执行存储器 1603 中存储的程序代码。程序代码中可以包括一个或多个软件模块。图 5 中的仿真平台可以通过处理器 1601 以及存储器 1603 中的程序代码中的一个或多个软件模块，来确定用于开发应用的数据。这一个或多个软件模块可以为图 15 中的任一模块。

通信接口 1604，使用任何收发器一类的装置，用于与其它设备或通信网络通信，如以太网，无线接入网（radio access network, RAN），无线局域网（wireless local area networks, WLAN）等。

在具体实现中，作为一种实施例，计算机设备可以包括多个处理器，例如图 16 中所示的处理器 1601 和处理器 1605。这些处理器中的每一个可以是一个单核（single-CPU）处理器，也可以是一个多核（multi-CPU）处理器。这里的处理器可以指一个或多个设备、电路、和/或用于处理数据（例如计算机程序指令）的处理核。

上述的计算机设备可以是一个通用计算机设备或者是一个专用计算机设备。在具体实现中，计算机设备可以是台式机、便携式电脑、网络服务器、掌上电脑（personal digital assistant, PDA）、移动手机、平板电脑、无线终端设备、通信设备或者嵌入式设备。本申请实施例不限定计算机设备的类型。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意结合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个

计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如：同轴电缆、光纤、数据用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如：红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如：软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如：数字通用光盘（digital versatile disc, DVD））、或者半导体介质（例如：固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

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。

以上所述为本申请提供的实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

- 1.一种获取点云数据的方法，其特征在于，所述方法用于计算设备，所述方法包括：
在车辆处于虚拟空间中第一位置点的情况下，根据所述第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段，所述道路拓扑模型用于指示所述虚拟空间中的道路拓扑；
确定分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据；
根据在所述车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和所述多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据。
- 2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述道路拓扑模型包括多个道路节点、以及所述多个道路节点中的每个道路节点的虚拟物体信息，所述多个道路节点中第一道路节点的虚拟物体信息包括分布在所述第一道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据，所述第一道路节点为所述多个道路节点中的任一个；
所述确定分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，包括：
从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。
- 3.如权利要求2所述的方法，其特征在于，分布在所述第一扫描路段的虚拟物体与所述第一扫描路段的中心线之间的距离在第一距离阈值内。
- 4.如权利要求2或3所述的方法，其特征在于，所述多个虚拟物体中第一虚拟物体的三维模型数据包括所述第一虚拟物体的多个表面点中每个表面点的三维位置信息，所述三维位置信息包括表面点的高度，所述第一虚拟物体为所述多个虚拟物体中任一虚拟物体；
分布在所述第一扫描路段的虚拟物体的三维模型数据中的高度在高度阈值以内。
- 5.如权利要求1至4任一所述的方法，其特征在于，所述多个虚拟物体中第一虚拟物体的三维模型数据包括所述第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，所述第一虚拟物体的包围盒是指包围所述第一虚拟物体的几何体；
所述根据在所述车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和所述多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据，包括：
根据所述第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息、所述车辆的朝向、以及所述第一位置点，从所述激光扫描范围中确定所述激光探测装置发射的激光光束覆盖所述第一虚拟物体的角度范围；
根据所述第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点，将所述相交点的三维位置信息作为所述第一激光光束对应的点云数据，所述第一激光光束为所述角度范围的任一条激光光束。

6.如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一虚拟物体的三维模型数据确定所述第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点,包括:

在所述第一虚拟物体为近距离虚拟物体的情况下,根据所述第一虚拟物体的三维模型数据中各个表面点的三维位置信息,确定所述第一虚拟物体的多个第一面元,每个第一面元是指所述第一虚拟物体的各个表面点中的三个或三个以上的表面点形成的表面,所述近距离虚拟物体与所述第一位置点之间的距离在第二距离阈值之内;

确定所述多个第一面元中与所述第一激光光束相交的第一面元,将所述第一激光光束与所述相交的第一面元之间的交点作为所述第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点。

7.如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一虚拟物体的三维模型数据确定所述第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点,包括:

在所述第一虚拟物体为远距离虚拟物体的情况下,根据所述第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息,确定所述包围盒的多个第二面元,所述远距离虚拟物体与所述第一位置点之间的距离在第二距离阈值和第一距离阈值之间,所述第一距离阈值大于所述第二距离阈值;

确定所述多个第二面元中与所述第一激光光束相交的第二面元,将所述第一激光光束与所述相交的第二面元之间的交点作为所述第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点。

8.如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述根据各个道路节点的虚拟物体信息,确定分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据,包括:

将所述第一扫描路段以所述第一位置点为中心划分为多个扇形区域,得到每个扇形区域的边界信息;

将所述多个扇形区域按照所述激光探测装置的扫描方向顺序排列;

对于排列后的第一个扇形区域,根据所述第一个扇形区域的边界信息,从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于所述第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据;

对于排列后的第 i 个扇形区域,基于所述激光探测装置的扫描速度和所述车辆的移动速度,确定所述激光探测装置从所述第一个扇形区域扫描到所述第 i 个扇形区域的过程中所述车辆的移动位移,所述 i 为大于或等于 2、且小于或等于划分的扇形区域的个数的正整数;

根据所述移动位移,更新所述第 i 个扇形区域的边界信息;

根据更新后的第 i 个扇形区域的边界信息,从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于所述第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。

9.如权利要求 1 至 8 任一所述的方法,其特征在于,所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据包括所述激光探测装置发射的每条激光光束对应的点云数据;

所述确定所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据之后,还包括:

缓存每条激光光束对应的点云数据;

在所述车辆处于虚拟空间中的第二位置点的情况下,根据所述第二位置点和所述道路拓扑模型确定第二扫描路段;

确定分布在所述第二扫描路段的多个虚拟物体;

如果分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体与分布在所述第二扫描路段的多个虚拟物体中存在同一虚拟物体、且所述同一虚拟物体与所述车辆之间的相对距离在所述第一位置点和所述第二位置点时没有变化，则将缓存中投射到所述同一虚拟物体上的激光光束对应的点云数据作为相应激光光束在所述第二位置点处对应的点云数据。

10.一种获取点云数据的装置，其特征在于，所述装置包括：

确定模块，用于：在车辆处于虚拟空间中第一位置点的情况下，根据所述第一位置点和道路拓扑模型确定第一扫描路段，所述道路拓扑模型用于指示所述虚拟空间中的道路拓扑；

确定分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据；

根据在所述车辆上模拟的激光探测装置的激光扫描范围和所述多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据，确定所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据。

11.如权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述道路拓扑模型包括多个道路节点、以及所述多个道路节点中的每个道路节点的虚拟物体信息，所述多个道路节点中第一道路节点的虚拟物体信息包括分布在在所述第一道路节点的各个虚拟物体的三维模型数据，所述第一道路节点为所述多个道路节点中的任一个；

所述确定模块用于：

从各个道路节点的虚拟物体信息中，获取分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体中每个虚拟物体的三维模型数据。

12.如权利要求 10 或 11 所述的装置，其特征在于，所述多个虚拟物体中第一虚拟物体的三维模型数据包括所述第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息，所述第一虚拟物体的包围盒是指包围所述第一虚拟物体的几何体，所述第一虚拟物体为所述多个虚拟物体中任一虚拟物体；

所述确定模块用于：

根据所述第一虚拟物体的包围盒的三维位置信息、所述车辆的朝向、以及所述第一位置点，从所述激光扫描范围中确定所述激光探测装置发射的激光光束覆盖所述第一虚拟物体的角度范围；

根据所述第一虚拟物体的三维模型数据确定第一激光光束在所述第一虚拟物体上的相交点，将所述相交点的三维位置信息作为所述第一激光光束对应的点云数据，所述第一激光光束为所述角度范围的任一条激光光束。

13.如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述确定模块用于：

将所述第一扫描路段以所述第一位置点为中心划分为多个扇形区域，得到每个扇形区域的边界信息；

将所述多个扇形区域按照所述激光探测装置的扫描方向顺序排列；

对于排列后的第一个扇形区域，根据所述第一个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于所述第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据；

对于排列后的第 i 个扇形区域，基于所述激光探测装置的扫描速度和所述车辆的移动速

度，确定所述激光探测装置从所述第一个扇形区域扫描到所述第 i 个扇形区域的过程中所述车辆的移动位移，所述 i 为大于或等于 2、且小于或等于划分的扇形区域的个数的正整数；

根据所述移动位移，更新所述第 i 个扇形区域的边界信息；

根据更新后的第 i 个扇形区域的边界信息，从各个道路节点的虚拟物体位置信息中获取位于所述第一个扇形区域的虚拟物体的三维模型数据。

14.如权利要求 10 至 13 任一所述的装置，其特征在于，所述激光探测装置在所述第一位置点处获取的点云数据包括所述激光探测装置发射的每条激光光束对应的点云数据；

所述装置还包括：

缓存模块，用于缓存每条激光光束对应的点云数据；

所述确定模块，还用于在所述车辆处于虚拟空间中的第二位置点的情况下，根据所述第二位置点和所述道路拓扑模型确定第二扫描路段；确定分布在所述第二扫描路段的多个虚拟物体；如果分布在所述第一扫描路段的多个虚拟物体与分布在所述第二扫描路段的多个虚拟物体中存在同一虚拟物体、且所述同一虚拟物体与所述车辆之间的相对距离在所述第一位置点和所述第二位置点时没有变化，则将缓存中投射到所述同一虚拟物体上的激光光束对应的点云数据作为相应激光光束在所述第二位置点处对应的点云数据。

15.一种计算设备，其特征在于，所述计算设备包括存储器和处理器，所述存储器用于存储计算机指令，所述处理器用于读取所述计算机指令以执行如权利要求 1-9 任一项所述的方法。

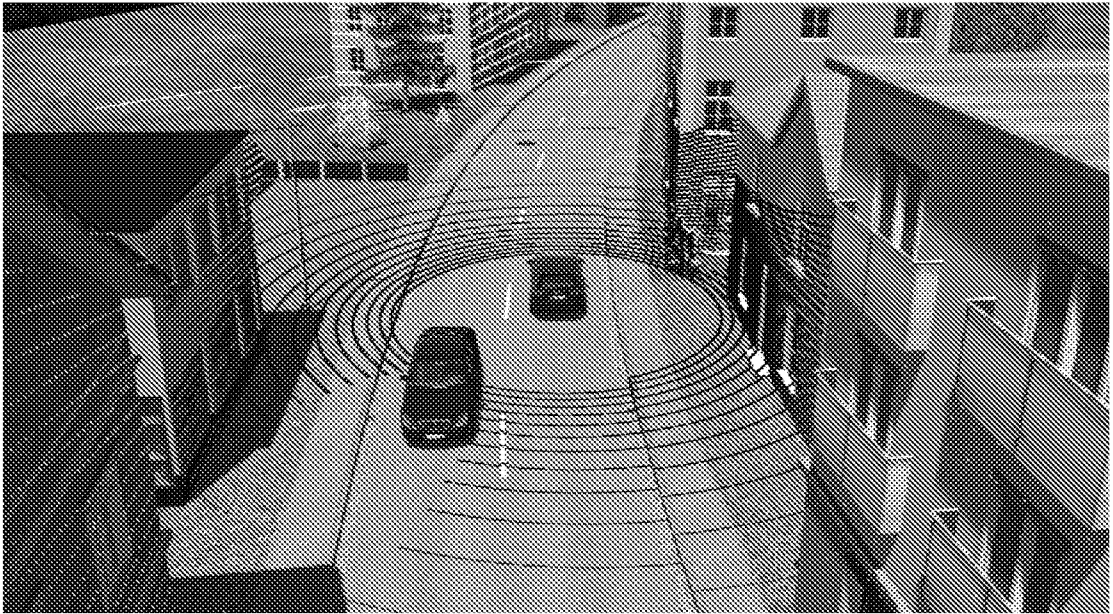


图 1

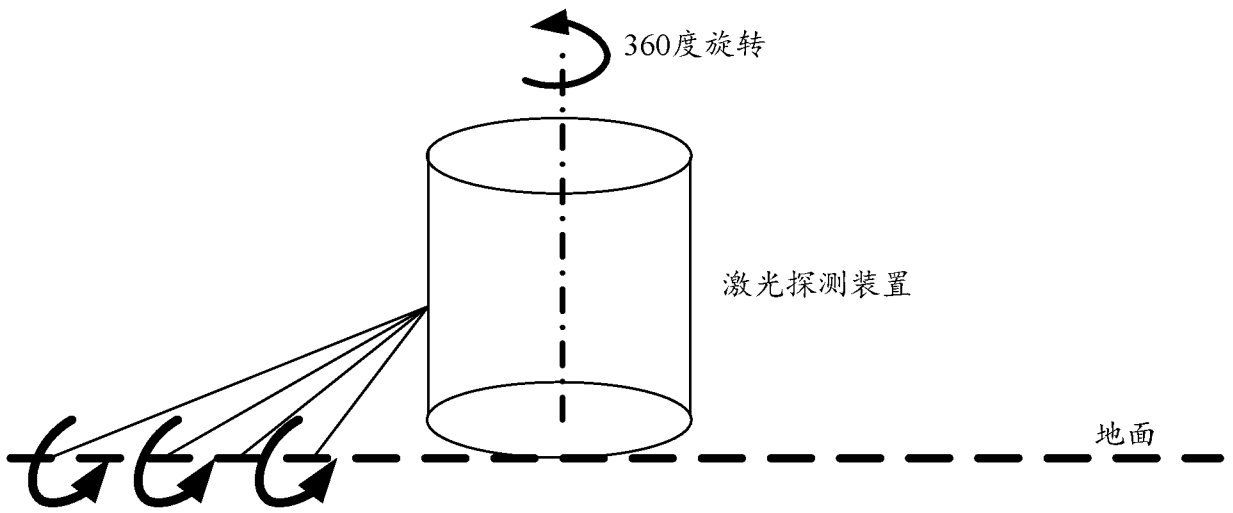


图 2

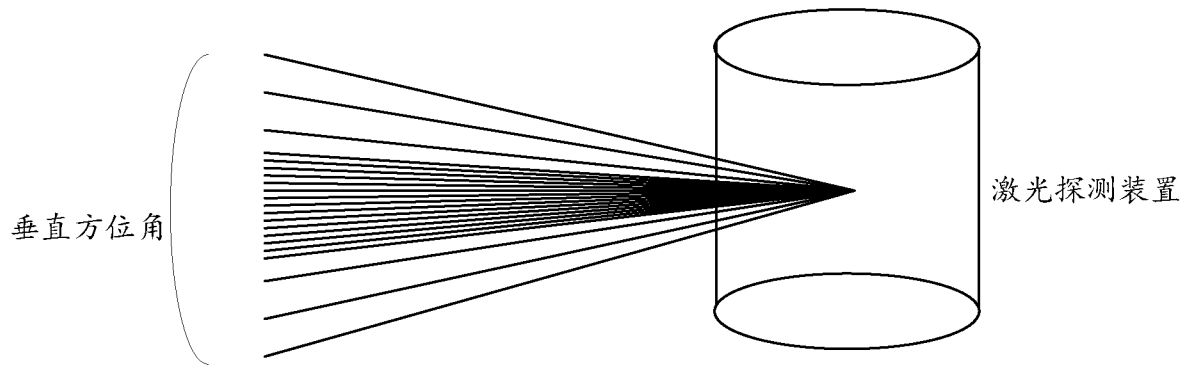


图 3

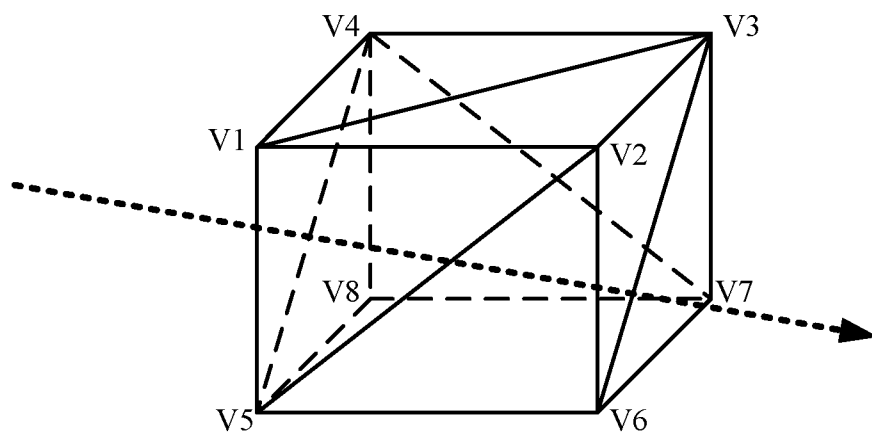


图 4

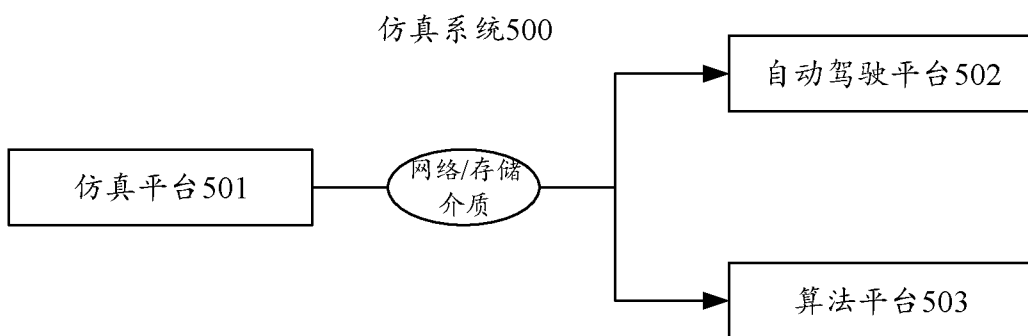


图 5

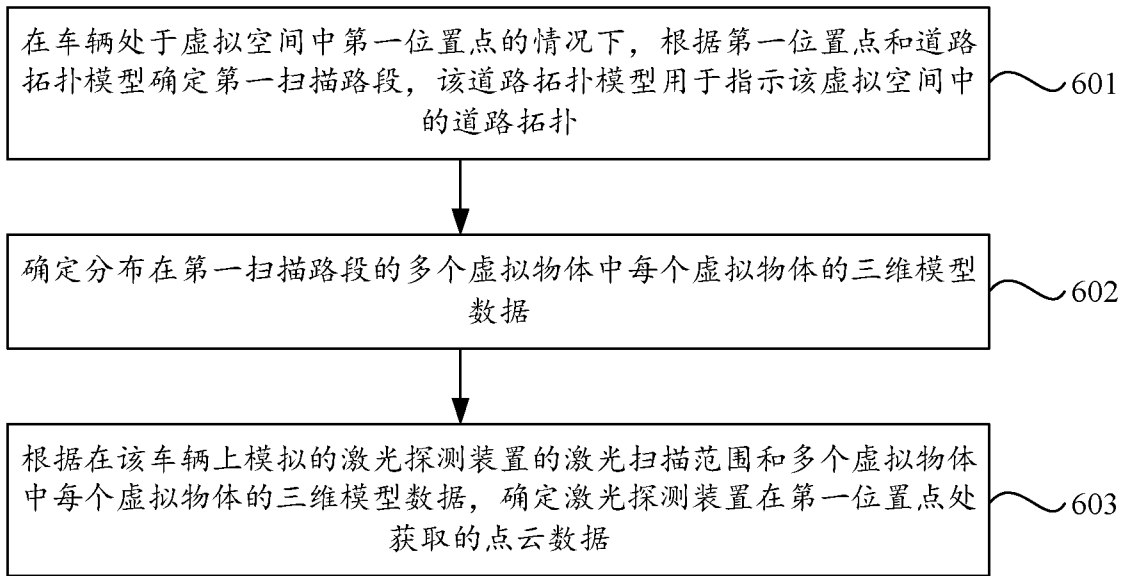


图 6

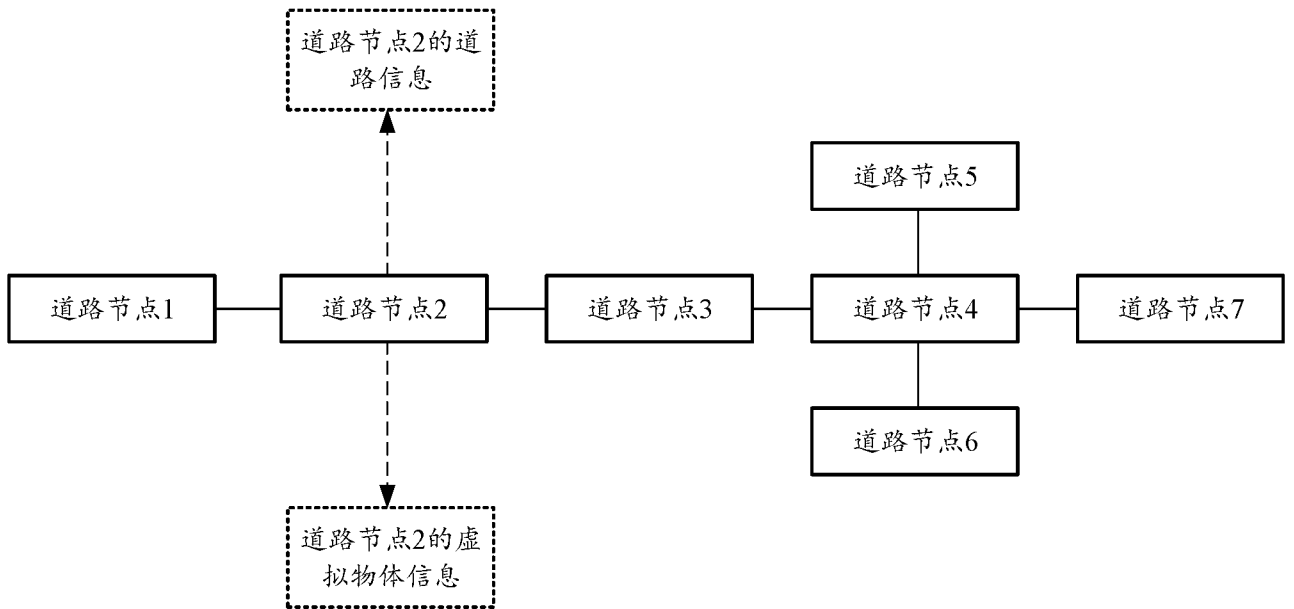


图 7

4/7

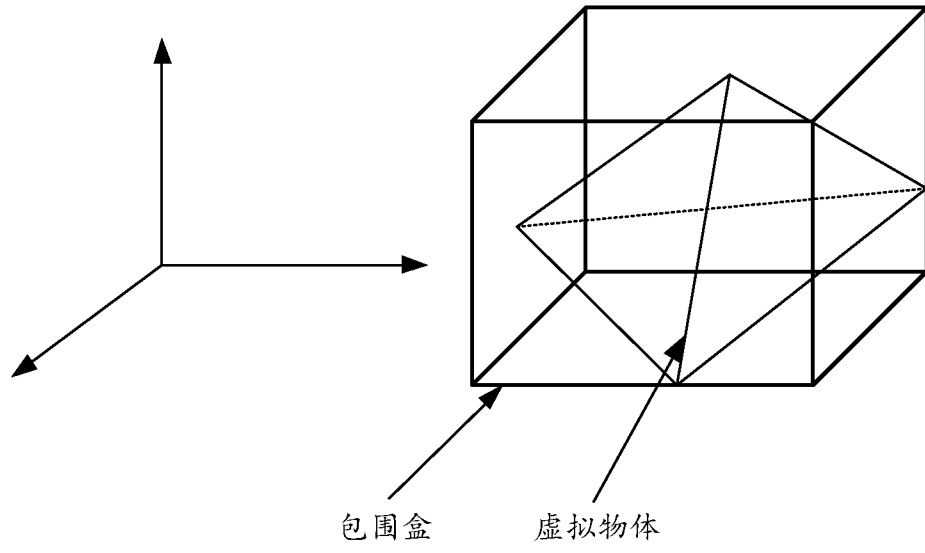


图 8

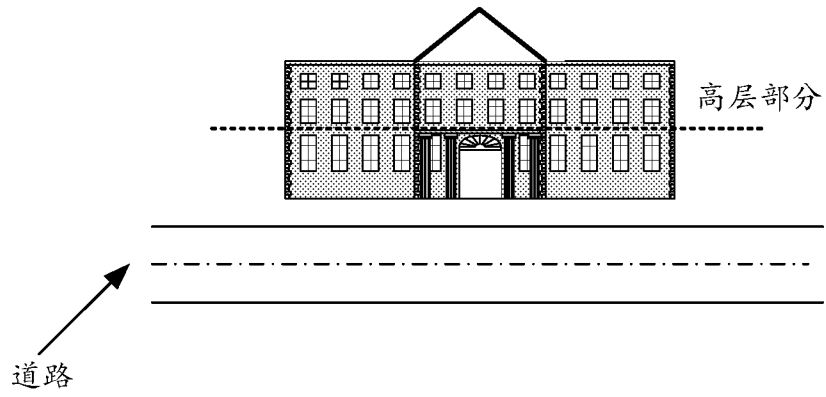


图 9

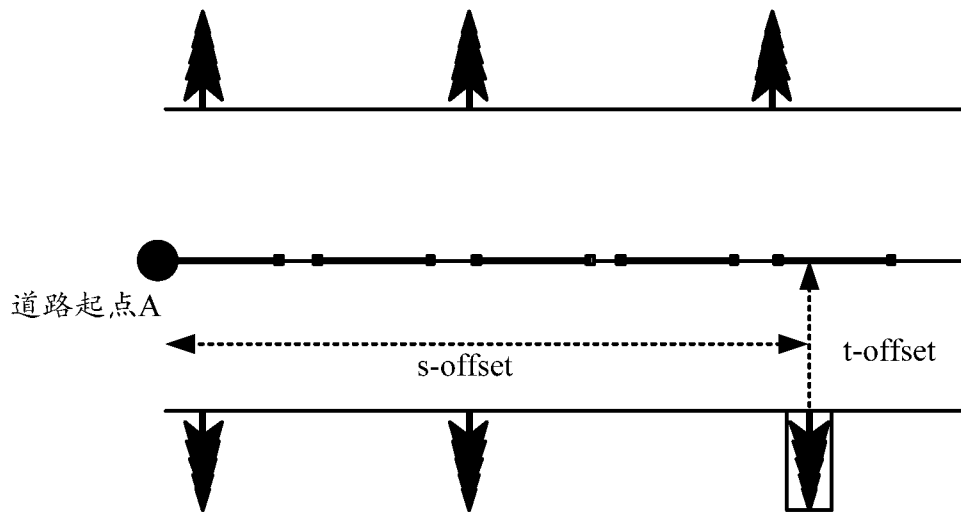


图 10

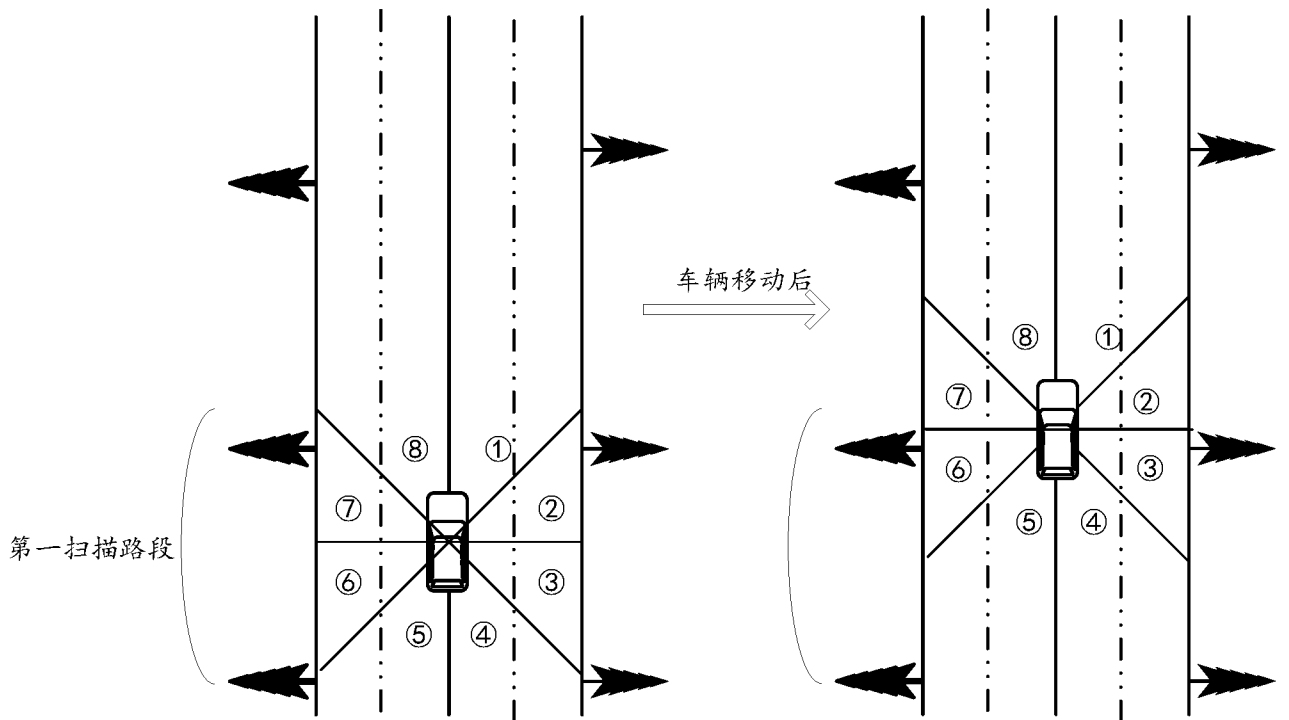


图 11

6/7

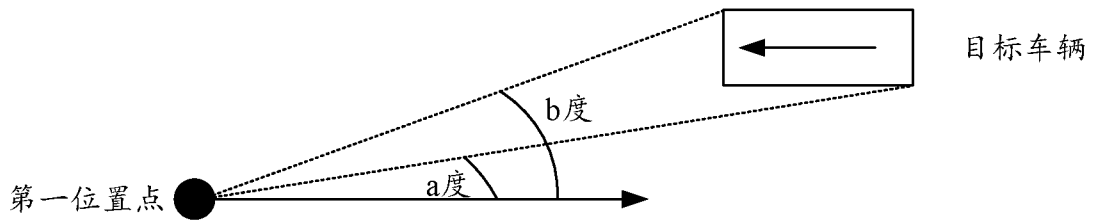


图 12

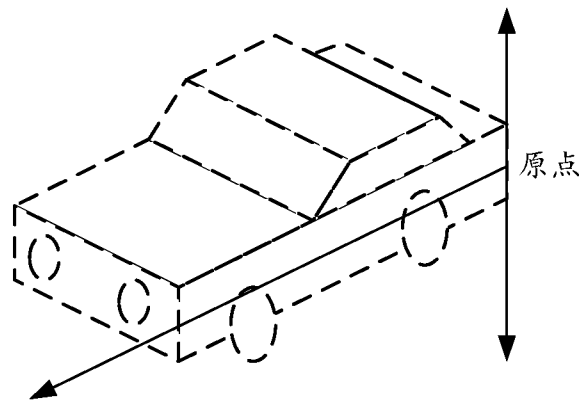
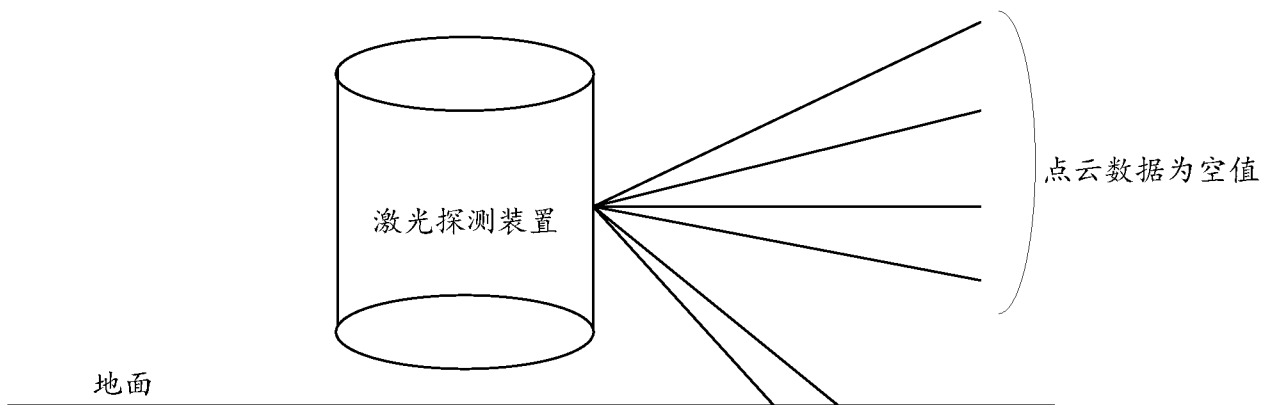


图 13



基于地面反馈的点云数据

图 14

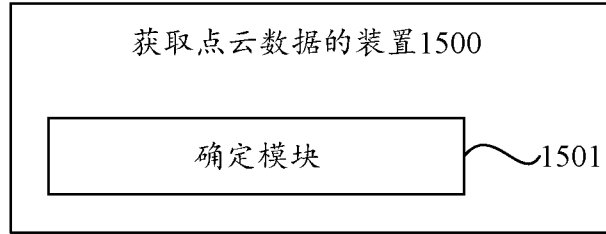


图 15

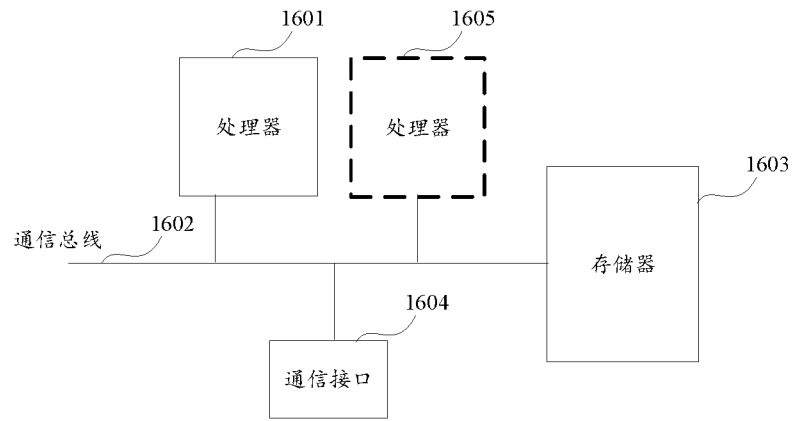


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/077748

| | | |
|---|---|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T 17/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) DWPI, CNTXT, CNABS, CNKI, SIPOABS: 环境, 车, 自动, 驾驶, 测试, 交通工具, 点云, 虚拟, 三维, 3D, virtual, automatic, drive, car, vehicle, point cloud, test, environment | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| PX | CN 111275816 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 12 June 2020 (2020-06-12) entire document | 1-15 |
| A | CN 109839922 A (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 04 June 2019 (2019-06-04) entire document | 1-15 |
| A | CN 110779730 A (ZHEJIANG LEAPMOTOR TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 February 2020 (2020-02-11) entire document | 1-15 |
| A | US 2019302259 A1 (MATHWORKS INC.) 03 October 2019 (2019-10-03) entire document | 1-15 |
| A | US 2019347850 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS INC.) 14 November 2019 (2019-11-14) entire document | 1-15 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 11 May 2021 | | Date of mailing of the international search report 20 May 2021 |
| Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451 | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/077748

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| CN | 111275816 | A | 12 June 2020 | None | |
| CN | 109839922 | A | 04 June 2019 | CN 109839922 | B 10 November 2020 |
| CN | 110779730 | A | 11 February 2020 | None | |
| US | 2019302259 | A1 | 03 October 2019 | EP 3547063 A1 | 02 October 2019 |
| | | | | US 10877152 | B2 29 December 2020 |
| US | 2019347850 | A1 | 14 November 2019 | None | |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/077748

| <p>A. 主题的分类</p> <p>G06T 17/00 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|-----|-------------------|---------|----|---|------|---|--|------|---|---|------|---|--|------|---|--|------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G06T</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>DWPI, CNTXT, CNABS, CNKI, SIPOABS:环境, 车, 自动, 驾驶, 测试, 交通工具, 点云, 虚拟, 三维, 3D, virtual, automatic, drive, car, vehicle, point cloud, test, environment</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111275816 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109839922 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 6月 4日 (2019 - 06 - 04) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110779730 A (浙江零跑科技有限公司) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019302259 A1 (MATHWORKS INC) 2019年 10月 3日 (2019 - 10 - 03) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019347850 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS INC) 2019年 11月 14日 (2019 - 11 - 14) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table> | | | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 111275816 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 全文 | 1-15 | A | CN 109839922 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 6月 4日 (2019 - 06 - 04) 全文 | 1-15 | A | CN 110779730 A (浙江零跑科技有限公司) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 全文 | 1-15 | A | US 2019302259 A1 (MATHWORKS INC) 2019年 10月 3日 (2019 - 10 - 03) 全文 | 1-15 | A | US 2019347850 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS INC) 2019年 11月 14日 (2019 - 11 - 14) 全文 | 1-15 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 111275816 A (华为技术有限公司) 2020年 6月 12日 (2020 - 06 - 12) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 109839922 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2019年 6月 4日 (2019 - 06 - 04) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 110779730 A (浙江零跑科技有限公司) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | US 2019302259 A1 (MATHWORKS INC) 2019年 10月 3日 (2019 - 10 - 03) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | US 2019347850 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE SYSTEMS INC) 2019年 11月 14日 (2019 - 11 - 14) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 5月 11日</p> | | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 5月 20日</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p> | | <p>受权官员</p> <p>王丹</p> <p>电话号码 62412062</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/077748

| 检索报告引用的专利文件 | | | 公布日 (年/月/日) | 同族专利 | | | 公布日 (年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|-----------|----|----------------|
| CN | 111275816 | A | 2020年 6月 12日 | 无 | | | |
| CN | 109839922 | A | 2019年 6月 4日 | CN | 109839922 | B | 2020年 11月 10日 |
| CN | 110779730 | A | 2020年 2月 11日 | 无 | | | |
| US | 2019302259 | A1 | 2019年 10月 3日 | EP | 3547063 | A1 | 2019年 10月 2日 |
| | | | | US | 10877152 | B2 | 2020年 12月 29日 |
| US | 2019347850 | A1 | 2019年 11月 14日 | 无 | | | |