

(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



(10) 国际公布号

WO 2022/016942 A1

(43) 国际公布日

2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)

(51) 国际专利分类号:

G01S 17/58 (2006.01) G01S 7/481 (2006.01)

G01S 17/42 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/090540

(22) 国际申请日: 2021 年 4 月 28 日 (28.04.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202010712662.7 2020 年 7 月 22 日 (22.07.2020) CN

(71) 申请人: 商汤集团有限公司 (SENSETIME GROUP LIMITED) [CN/CN]; 中国香港特别行政区新界沙田香港科学园科技大道西一号核心大楼第二座 2 楼 226-230 室, Hong Kong 999077 (CN)。

(72) 发明人: 王哲 (WANG, Zhe); 中国香港特别行政区新界沙田香港科学园科技大道西一号核心大楼第二座 2 楼 226-230 室, Hong Kong 999077 (CN)。周辉 (ZHOU, Hui); 中国香港特别行政区新界沙

田香港科学园科技大道西一号核心大楼第二座 2 楼 226-230 室, Hong Kong 999077 (CN)。石建萍 (SHI, Jianping); 中国香港特别行政区新界沙田香港科学园科技大道西一号核心大楼第二座 2 楼 226-230 室, Hong Kong 999077 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (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, 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,

(54) Title: TARGET DETECTION METHOD AND APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质

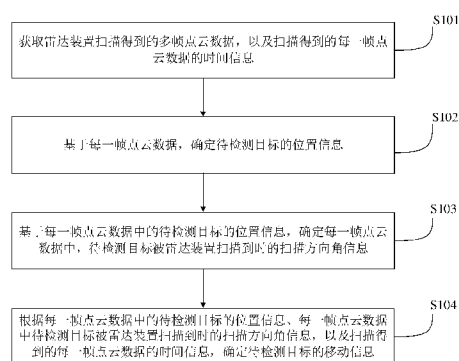


图 1

S101 Acquire multiple frames of point cloud data obtained by scanning by means of a radar apparatus, and time information of each frame of point cloud data obtained by scanning
S102 Determine, on the basis of each frame of point cloud data, position information of a target to be detected
S103 On the basis of the position information of said target in each frame of point cloud data, determine scanning direction angle information in each frame of point cloud data when said target is scanned by the radar apparatus
S104 Determine movement information of said target according to the position information of said target in each frame of point cloud data, the scanning direction angle information in each frame of point cloud data when said target is scanned by the radar apparatus, and the time information of each frame of point cloud data obtained by scanning

(57) Abstract: A target detection method and apparatus, an electronic device, and a storage medium. The method comprises: acquiring multiple frames of point cloud data obtained by scanning by means of a radar apparatus, and time information of each frame of point cloud data, which information is obtained by scanning (S101); determining, on the basis of each frame of point cloud data, position information of a target to be detected (S102); on the basis of the position information of said target in each frame of point cloud data, determining scanning direction angle information in each frame of point cloud data when said target is scanned by the radar apparatus (S103); and determining movement information of said target according to the position information of said target in each frame of point cloud data, the scanning direction angle information in each frame of point cloud data when said target is scanned by the radar apparatus, and the time information of each frame of point cloud data obtained by scanning (S104). In the method, movement information of a target is determined by means of combining time information of each frame of point cloud data obtained by scanning with relevant information of a target to be detected in each frame of point cloud data, and the accuracy is relatively high.

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))。

(57) 摘要: 一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质, 其中, 该方法包括: 获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据, 以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息(S101); 基于每一帧点云数据, 确定待检测目标的位置信息(S102); 基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息, 确定每一帧点云数据中, 待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息(S103); 根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息, 以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息, 确定待检测目标的移动信息(S104)。该方法结合扫描得到的每一帧点云数据的时间信息、以及每一帧点云数据中待检测目标的相关信息确定目标的移动信息, 准确度较高。

一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202010712662.7、申请日为 2020 年 07 月 22 日，申请名称为“一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质”的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此以引入方式结合在本申请中。

技术领域

本公开涉及数据处理技术领域，具体而言，涉及一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质。

背景技术

目前，在汽车自动驾驶系统（Motor Vehicle Auto Driving System, MVADS）或智能车路协同系统（Intelligent Vehicle Infrastructure Cooperative Systems, IVICS）中，基于激光雷达的目标检测已经越来越重要。其中，激光雷达是将发射的激光束通过旋转扫描发射形成扫描截面，从而获取得到点云数据。

在检测目标的移动信息时，即可以基于各帧点云数据中扫描到目标的扫描时间戳来确定。相关技术中通常会将点云数据的时间戳作为扫描到目标的扫描时间戳。这里，通常可以选取点云扫描的结束时间作为点云数据的时间戳，还可以选取点云扫描的开始时间和结束时间之间的中间时刻作为点云数据的时间戳。

然而，不管是上述哪种方式确定点云数据的时间戳，目标被扫描到的时间与该时间戳实质上并不相同。因此，若仍采用上述目标检测方案来确定目标的移动信息，将导致检测准确度较低。

发明内容

本公开实施例至少提供一种目标检测方案，结合扫描得到的每一帧点云数据的时间信息、以及每一帧点云数据中待检测目标的相关信息确定目标的移动信息，准确度较高。

第一方面，本公开实施例提供了一种目标检测方法，所述方法包括：

获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；

基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；

基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，所述待检测目标被所述雷达装置扫描到的扫描方向角信息；

根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定所述待检测目标的移动信息。

上述目标检测方法，基于每一帧点云数据中待检测目标的位置信息可以确定在雷达装置扫描的过程中待检测目标的移动轨迹点，以各个移动轨迹点之间的相关偏移信息为基准即可确定较为准确的扫描方向角信息，再结合每帧点云数据的时间信息，即可得到更为准确的待检测目标的移动信息（如移动速度信息）。

第二方面，本公开实施例还提供了一种目标检测装置，所述装置包括：

信息获取模块，配置为获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；

位置确定模块，配置为基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；

方向角确定模块，配置为基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息；

目标检测模块，配置为根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定所述待检测目标的移动信息。

第三方面，本公开实施例还提供了一种电子设备，包括：处理器、存储器和总线，所述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令，当电子设备运行时，所述处理器与所述存储器之间通过总线通信，所述机器可读指令被所述处理器执行时执行如第一方面及其各种实施方式任一所述的目标检测方法的步骤。

第四方面，本公开实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时执行如第一方面及其各种实施方式任一所述的目标检测方法的步骤。

关于上述目标检测装置、电子设备、及计算机可读存储介质的效果描述参见上述目标检测方法的说明，这里不再赘述。

为使本公开的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举较佳实施例，并配合所附图，作详细说明如下。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，此处的附图被并入说明书中并构成本说明书中的一部分，这些附图示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于说明本公开的技术方案。应当理解，以下附图仅示出了本公开的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

图 1 示出了本公开实施例一所提供的一种目标检测方法的流程图；

图 2 示出了本公开实施例一所提供的一种目标检测方法的应用示意图；

图 3 (a) 示出了本公开实施例一所提供的一种编码前栅格矩阵的示意图；

图 3 (b) 示出了本公开实施例一所提供的一种稀疏矩阵的示意图；

图 3 (c) 示出了本公开实施例一所提供的一种编码后栅格矩阵的示意图；

图 4 (a) 示出了本公开实施例一所提供的一种左移后的栅格矩阵的示意图；

图 4 (b) 示出了本公开实施例一所提供的一种逻辑或运算的示意图；

图 5 (a) 示出了本公开实施例一所提供的一种第一取反操作后的栅格矩阵的示意图；

图 5 (b) 示出了本公开实施例一所提供的一种卷积运算后的栅格矩阵的示意图；

图 6 示出了本公开实施例二所提供的一种目标检测装置的示意图；

图 7 示出了本公开实施例三所提供的一种电子设备的示意图。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本公开实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本公开的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本公开的范围，而是仅仅表示本公开的选定实施例。基于本公开的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

经研究发现，在检测目标的移动信息时，可以基于各帧点云数据中扫描到目标的扫描时间戳来确定。相关技术中通常会将点云数据的时间戳作为扫描到目标的扫描时间戳。然而，基于激光雷达的成像原理可知，目标被扫描到的时间与点云数据的时间戳实质上并不相同。若仍采用上述目标检测方案来确定目标的移动信息，将导致检测的准确度较低。

基于上述研究，本公开提供了至少一种目标检测方案，结合扫描得到的每一帧点云数据的时间信息、以及每一帧点云数据中待检测目标的相关信息确定目标的移动信息，准确度较高。

针对以上方案所存在的缺陷，均是发明人在经过实践并仔细研究后得出的结果，因此，上述问题的发现过程以及下文中本公开针对上述问题所提出的解决方案，都应该是发明人在本公开过程中对本公开做出的贡献。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

为便于对本实施例进行理解，首先对本公开实施例所公开的一种目标检测方法进行详细介绍，本公开实施例所提供的目标检测方法的执行主体一般为具有一定计算能力的电子设备，该电子设备例如包括：终端设备或服务器或其它处理设备，终端设备可以为用户设备（User Equipment, UE）、移动设备、用户终端、终端、蜂窝电话、无绳电话、个人数字处理（Personal Digital Assistant, PDA）、手持设备、计算设备、车载设备、可穿戴设备等。在一些可能的实现方式中，该目标检测方法可以通过处理器调用存储器中存储的计算机可读指令的方式来实现。

下面以执行主体为终端设备为例对本公开实施例提供的目标检测方法加以说明。

参见图 1 所示，为本公开实施例提供的目标检测方法的流程图，方法包括步骤 S101~S104，其中：

S101、获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；

S102、基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；

S103、基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息；

S104、根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定待检测目标的移动信息。

这里，为了便于理解本公开实施例提供的目标检测方法，首先对该目标检测方法的技术场景进行简单说明。本公开实施例所提供的目标检测方法可以适用于雷达装置，以旋转式扫描雷达为例，该旋转式扫描雷达在水平方向旋转扫描时可以获取周边环境内有关目标的点云数据。在进行旋转扫描的过程中，激光雷达可以采用多线扫描方式，即发射使用多个激光管顺序发射，结构为多个激光管纵向排列，即在水平方向旋转扫描的过程中，进行垂直方向的多层扫描。每个激光管之间有一定的夹角，垂直发射视场可以在 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，这样，在激光雷达设备每旋转一个扫描角度可以获得多个激光管发射激光所返回的一个数据包，将各个扫描角度获取的数据包进行拼接即可得到点云数据。

基于上述激光雷达的扫描原理可知，目标被激光雷达扫描到的时刻并不相同。如果直接将点云数据的时间戳认为是所有目标共有的时间戳，将会对目标的时间戳引入了一个大小为 T 的噪声， T 为该帧点云扫描的耗时，这将导致所确定的移动目标的准确性较差。

正是为了解决这一问题，本公开实施例才提供了一种结合扫描得到的每一帧点云数据的时间信息、以及每一帧点云数据中待检测目标的相关信息来确定目标的移动信息的方案。

本公开实施例中的一帧点云数据可以是将一个旋转周期（对应 360° 旋转角度）所扫描得到的多个数据包进行拼接得到的各个点云点的数据集合，还可以是将半个旋转周期（对应 180° 旋转角度）所扫描得到的数据包进行拼接得到的各个点云点的数据集合，还可以是将四分之一旋转周期（对应 90° 旋转角度）所扫描得到的数据包进行拼接得到的各个点云点的数据集合。

这样，在基于每一帧点云数据确定待检测目标的位置信息之后，即可以基于该位置信息确定每一帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息。基于这一偏移角度信息、以及扫描一帧点云数据所需的时间信息可以确定每一帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息，再结合每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，即可以确定待检测目标的移动信息。

其中，上述待检测目标对应的扫描方向角信息可以指示的是待检测目标偏移所定义的正向 X 轴的偏移角度，例如，扫描雷达正对待检测目标开始扫描，这时，可以以雷达装置的位置为原点，以指向待检测目标的方向为正向 X 轴，这时待检测目标的扫描方向角是零度。若待检测目标偏移正向 X 轴 15° ，对应的扫描方向角即是 15° 度。

在具体应用中，可以基于待检测目标的位置信息确定对应的扫描方向角信息。这里，以上述定义的正向 X 轴为零度的方向，基于三角余弦关系，可以将坐标信息对应转化为对应的扫描方向角信息。

本公开实施例中，考虑到每一帧点云数据可以是基于四分之一、半个、或一个旋转周期等选取方式采集得到的，就不同选取方式所采集的一帧点云数据而言，其扫描起止角度信息一定程度上会对一帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息产生影响进而对移动信息的确定产生影响，因而，针对不同的选取方式可以采用不同的扫描起止角度信息确定方法。

若本公开实施例采用的是一个旋转周期的选取方式，可以是以正向 X 轴为扫描起始角度，这样一个旋转周期所对应的扫描终止角度即为 360° ，有关扫描起止角度信息可以直接确定或者利用雷

达装置的驱动器的记录结果来确定；若本公开实施例采用的是半个或四分之一一个旋转周期的选取方式，这时需要确定每一帧点云数据所对应的扫描起止角度信息，该扫描起止角度信息中的扫描起始角度和扫描终止角度可以是相对正向 X 轴的偏移角度，有关扫描起止角度信息可以利用雷达装置的驱动器的记录结果来确定。

5 本公开实施例中，在扫描得到的每一帧点云数据的时间信息包括每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息的情况下，即可以根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定待检测目标的移动信息。

10 其中，扫描起止时间信息包括开始扫描一帧点云数据时的扫描起始时间信息和结束一帧点云数据扫描时的扫描终止时间信息，扫描起止角度信息包括扫描起始角度信息和扫描终止角度信息，扫描起始时间信息和扫描起始角度信息可以与开始扫描一帧点云数据时的扫描起始位置相对应，扫描终止时间信息和扫描终止角度信息可以与结束扫描一帧点云数据时的扫描终止位置相对应。

15 在确定扫描方向角信息、扫描起止时间信息和扫描起止角度信息的情况下，即可以以扫描起止信息为基准，确定待检测目标的移动信息处于那种状态下可以使得该待检测目标处于上述扫描方向角所在扫描位置，从而可以确定出待检测目标的移动信息。

本公开实施例中的移动信息可以是移动速度信息，本公开实施例可以按照如下步骤确定上述移动速度信息：

20 步骤一、针对每一帧点云数据，基于该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息；

步骤二、基于待检测目标在多帧点云数据中的坐标信息，确定待检测目标的位移信息；

步骤三、基于多帧点云数据中的待检测目标分别被扫描到时的扫描时间信息，以及待检测目标的位移信息，确定待检测目标的移动速度信息。

25 这里，本公开实施例提供的目标检测方法针对每一帧点云数据均可以确定出待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描时间信息，这样，基于上述扫描时间信息可以确定两帧点云数据所对应待检测目标的扫描时间差信息。在确定待检测目标的位移信息的情况下，可以利用速度计算方法将位移信息和上述扫描时间差信息进行比值运算，从而得到待检测目标的移动速度信息。其中，待检测目标的移动速度信息包括待检测目标的移动的速度和/或移动的加速度。

30 其中，在确定待检测目标的位移信息的过程中，首先可以基于待检测目标在多帧点云数据中的每一帧点云数据的位置信息，确定两帧点云数据中待检测目标的位置偏移量，将该位置偏移量映射到实际场景中，可以确定待检测目标的位移信息。

另外，针对每一帧点云数据，可以基于待检测目标被该帧点云数据扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息。

35 其中，上述扫描起止时间信息和扫描起止角度信息可以通过雷达装置内置的驱动器记录的。理论上而言，雷达装置具有额定的工作频率，常见的工作频率为 10 赫兹（HZ），这样，1 秒钟可以输出 10 帧点云数据。针对每一帧点云数据，其扫描终止时间与扫描起始时间之间的时间差可以是 100 毫秒，对于 360° 环扫雷达装置而言，其一帧点云数据的起始角度和终止角度一般是重合的，也即，其扫描终止角度与扫描起始角度之间的角度差可以是 360°。

40 然而，雷达装置在实际运行的过程中可能由于存在机械磨损、外部阻力、数据丢失等原因，将导致上述时间差小于 100 毫秒，角度差小于 360°。为了确保本公开实施例所确定的扫描时间信息的准确性，本公开实施例才采用雷达装置内置的驱动器来实时记录上述扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，也即，本公开实施例所采用的可以是实际测量值，例如，时间差有 99 毫秒，角度差有 359°。

45 这样，基于上述有关扫描起止信息的实际测量值，以及待检测目标对应的扫描方向角信息可以得到更为准确的扫描时间信息。在每一帧点云数据中，待检测目标被扫描到时的扫描时间信息的确定过程可以通过如下步骤实现：

50 步骤一、针对每一帧点云数据，基于该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描起始角度信息，确定待检测目标的方向角与扫描起始角度之间的第一角度差；以及，基于该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描终止角度信息、以及扫描起始角度信息，确定扫描终止角度与扫描起始角度之间的第二角度差；以及，基

于该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中结束该帧点云数据扫描时的扫描终止时间信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中开始扫描该帧点云数据时的扫描起始时间信息，确定扫描终止时间信息与扫描起始时间信息之间的时间差；

步骤二、基于第一角度差、第二角度差、时间差、以及扫描起始时间信息，确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息。

这里，在确定待检测目标对应的扫描时间信息时，可以在确定扫描起始时间信息的前提下，确定从扫描起始时间到扫描到待检测目标时所经过的扫描时长，这里的扫描时长可以是基于时间差、以及第一角度差与第二角度差之间的比值运算所确定的角度差占比来确定，这样，即可以在扫描起始时间的基础上，计算出经过确定的上述扫描时长后，得到的待检测目标的扫描时间信息。

这里，考虑到雷达装置的扫描过程可以是匀速的，这样，扫描过的角度可以占据完整一圈（对应扫描终止角度和扫描起始角度之间的角度差）的一定比例。在确定一个扫描位置存在待检测目标时，即可以利用这一比例关系确定待检测目标所对应的扫描时间信息。

为了便于理解上述扫描时间信息的确定过程，可以结合图 2 进行具体说明。

如图 2 所示，雷达装置从 (t_1, a_1) 所对应的扫描起始位置开始扫描，这里以顺时针方向进行扫描，扫描到 (t_3, a_3) 所对应的待检测目标位置后，继续按顺时针方向进行扫描，直至扫描到 (t_2, a_2) 所对应的扫描终止位置结束扫描。其中，上述 t_3 、 t_2 和 t_1 分别用于表示待检测目标对应的扫描时间信息、扫描终止时间信息和扫描起始时间信息； a_3 、 a_2 和 a_1 分别用于表示待检测目标对应的扫描方向角信息、扫描终止角度信息和扫描起始角度信息。

需要说明的是，本公开实施例所提供的目标检测方法在确定扫描时间信息之前，需要从点云数据中感知出待检测目标。例如，针对实时采集的点云数据，可以基于点云特征描述向量在里面寻找与目标点云相似度最高的点云块，据此来确定待检测目标。一般来说可以采用三维（3-Dimensional）框，二维（2-Dimensional）框，多边形等表示方法，具体的表示方法与采用的具体感知方法有关，在此不做具体的限制。

无论是按照哪种方法确定的待检测目标，可以将它的几何中心被激光扫描到的时间作为该待检测目标的时间戳（对应扫描时间信息）。这里，可以将待检测目标抽象为激光雷达坐标系下的一个几何质点。

如果前置感知算法给出的是 3D 框，可以采用 3D 框的中心点作为几何中心，如果前置感知算法给出的是俯视图上的 2D 框，可以采用 2D 框的中心点作为几何中心（如图 2 所示），如果前置算法给出的是俯视图上的多边形，可以采用多边形结点的平均坐标作为几何中心。这样，基于待检测目标的几何中心，可以确定出该几何中心点与激光雷达坐标系的原点之间的连线相对于正向 X 轴的偏移角度，即确定出对应待检测目标的扫描方向角信息 a_3 。

由图 2 可知的是， $a_2 - a_1$ 不足 360° ，也即，这里采用的是实际测量角度差。这样，雷达装置扫描过的角度将占据整个扫描总角度的一定比例，可以通过如下等式（1）来描述：

$$\frac{a_3 - a_1}{a_2 - a_1} = \frac{t_3 - t_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

其中， $a_3 - a_1$ 用于表示待检测目标的方向角与扫描起始角度之间的第一角度差； $a_2 - a_1$ 用于表示扫描终止角度与扫描起始角度之间的第二角度差， $t_2 - t_1$ 用于表示扫描终止时间信息与扫描起始时间信息之间的时间差。

由上式可知，在雷达装置扫描到待检测目标的情况下，其扫描过的角度占据总角度的比例，与扫描所经时长占据总时长的比例相一致。这样，将上述公式转化为有关 t_3 的如下表达式（2），即：

$$t_3 = \frac{a_3 - a_1}{a_2 - a_1} \cdot (t_2 - t_1) + t_1 \quad (2)$$

可见，本公开实施例提供的目标检测方法可以基于第一角度差、第二角度差、时间差以及扫描起始时间信息来确定待检测目标被扫描到时的扫描时间信息。

在确定待检测目标对应的扫描时间信息时，首先可以基于第一角度差和第二角度差之间的比值运算，确定待检测目标所对应的角度差占比，然后可以将角度差占比和时间差进行乘积运算，得到从扫描起始时间到扫描到待检测目标时所经过的扫描时长，最后将该扫描时长与扫描起始时间信息进行求和，即可得到对应的扫描时间信息。

按照上述方法确定出扫描时间信息之后，进而确定出待检测目标的移动速度信息。

考虑到待检测目标的位置信息对待检测目标的移动信息的确定的关键作用，接下来可以进行详细说明。

本公开实施例提供的目标检测方法中，可以按照如下步骤确定待检测目标的位置信息：

步骤一、对每一帧点云数据进行栅格化处理，得到栅格矩阵；栅格矩阵中每个元素的值用于表征对应的栅格处是否存在点云点；

步骤二、根据栅格矩阵以及待检测目标的尺寸信息，生成与待检测目标对应的稀疏矩阵；

步骤三、基于生成的稀疏矩阵，确定待检测目标的位置信息。

5 本公开实施例中，针对每一帧点云数据，首先可以进行栅格化处理，而后可以对栅格化处理得到的栅格矩阵进行稀疏处理，以生成稀疏矩阵。这里的栅格化处理的过程可以指的是将空间分布的包含各个点云点的点云数据映射到设定的栅格内，并基于栅格所对应的点云点进行栅格编码（对应零一矩阵）的过程，稀疏处理的过程可以是基于目标场景中的待检测目标的尺寸信息对上述零一矩阵进行膨胀处理操作（对应增多零一矩阵中指示为 1 的元素的处理结果）或者腐蚀处理操作（对应减少零一矩阵中指示为 1 的元素的处理结果）的过程。接下来对上述栅格化处理的过程以及稀疏处理的过程进行更进一步的描述。

其中，上述栅格化处理的过程中，可以是将分布在笛卡尔连续实数坐标系的点云点转换到栅格化的离散坐标系。

15 为了便于理解上述栅格化的处理过程，接下来可以结合一个示例进行具体说明。本公开实施例具有点 A (0.32m,0.48m)、点 B (0.6m,0.4801m) 和点 C(2.1m,3.2m) 等点云点，以 1m 为栅格宽度做栅格化，(0m,0m) 到 (1m,1m) 的范围对应第一个栅格，(0m,1m) 到 (1m,2m) 的范围对应第二个栅格，以此类推。栅格化后的 A'(0,0)，B'(0,0) 均在第一行第一列的栅格里，C'(2,3) 可以在第二行第三列的栅格里，从而实现了笛卡尔连续实数坐标系到离散坐标系的转换。其中，有关点云点的坐标信息可以是参照基准点（例如采集点云数据的雷达设备所在位置）确定的，这里不做赘述。

20 本公开实施例中可以进行二维栅格化，也可以进行三维栅格化，三维栅格化相对于在二维栅格化的基础上增加了高度信息。接下来可以以二维栅格化为例进行具体描述。

针对二维栅格化而言，可以将有限空间划分为 $N \times M$ 的栅格，一般是等间隔划分，间隔大小可配置。此时可以使用零一矩阵（即上述栅格矩阵）编码栅格化后的点云数据，每一个栅格可以使用一个唯一的行号和列号组成的坐标表示，如果该栅格中存在一个及以上点云点，则将该栅格编码为 1，25 否则为 0，从而可以得到编码后的零一矩阵。

在按照上述方法确定栅格矩阵之后，即可以根据待检测目标的尺寸信息，对上述栅格矩阵中的元素进行稀疏处理操作，以生成对应的稀疏矩阵。

其中，有关待检测目标的尺寸信息可以是预先获取的，这里，可以结合点云数据所同步采集的图像数据来确定待检测目标的尺寸信息，还可以是基于本公开实施例所提供的目标检测方法的具体30 应用场景来粗略估计上述待检测目标的尺寸信息。例如，针对自动驾驶领域，车辆前方的物体可以是车辆，可以确定其通用的尺寸信息为 $4m \times 4m$ 。除此之外，本公开实施例还可以基于其它方式确定待检测目标的尺寸信息，本公开实施例对此不做具体的限制。

本公开实施例中，有关稀疏处理操作可以是对栅格矩阵中的目标元素（即表征对应的栅格处存在点云点的元素）进行至少一次膨胀处理操作，这里的膨胀处理操作可以是在栅格矩阵的坐标范围35 大小小于目标场景中的待检测目标的尺寸大小的情况下进行的，也即，通过一次或多次膨胀处理操作，可以对表征对应的栅格处存在点云点的元素范围进行逐级扩大，以使得扩大后的元素范围与待检测目标相匹配，进而实现位置确定；除此之外，本公开实施例中的稀疏处理操作还可以是对栅格矩阵中的目标元素进行至少一次腐蚀处理操作，这里的腐蚀处理操作可以是在栅格矩阵的坐标范围大小大于目标场景中的待检测目标的尺寸大小的情况下进行的，也即，通过一次或多次腐蚀处理操40 作，可以对表征对应的栅格处存在点云点的元素范围进行逐级缩小，以使得缩小后的元素范围与待检测目标相匹配，进而实现位置确定。

在具体应用中，是进行一次膨胀处理操作、还是多次膨胀处理操作、还是一次腐蚀处理操作、还是多次腐蚀处理操作，取决于进行至少一次移位处理以及逻辑运算处理所得到的稀疏矩阵的坐标范围大小与目标场景中的待检测目标的尺寸大小之间的差值是否在预设阈值范围内，也即，本公开45 所采用的膨胀或腐蚀处理操作是基于待检测目标的尺寸信息的约束来进行的，以使得所确定的稀疏矩阵所表征的信息更为符合待检测目标的相关信息。

可以理解的是，不管是基于膨胀处理操作还是腐蚀处理操作所实现的稀疏处理的目的在于使得生成的稀疏矩阵能够表征更为准确的待检测目标的相关信息。

50 本公开实施例中，上述膨胀处理操作可以是基于移位操作和逻辑或操作所实现的，还可以是基于取反后卷积，卷积后再取反所实现的。两种操作所具体采用的方法不同，但最终所生成的稀疏矩阵的效果可以是一致的。

另外,上述腐蚀处理操作可以是基于移位操作和逻辑与操作所实现的,还可以是直接基于卷积操作所实现的。同理,尽管两种操作所具体采用的方法不同,但最终所生成的稀疏矩阵的效果也可以是一致的。

接下来以膨胀处理操作为例,结合图3(a)~图3(b)所示的生成稀疏矩阵的具体示例图,进一步说明上述稀疏矩阵的生成过程。

如图3(a)为栅格化处理后的得到的栅格矩阵(对应未编码前)的示意图,通过对该栅格矩阵中的每个目标元素(对应具有填充效果的栅格)进行一次八邻域的膨胀操作,即可以得到对应的稀疏矩阵如图3(b)所示。可知的是,本公开实施例针对图3(a)中对应的栅格处存在点云点的目标元素而言,进行了八邻域的膨胀操作,从而使得每个目标元素在膨胀后成为一个元素集,该元素集所对应的栅格宽度可以是与待检测目标的尺寸大小相匹配的。

其中,上述八邻域的膨胀操作可以是确定与该元素的横坐标或纵坐标差的绝对值都不超过1的元素的过程,除了栅格边缘的元素,一般一个元素的邻域内都有八个元素(对应上述元素集),膨胀处理结果输入可以是6个目标元素的坐标信息,输出则可以是该目标元素八邻域内的元素集的坐标信息,如图3(b)所示。

需要说明的是,在实际应用中,除了可以进行上述八邻域的膨胀操作,还可以进行四邻域的膨胀操作,后者其它膨胀操作,在此不做具体的限制。除此之外,本公开实施例还可以进行多次膨胀操作,例如,在图3(b)所示的膨胀结果的基础之上,再次进行膨胀操作,以得到更大元素集范围的稀疏矩阵,在此不再赘述。

本公开实施例中基于生成的稀疏矩阵,可以确定待检测目标的位置信息。本公开实施例中可以通过如下两个方面来具体实现。

第一方面:这里可以基于栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系,来确定待检测目标的位置信息,具体可以通过如下步骤来实现:

步骤一、基于栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系,确定与生成的稀疏矩阵中每个目标元素所对应的坐标信息;

步骤二、将稀疏矩阵中各个目标元素所对应的坐标信息进行组合,确定待检测目标的位置信息。

这里,基于上述有关栅格化处理的相关描述可知,栅格矩阵中的每个目标元素可以对应多个点云点,这样,有关元素与多个点云点所对应的点云点坐标范围信息可以是预先确定的。这里,仍以 $N \times M$ 维度的栅格矩阵为例,存在点云点的目标元素可以对应 P 个点云点,每个点的坐标为 (X_i, Y_i) , i 属于0到 $P-1$, X_i, Y_i 表示点云点在栅格矩阵中的位置, $0 \leq X_i < N, 0 \leq Y_i < M$ 。

这样,在生成稀疏矩阵之后,可以采用基于预先确定的上述各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系来确定与该稀疏矩阵中每个目标元素所对应的坐标信息,也即,进行了反栅格化的处理操作。

需要说明的是,由于稀疏矩阵是基于对栅格矩阵中表征对应的栅格处存在点云点的元素进行稀疏处理得到的,因而,这里的稀疏矩阵中的目标元素表征的可以是对应的栅格处存在点云点的元素。

为了便于理解上述反栅格化的处理过程,接下来可以结合一个示例进行具体说明。这里以稀疏矩阵指示的点 $A'(0, 0)$,点 $B'(0, 0)$ 在第一行第一列栅格里;点 $C'(2, 3)$ 在第二行第三列的栅格为例,在进行反栅格化处理的过程中,第一个栅格 $(0, 0)$,利用其中心映射回笛卡尔坐标系后,可以得到 $(0.5m, 0.5m)$,第二行第三列的栅格 $(2, 3)$,利用其中心映射回笛卡尔坐标系,可以得到 $(2.5m, 3.5m)$,即将 $(0.5m, 0.5m)$ 和 $(2.5m, 3.5m)$ 确定为映射后的坐标信息,这样,将映射后的坐标信息进行组合,即可以确定待检测目标的位置信息。

本公开实施例不仅可以基于上述稀疏矩阵与目标检测结果的近似关系来实现待检测目标的位置信息的确定,还可以基于训练的卷积神经网络确定待检测目标的位置信息。

第二方面:本公开实施例首先可以基于训练好的卷积神经网络对生成的稀疏矩阵进行至少一次卷积处理,而后即可以基于卷积处理得到的卷积结果确定待检测目标的位置信息。

在相关利用卷积神经网络来实现目标检测的技术中,需要遍历全部的输入数据,依次找到输入点的邻域点进行卷积运算,最后输出所有领域点的集合,而本公开实施例提供的目标检测方法仅需要通过快速遍历稀疏矩阵中的目标元素,来找到有效点所在位置(即零一矩阵中为1的元素)进行卷积运算即可,从而大大加快卷积神经网络的计算过程,提升待检测目标的位置信息确定的效率。

考虑到稀疏处理操作对本公开实施例所提供的目标检测方法的关键作用,接下来可以通过如下两个方面分别进行说明。

第一方面:在稀疏处理操作为膨胀处理操作的情况下,本公开实施例可以结合移位处理和逻辑

运算来实现,还可以基于取反后卷积,卷积后再取反来实现。

其一、本公开实施例中,可以基于至少一次移位处理和逻辑或运算进行一次或多次膨胀处理操作,在具体实现过程中,具体的膨胀处理操作的次数可以结合目标场景中的待检测目标的尺寸信息来确定。

5 这里,针对首次膨胀处理操作,可以对表征对应的栅格处存在点云点的目标元素进行多个预设方向的移位处理,得到对应的多个移位后的栅格矩阵,然后即可以对栅格矩阵和首次膨胀处理操作对应的多个移位后的栅格矩阵进行逻辑或运算,从而可以得到首次膨胀处理操作后的稀疏矩阵,这里,可以判断所得到的稀疏矩阵的坐标范围大小是否小于待检测目标的尺寸大小,且对应的差值是否足够大(如大于预设阈值),若是,则可以按照上述方法对首次膨胀处理操作后的稀疏矩阵中的目标元素进行多个预设方向的移位处理和逻辑或运算,得到第二次膨胀处理操作后的稀疏矩阵,以此类推,直至确定最新得到的稀疏矩阵的坐标范围大小与目标场景中的待检测目标的尺寸大小之间的差值属于预设阈值范围的情况下,确定稀疏矩阵。

需要说明的是,不管是哪次膨胀处理操作后所得到的稀疏矩阵,其本质上也是一个零一矩阵。随着膨胀处理操作次数的增加,所得到的稀疏矩阵中表征对应的栅格处存在点云点的目标元素的个数也在增加,且由于零一矩阵所映射的栅格是具有宽度信息的,这里,即可以利用稀疏矩阵中各个目标元素所对应的坐标范围大小来验证是否达到目标场景中的待检测目标的尺寸大小,从而提升了后续目标检测应用的准确性。

其中,上述逻辑或运算可以按照如下步骤来实现:

步骤一、从多个移位后的栅格矩阵中选取一个移位后的栅格矩阵;

20 步骤二、将当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵与选取出的移位后的栅格矩阵进行逻辑或运算,得到运算结果;

步骤三、循环从多个移位后的栅格矩阵中选取未参与运算的栅格矩阵,并对选取出的栅格矩阵与最近一次运算结果进行逻辑或运算,直至选取完所有的栅格矩阵,得到当前次膨胀处理操作后的稀疏矩阵。

25 这里,首先可以从多个移位后的栅格矩阵中选取一个移位后的栅格矩阵,这样,即将当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵与选取出的移位后的栅格矩阵进行逻辑或运算,得到运算结果,这里,可以循环从多个移位后的栅格矩阵中选取未参与运算的栅格矩阵,并参与到逻辑或运算中,直至在选取完所有移位后的栅格矩阵,即可得到当前次膨胀处理操作后的稀疏矩阵。

本公开实施例中的膨胀处理操作可以是以目标元素为中心的四邻域膨胀,还可以是以目标元素为中心为八邻域膨胀,还可以是其它领域处理操作方式,在具体应用中,可以基于待检测目标的尺寸信息来选择对应的领域处理操作方式,这里不做具体的限制。

需要说明的是,针对不同的领域处理操作方式,所对应移位处理的预设方向并不相同,以四邻域膨胀为例,可以分别对栅格矩阵按照四个预设方向进行移位处理,分别是左移、右移、上移和下移,以八邻域膨胀为例,可以分别对栅格矩阵按照四个预设方向进行移位处理,分别是左移、右移、上移、下移、在左移前提下的上移和下移、以及右移前提下的上移和下移。除此之外,为了适配后续的逻辑或运算,可以是在基于多个移位方向确定移位后的栅格矩阵之后,先进行一次逻辑或运算,而后将逻辑或运算结果再进行多个移位方向的移位操作,而后再进行下一次逻辑或运算,以此类推,直至得到膨胀处理后的稀疏矩阵。

为了便于理解上述膨胀处理操作,可以先将图3(a)所示的编码前的栅格矩阵转换为如图3(c)所示的编码后的栅格矩阵,而后结合图4(a)~图4(b)对首次膨胀处理操作进行示例说明。

如图3(c)所示的栅格矩阵,该栅格矩阵作为零一矩阵,矩阵中所有的1的位置可以表示目标元素所在的栅格,矩阵中所有0可以表示背景。

本公开实施例中,首先可以使用矩阵移位确定零一矩阵中所有元素值为1的元素的邻域。这里可以定义四个预设方向的移位处理,分别是左移、右移、上移和下移。其中,左移即零一矩阵中所有元素值为1的元素对应的列坐标减一,如图4(a)所示;右移即零一矩阵中所有元素值为1的元素对应的列坐标加一;上移即零一矩阵中所有元素值为1的元素对应的行坐标减一;下移即零一矩阵中所有元素值为1的元素对应的行坐标加一。

其次,本公开实施例可以使用矩阵逻辑或操作合并所有邻域的结果。矩阵逻辑或,即在接收到两组大小相同的零一矩阵输入的情况下,依次对两组矩阵相同位置的零一进行逻辑或操作,得到的结果组成一个新的零一矩阵作为输出,如图4(b)所示为一个逻辑或运算的具体示例。

在实现逻辑或的具体过程中,可以依次选取左移后的栅格矩阵、右移后的栅格矩阵、上移后的

栅格矩阵、下移后的栅格矩阵参与到逻辑或的运算中。例如，可以先将栅格矩阵与左移以后的栅格矩阵逻辑或起来，得到的运算结果可以再和右移以后的栅格矩阵逻辑或起来，针对得到的运算结果可以再和上移以后的栅格矩阵逻辑或起来，针对得到的运算结果可以再和下移以后的栅格矩阵逻辑或起来，从而得到首次膨胀处理操作后的稀疏矩阵。

需要说明的是，上述有关平移后的栅格矩阵的选取顺序仅为一个具体的示例，在实际应用中，还可以结合其它方式来选取，考虑到平移操作的对称性，这里可以选取上移和下移配对后进行逻辑或运算，左移和右移配对后进行逻辑运算，两个逻辑或运算可以同步进行，可以节省计算时间。

其二、本公开实施例，可以结合卷积和两次取反处理来实现膨胀处理操作，具体可以通过如下步骤来实现：

步骤一、对当前膨胀处理操作前的栅格矩阵中的元素进行第一取反操作，得到第一取反操作后的栅格矩阵；

步骤二、基于第一预设卷积核对第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算，得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵；预设稀疏度由目标场景中的待检测目标的尺寸信息来确定；

步骤三、对至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵中的元素进行第二取反操作，得到稀疏矩阵。

本公开实施例可以通过取反后卷积，卷积后再取反的操作实现膨胀处理操作，所得到的稀疏矩阵一定程度上也可以表征待检测目标的相关信息，除此之外，考虑到上述卷积操作可以自动的与后续进行目标检测等应用所采用的卷积神经网络进行结合，因而一定程度上可以提升检测效率。

本公开实施例中，取反操作可以是基于卷积运算实现的，还可以是基于其它的取反操作方式实现的。为了便于配合后续的应用网络（如进行目标检测所采用的卷积神经网络），这里，可以采用卷积运算来具体实现，接下来对上述第一取反操作进行具体说明。

这里，可以基于第二预设卷积核对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中除目标元素外的其它元素进行卷积运算，得到第一取反元素，还可以基于第二预设卷积核，对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的目标元素进行卷积运算，得到第二取反元素，基于上述第一取反元素和第二取反元素，即可确定第一取反操作后的栅格矩阵。

有关第二取反操作的实现过程可以参照上述第一取反操作的实现过程，在此不再赘述。

本公开实施例中，可以利用第一预设卷积核对第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算，从而得到具有预设稀疏度的栅格矩阵。如果膨胀处理操作可以作为一种扩增栅格矩阵中的目标元素个数的手段，则上述卷积运算可以视为一种减少栅格矩阵中的目标元素个数的过程（对应腐蚀处理操作），由于本公开实施例中的卷积运算是针对第一取反操作后的栅格矩阵所进行的，因此，利用取反操作结合腐蚀处理操作，而后再次进行取反操作实现等价于上述膨胀处理操作的等价操作。

其中，针对首次卷积运算，将第一取反操作后的栅格矩阵与第一预设卷积核进行卷积运算，得到首次卷积运算后的栅格矩阵，在判断首次卷积运算后的栅格矩阵的稀疏度未达到预设稀疏度之后，可以将首次卷积运算后的栅格矩阵与第一预设卷积核再次进行卷积运算，得到第二次卷积运算后的栅格矩阵，以此类推，直至确定出具有预设稀疏度的栅格矩阵。

其中，上述稀疏度可以由栅格矩阵中目标元素与非目标元素的占比分布所确定的，目标元素占比越多，其所对应表征的待检测目标的尺寸信息越大，反之，目标元素占比越少，其所对应表征的待检测目标的尺寸信息越小，本公开实施例可以是在占比分布达到预设稀疏度时，停止卷积运算。

本公开实施例中的卷积运算可以是一次也可以是多次，这里可以以首次卷积运算的具体运算过程进行说明，包括如下步骤：

步骤一、针对首次卷积运算，按照第一预设卷积核的大小以及预设步长，从第一取反操作后的栅格矩阵中选取每个栅格子矩阵；

步骤二、针对选取的每个栅格子矩阵，将该栅格子矩阵与权值矩阵进行乘积运算，得到第一运算结果，并将第一运算结果与偏置量进行加法运算，得到第二运算结果；

步骤三、基于各个栅格子矩阵对应的第二运算结果，确定首次卷积运算后的栅格矩阵。

这里，可以采用遍历方式对第一取反操作后的栅格矩阵进行遍历，这样针对遍历到的每个栅格子矩阵，即可以将栅格子矩阵与权值矩阵进行乘积运算，得到第一运算结果，并将第一运算结果与偏置量进行加法运算，得到第二运算结果，这样，将各个栅格子矩阵所对应的第二运算结果组合到对应的矩阵元素中，即可得到首次卷积运算后的栅格矩阵。

为了便于理解上述膨胀处理操作，这里仍以图如图3(c)所示的编码后的栅格矩阵为例，结合

图 5 (a) ~图 5 (b) 对膨胀处理操作进行示例说明。

这里, 可以利用一个 1×1 的卷积核 (即第二预设卷积核) 实现第一取反操作, 该第二预设卷积核的权值为 -1, 偏置为 1, 此时将权值和偏置量代入 {输出=输入的栅格矩阵*权重+偏置量} 这一卷积公式中, 如果输入为栅格矩阵中的目标元素, 其值对应为 1, 则输出 $= 1 * -1 + 1 = 0$; 如果输入为栅格矩阵中的非目标元素, 其值对应为 0, 则输出 $= 0 * -1 + 1 = 1$; 这样, 经过 1×1 卷积核作用于输入, 可以使

得零一矩阵取反, 元素值 0 变为 1、元素值 1 变为 0, 如图 5 (a) 所示。

针对上述腐蚀处理操作, 在具体应用中, 可以利用一个 3×3 卷积核 (即第一预设卷积核) 和一个线性整流函数 (Rectified Linear Unit, ReLU) 来实现。上述第一预设卷积核权值矩阵所包括的各个权值均为 1, 偏置量为 8, 这样, 可以利用公式 {输出=ReLU(输入的第一取反操作后的栅格矩阵*权重+偏置量)} 来实现上述腐蚀处理操作。

这里, 只有当输入的 3×3 的栅格子矩阵内所有元素都为 1 的情况下, 输出 $= \text{ReLU}(9-8)=1$; 否则输出 $= \text{ReLU}(\text{输入的栅格子矩阵} * 1 - 8) = 0$, 其中, $(\text{输入的栅格子矩阵} * 1 - 8) < 0$, 如图 5 (b) 所示为卷积运算后的栅格矩阵。

这里, 每嵌套一层具有第二预设卷积核的卷积网络可以叠加一次腐蚀操作, 从而可以得到固定稀疏度的栅格矩阵, 再次取反操作即可以等价于一次膨胀处理操作, 从而可以实现稀疏矩阵的生成。

第二方面: 在稀疏处理操作为腐蚀处理操作的情况下, 本公开实施例可以结合移位处理和逻辑运算来实现, 还可以基于卷积运算来实现。

其一、本公开实施例中, 可以基于至少一次移位处理和逻辑与运算进行一次或多次腐蚀处理操作, 在具体实现过程中, 具体的腐蚀处理操作的次数可以结合目标场景中的待检测目标的尺寸信息来确定。

与第一方面中基于移位处理和逻辑或运算实现膨胀处理类似的是, 在进行腐蚀处理操作的过程中, 也可以先进行栅格矩阵的移位处理, 与上述膨胀处理不同的是, 这里的逻辑运算, 可以是针对移位后的栅格矩阵进行逻辑与的运算。有关基于移位处理和逻辑与运算实现腐蚀处理操作的过程, 具体参见上述描述内容, 在此不再赘述。

同理, 本公开实施例中的腐蚀处理操作可以是以目标元素为中心的四邻域腐蚀, 还可以是以目标元素为中心的八邻域腐蚀, 还可以是其它领域处理操作方式, 在具体应用中, 可以基于待检测目标的尺寸信息来选择对应的领域处理操作方式, 这里不做具体的限制。

其二、本公开实施例中, 可以结合卷积处理来实现腐蚀处理操作, 具体可以通过如下步骤来实现:

步骤一、基于第三预设卷积核对栅格矩阵进行至少一次卷积运算, 得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵; 预设稀疏度由目标场景中的待检测目标的尺寸信息来确定;

步骤二、将至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵, 确定为与待检测目标对应的稀疏矩阵。

上述卷积运算可以视为一种减少栅格矩阵中的目标元素个数的过程, 即腐蚀处理过程。其中, 针对首次卷积运算, 将栅格矩阵与第一预设卷积核进行卷积运算, 得到首次卷积运算后的栅格矩阵, 在判断首次卷积运算后的栅格矩阵的稀疏度未达到预设稀疏度之后, 可以将首次卷积运算后的栅格矩阵与第三预设卷积核再次进行卷积运算, 得到第二次卷积运算后的栅格矩阵, 以此类推, 直至可以确定具有预设稀疏度的栅格矩阵, 即得到与待检测目标对应的稀疏矩阵。

本公开实施例中的卷积运算可以是一次也可以是多次, 有关卷积运算的具体过程参见上述第一方面中基于卷积和取反实现膨胀处理的相关描述, 在此不再赘述。

需要说明的是, 在具体应用中, 可以采用不同数据处理位宽的卷积神经网络来实现稀疏矩阵的生成, 例如, 可以采用 4 比特 (bit) 来表征网络的输入、输出以及计算用到的参数, 例如栅格矩阵的元素值 (0 或 1), 权值、偏置量等, 除此之外, 还可以采用 8bit 来进行表征以适应网络处理位宽, 提升运算效率。

在本公开实施例提供的目标检测方法的具体应用中, 雷达装置可以设置于智能车辆、智能灯柱、机器人等智能设备上。在雷达装置扫描到的相邻两帧点云数据分别检测到同一个目标的情况下, 若相对位移了 L , 目标在第一帧中出现的时刻为 t_1 , 第二帧中出现的时刻为 t_2 , 相关技术中 $t_2 - t_1$ 就等于两帧的固定间隔 T , 这样目标的速度就是 L/T 。而采用本公开实施例所提供的上述方法所确定的 $t_2 - t_1$ 反映的是真实目标被扫描到的时间间隔, 范围在 $[0, 2T]$ 之间, 利用这一真实的扫描时间间隔所确定的目标速度也更为准确。

基于上述速度确定公式可知的是，速度越大，所对应的相对位移越大，如果不能很准确的判断目标的速度，将可能会造成智能设备不能很好的应对相对位移所带来的改变。本公开实施例正是为了解决这样的问题，才提供了一种准确确定目标的扫描时间信息的方法，这样，能带来更准确的速度估计，从而结合智能设备自身的速度信息来控制智能设备做出更合理的判断，如，是否需要急刹，是否可以超车等。

在多目标跟踪算法中，可以将当前帧点云数据中的每个检测目标和历史帧所有轨迹进行匹配，获取匹配相似度，从而确定该检测目标属于历史上出现过的哪个轨迹。在匹配时，由于目标可能是运动的，可以对历史轨迹进行运动补偿，补偿的方式可以是基于历史轨迹中目标的位置和速度，进而可以预测一个目标在当前帧的位置，这里，准确的时间戳将使得确定的速度更为准确，进而使得目标在当前帧中的预测位置更为准确。这样，即使进行的是多目标跟踪，基于准确的预测位置进行跟踪也会大大降低目标跟踪的失败率。

除此之外，本公开实施例提供的目标检测方法还可以基于待检测目标的移动速度信息和历史运动轨迹信息，预测待检测目标在未来时间段的运动轨迹。在具体应用中，可以利用机器学习的方法或者其它轨迹预测方法来实现轨迹预测。例如，可以将待检测目标的移动速度信息和历史运动轨迹信息输入到训练好的神经网络，以得到未来时间段所预测的运动轨迹。

本领域技术人员可以理解，在具体实施方式的上述方法中，各步骤的撰写顺序并不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定，各步骤的具体执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了与目标检测方法对应的目标检测装置，由于本公开实施例中的装置解决问题的原理与本公开实施例上述目标检测方法相似，因此装置的实施可以参见方法的实施，重复之处不再赘述。

参照图 6 所示，为本公开实施例提供的一种目标检测装置的结构示意图，上述装置包括：信息获取模块 601、位置确定模块 602、方向角确定模块 603 和目标检测模块 604；其中，

信息获取模块 601，配置为获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；

位置确定模块 602，配置为基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；

方向角确定模块 603，配置为基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息；

目标检测模块 604，配置为根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定待检测目标的移动信息。

在一种实施方式中，目标检测模块 604，配置为按照以下步骤确定待检测目标的移动信息：

根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定待检测目标的移动信息。

在一种实施方式中，目标检测模块 604，配置为按照以下步骤确定待检测目标的移动信息：

针对每一帧点云数据，基于该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息；

基于待检测目标在多帧点云数据中的位置信息，确定待检测目标的位移信息；

基于多帧点云数据中的待检测目标分别被扫描到的扫描时间信息，以及待检测目标的位移信息，确定待检测目标的移动速度信息。

在一种实施方式中，目标检测模块 604，配置为按照以下步骤确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息：

针对每一帧点云数据，基于该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描起始角度信息，确定待检测目标的方向角与扫描起始角度之间的第一角度差；以及，

基于该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描终止角度信息、以及扫描起始角度信息，确定扫描终止角度与扫描起始角度之间的第二角度差；以及，

基于该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中结束该帧点云数据扫描时的扫描终止时间信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中开始扫描该帧点云数据时的扫描起始时间信息，确定

扫描终止时间信息与扫描起始时间信息之间的时间差;

基于第一角度差、第二角度差、时间差、以及扫描起始时间信息,确定该帧点云数据中待检测目标被扫描到时的扫描时间信息。

在一种实施方式中,装置还包括:

5 设备控制模块 605,配置为基于待检测目标的移动速度信息以及设置有雷达装置的智能设备的速度信息,对智能设备进行控制。

在一种实施方式中,上述装置还包括:

轨迹预测模块 606,配置为基于待检测目标的移动速度信息和历史运动轨迹信息,预测待检测目标在未来时间段的运动轨迹。

10 在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤基于每一帧点云数据,确定待检测目标的位置信息:

对每一帧点云数据进行栅格化处理,得到栅格矩阵;栅格矩阵中每个元素的值用于表征对应的栅格处是否存在点云点;

根据栅格矩阵以及待检测目标的尺寸信息,生成与待检测目标对应的稀疏矩阵;

15 基于生成的稀疏矩阵,确定待检测目标的位置信息。

在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤根据栅格矩阵以及待检测目标的尺寸信息,生成与待检测目标对应的稀疏矩阵:

根据栅格矩阵以及待检测目标的尺寸信息,对栅格矩阵中的目标元素进行至少一次膨胀处理操作或者腐蚀处理操作,生成与待检测目标对应的稀疏矩阵;

20 其中,目标元素为表征对应的栅格处存在点云点的元素。

在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤生成与待检测目标对应的稀疏矩阵:

对栅格矩阵中的目标元素进行至少一次移位处理以及逻辑运算处理,得到与待检测目标对应的稀疏矩阵,其中得到的稀疏矩阵的坐标范围大小与待检测目标的尺寸大小之间的差值在预设阈值范围内。

25 在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤生成与待检测目标对应的稀疏矩阵:

对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的元素进行第一取反操作,得到第一取反操作后的栅格矩阵;

30 基于第一预设卷积核对第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算,得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵;预设稀疏度由待检测目标的尺寸信息来确定;

对至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵中的元素进行第二取反操作,得到稀疏矩阵。

35 在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的元素进行第一取反操作,得到第一取反操作后的栅格矩阵:

基于第二预设卷积核,对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中除目标元素外的其它元素进行卷积运算,得到第一取反元素,以及基于第二预设卷积核,对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的目标元素进行卷积运算,得到第二取反元素;

基于第一取反元素和第二取反元素,得到第一取反操作后的栅格矩阵。

40 在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤基于第一预设卷积核对第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算,得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵:

针对首次卷积运算,将第一取反操作后的栅格矩阵与第一预设卷积核进行卷积运算,得到首次卷积运算后的栅格矩阵;

判断首次卷积运算后的栅格矩阵的稀疏度是否达到预设稀疏度;

45 若否,则循环执行将上一次卷积运算后的栅格矩阵与第一预设卷积核进行卷积运算,得到当前次卷积运算后的栅格矩阵的步骤,直至得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵。

在一种实施方式中,第一预设卷积核具有权值矩阵以及与该权值矩阵对应的偏置量;位置确定模块 602,配置为按照以下步骤针对首次卷积运算,将第一取反操作后的栅格矩阵与第一预设卷积核进行卷积运算,得到首次卷积运算后的栅格矩阵:

50 针对首次卷积运算,按照第一预设卷积核的大小以及预设步长,从第一取反操作后的栅格矩阵中选取每个栅格子矩阵;

针对选取的每个栅格子矩阵,将该栅格子矩阵与权值矩阵进行乘积运算,得到第一运算结果,并将第一运算结果与偏置量进行加法运算,得到第二运算结果;

基于各个栅格子矩阵对应的第二运算结果,确定首次卷积运算后的栅格矩阵。

在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤根据栅格矩阵以及待检测目标的尺寸信息,对栅格矩阵中的元素进行至少一次腐蚀处理操作,生成与待检测目标对应的稀疏矩阵:

基于第三预设卷积核对待处理的栅格矩阵进行至少一次卷积运算,得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵;预设稀疏度由待检测目标的尺寸信息来确定;

将至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵,确定为与待检测目标对应的稀疏矩阵。

在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤基于生成的稀疏矩阵,确定待检测目标的位置信息:

对每一帧点云数据进行栅格化处理,得到栅格矩阵以及该栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系;

基于栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系,确定生成的稀疏矩阵中每个目标元素所对应的坐标信息;

将稀疏矩阵中各个目标元素所对应的坐标信息进行组合,确定待检测目标的位置信息。

在一种实施方式中,位置确定模块 602,配置为按照以下步骤基于生成的稀疏矩阵,确定待检测目标的位置信息:

基于训练好的卷积神经网络对生成的稀疏矩阵中的每个目标元素进行至少一次卷积处理,得到卷积结果;

基于卷积结果,确定待检测目标的位置信息。

本公开实施例还提供了一种电子设备,如图 7 所示,为本公开实施例提供的电子设备的结构示意图,包括:处理器 701、存储器 702、和总线 703。存储器 702 存储有处理器 701 可执行的机器可读指令(如图 6 所示目标检测装置中,信息获取模块 601、位置确定模块 602、方向角确定模块 603 和目标检测模块 604 所对应执行的指令),当电子设备运行时,处理器 701 与存储器 702 之间通过总线 703 通信,机器可读指令被处理器 701 执行时执行如下处理:获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据,以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息;基于每一帧点云数据,确定待检测目标的位置信息;基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息,确定每一帧点云数据中,待检测目标被雷达装置扫描到的扫描方向角信息;根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息,以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息,确定待检测目标的移动信息。

本公开实施例还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器运行时执行上述方法实施例中所述的目标检测方法的步骤。其中,该存储介质可以是易失性或非易失的计算机可读取存储介质。

本公开实施例所提供的目标检测方法的计算机程序产品,包括存储了程序代码的计算机可读存储介质,所述程序代码包括的指令可用于执行上述方法实施例中所述的目标检测方法的步骤,具体可参见上述方法实施例,在此不再赘述。

本公开实施例还提供一种计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现前述实施例的任意一种方法。该计算机程序产品可以具体通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选实施例中,所述计算机程序产品具体体现为计算机存储介质,在另一个可选实施例中,计算机程序产品具体体现为软件产品,例如软件开发包(Software Development Kit, SDK)等等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统 and 装置的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。在本公开所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,又例如,多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外,在本公开各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单

独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台电子设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本公开的具体实施方式，用以说明本公开的技术方案，而非对其限制，本公开的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本公开实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

工业实用性

本公开实施例公开了一种目标检测方法、装置、电子设备及存储介质，其中，目标检测方法包括：获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，待检测目标被雷达装置扫描到的扫描方向角信息；根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中待检测目标被雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定待检测目标的移动信息。上述方案结合扫描得到的每一帧点云数据的时间信息、以及每一帧点云数据中待检测目标的相关信息确定目标的移动信息，准确度较高。

权利要求书

1、一种目标检测方法，所述方法包括：

获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息；

基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息；

5 基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息，确定每一帧点云数据中，所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息；

根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定所述待检测目标的移动信息。

10 2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述扫描得到的每一帧点云数据的时间信息包括所述每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，所述根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息，确定所述待检测目标的移动信息，包括：

15 根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定所述待检测目标的移动信息。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息，以及每一帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定所述待检测目标的移动信息，包括：

20 针对所述每一帧点云数据，基于该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描时间信息；

基于所述待检测目标在多帧点云数据中的位置信息，确定所述待检测目标的位移信息；

25 基于所述多帧点云数据中的所述待检测目标分别被扫描到时的扫描时间信息，以及所述待检测目标的位移信息，确定所述待检测目标的移动速度信息。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，所述针对所述每一帧点云数据，基于该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息和扫描起止角度信息，确定该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描时间信息，包括：

30 针对所述每一帧点云数据，基于该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描方向角信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描起始角度信息，确定所述待检测目标的方向角与扫描起始角度之间的第一角度差；以及，

基于该帧点云数据对应的扫描起止角度信息中的扫描终止角度信息、以及所述扫描起始角度信息，确定所述扫描终止角度与所述扫描起始角度之间的第二角度差；以及，

35 基于该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中结束该帧点云数据扫描时的扫描终止时间信息、以及该帧点云数据对应的扫描起止时间信息中开始扫描该帧点云数据时的扫描起始时间信息，确定所述扫描终止时间信息与所述扫描起始时间信息之间的时间差；

基于所述第一角度差、所述第二角度差、所述时间差、以及所述扫描起始时间信息，确定该帧点云数据中所述待检测目标被扫描到时的扫描时间信息。

5、根据权利要求3或4所述的方法，其中，所述方法还包括：

40 基于所述待检测目标的移动速度信息以及设置有所述雷达装置的智能设备的速度信息，对所述智能设备进行控制。

6、根据权利要求1-5任一所述的方法，其中，所述方法还包括：

基于所述待检测目标的移动信息和历史运动轨迹信息，预测所述待检测目标在未来时间段的运动轨迹。

45 7、根据权利要求1-6任一所述的方法，其中，所述基于每一帧点云数据，确定待检测目标的位置信息，包括：

对每一帧点云数据进行栅格化处理，得到栅格矩阵；所述栅格矩阵中每个元素的值用于表征对应的栅格处是否存在点云点；

根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵；

基于生成的所述稀疏矩阵，确定所述待检测目标的位置信息。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵，包括：

根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，对所述栅格矩阵中的目标元素进行至少一次膨胀处理操作或者腐蚀处理操作，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵；

其中，所述目标元素为表征对应的栅格处存在点云点的元素。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，对所述栅格矩阵中的目标元素进行至少一次膨胀处理操作或者腐蚀处理操作，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵，包括：

对所述栅格矩阵中的目标元素进行至少一次移位处理以及逻辑运算处理，得到与所述待检测目标对应的稀疏矩阵，其中得到的稀疏矩阵的坐标范围大小与所述待检测目标的尺寸大小之间的差值在预设阈值范围内。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其中，根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，对所述栅格矩阵中的元素进行至少一次膨胀处理操作，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵，包括：

对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的元素进行第一取反操作，得到第一取反操作后的栅格矩阵；

基于第一预设卷积核对所述第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算，得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵；所述预设稀疏度由所述待检测目标的尺寸信息来确定；

对所述至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵中的元素进行第二取反操作，得到所述稀疏矩阵。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的元素进行第一取反操作，得到第一取反操作后的栅格矩阵，包括：

基于第二预设卷积核，对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中除所述目标元素外的其它元素进行卷积运算，得到第一取反元素，以及基于第二预设卷积核，对当前次膨胀处理操作前的栅格矩阵中的目标元素进行卷积运算，得到第二取反元素；

基于所述第一取反元素和所述第二取反元素，得到第一取反操作后的栅格矩阵。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的方法，其中，所述基于第一预设卷积核对所述第一取反操作后的栅格矩阵进行至少一次卷积运算，得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵，包括：

针对首次卷积运算，将所述第一取反操作后的栅格矩阵与所述第一预设卷积核进行卷积运算，得到首次卷积运算后的栅格矩阵；

判断所述首次卷积运算后的栅格矩阵的稀疏度是否达到预设稀疏度；

若否，则循环执行将上一次卷积运算后的栅格矩阵与所述第一预设卷积核进行卷积运算，得到当前次卷积运算后的栅格矩阵的步骤，直至得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述第一预设卷积核具有权值矩阵以及与该权值矩阵对应的偏置量；针对首次卷积运算，将所述第一取反操作后的栅格矩阵与所述第一预设卷积核进行卷积运算，得到首次卷积运算后的栅格矩阵，包括：

针对首次卷积运算，按照所述第一预设卷积核的大小以及预设步长，从所述第一取反操作后的栅格矩阵中选取每个栅格子矩阵；

针对选取的每个所述栅格子矩阵，将该栅格子矩阵与所述权值矩阵进行乘积运算，得到第一运算结果，并将所述第一运算结果与所述偏置量进行加法运算，得到第二运算结果；

基于各个所述栅格子矩阵对应的第二运算结果，确定首次卷积运算后的栅格矩阵。

14、根据权利要求 7 所述的方法，其中，根据所述栅格矩阵以及所述待检测目标的尺寸信息，对所述栅格矩阵中的元素进行至少一次腐蚀处理操作，生成与所述待检测目标对应的稀疏矩阵，包括：

基于第三预设卷积核对待处理的栅格矩阵进行至少一次卷积运算，得到至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵；所述预设稀疏度由所述待检测目标的尺寸信息来确定；

将所述至少一次卷积运算后的具有预设稀疏度的栅格矩阵，确定为与所述待检测目标对应的稀疏矩阵。

15、根据权利要求 7-14 任一所述的方法，其中，对每一帧点云数据进行栅格化处理，得到栅格

矩阵, 包括:

对每一帧点云数据进行栅格化处理, 得到栅格矩阵以及该栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系;

所述基于生成的所述稀疏矩阵, 确定所述待检测目标的位置信息, 包括:

- 5 基于所述栅格矩阵中各个元素与各个点云点坐标范围信息之间的对应关系, 确定生成的所述稀疏矩阵中每个目标元素所对应的坐标信息;

将所述稀疏矩阵中各个所述目标元素所对应的坐标信息进行组合, 确定所述待检测目标的位置信息。

- 10 16、根据权利要求 7-14 任一所述的方法, 其中, 所述基于生成的所述稀疏矩阵, 确定所述待检测目标的位置信息, 包括:

基于训练好的卷积神经网络对生成的所述稀疏矩阵中的每个目标元素进行至少一次卷积处理, 得到卷积结果;

基于所述卷积结果, 确定所述待检测目标的位置信息。

17、一种目标检测装置, 所述装置包括:

- 15 信息获取模块, 配置为获取雷达装置扫描得到的多帧点云数据, 以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息;

位置确定模块, 配置为基于每一帧点云数据, 确定待检测目标的位置信息;

方向角确定模块, 配置为基于每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息, 确定每一帧点云数据中, 所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息;

- 20 目标检测模块, 配置为根据每一帧点云数据中的待检测目标的位置信息、每一帧点云数据中所述待检测目标被所述雷达装置扫描到时的扫描方向角信息, 以及扫描得到的每一帧点云数据的时间信息, 确定所述待检测目标的移动信息。

- 25 18、一种电子设备, 包括: 处理器、存储器和总线, 所述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令, 当电子设备运行时, 所述处理器与所述存储器之间通过总线通信, 所述机器可读指令被所述处理器执行时执行如权利要求 1 至 16 任一所述的目标检测方法的步骤。

19、一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质上存储有计算机程序, 该计算机程序被处理器运行时执行如权利要求 1 至 16 任一所述的目标检测方法的步骤。

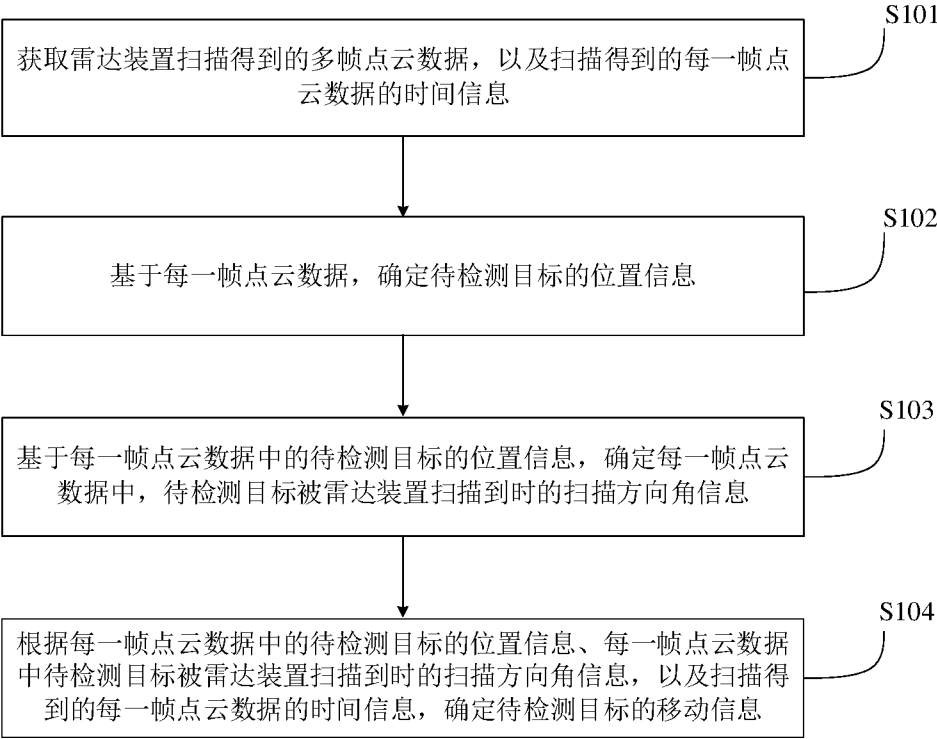


图 1

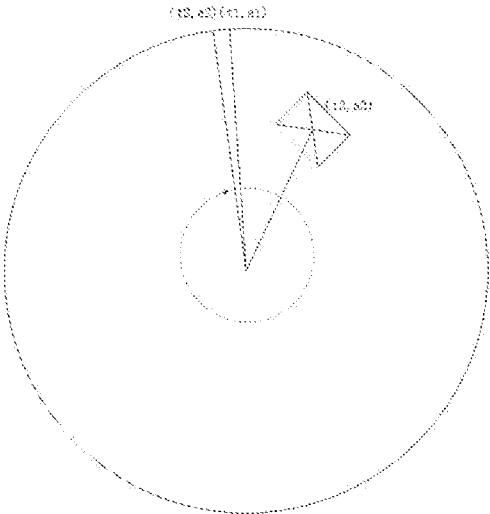


图 2

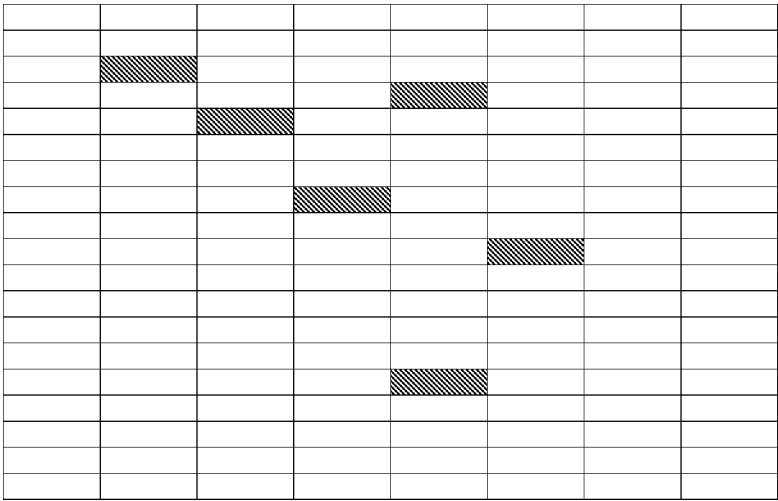


图 3 (a)

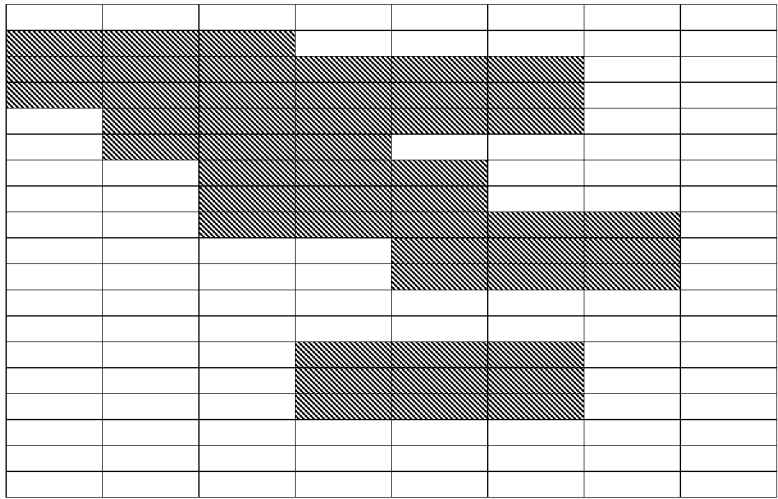


图 3 (b)

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 3 (c)

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 4 (a)

1	0	0
0	0	1
0	1	0

逻辑或

1	0	0
0	0	1
1	0	0

=

1	0	0
0	0	1
1	1	0

1	0	0
0	0	1
0	1	0

图 4 (b)

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

图 5 (a)

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 5 (b)

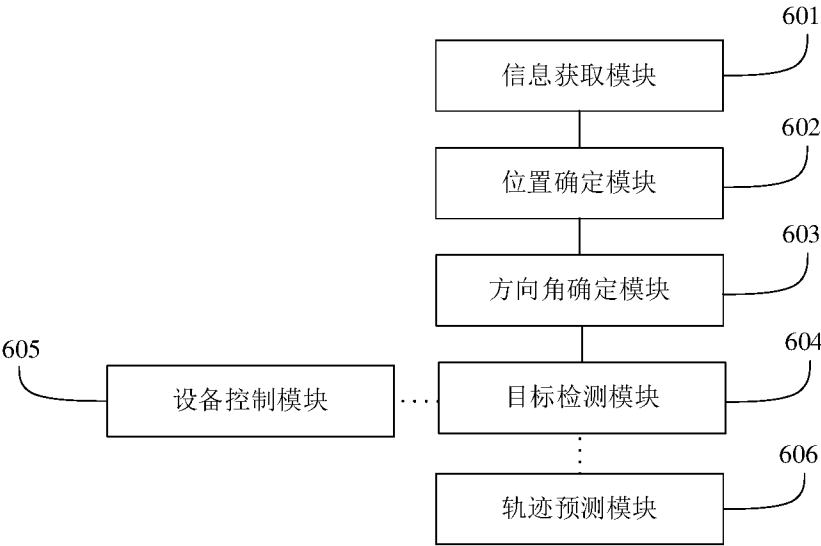


图 6

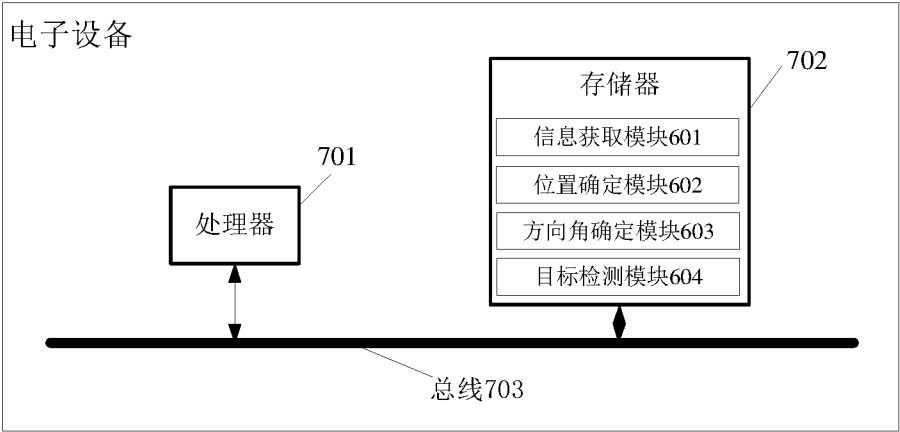


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/090540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/58(2006.01)i; G01S 17/42(2006.01)i; G01S 7/481(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)

G01S

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)

WPI: EPODOC; CNPAT; CNKI: 商汤集团, 目标, 物体, 雷达, 检测, 跟踪, 追踪, 扫描, 旋转, 角, 时间, 时刻, 时长, 时间差, 时差, 匀速, 恒定, 速度, 速率, 位置, 移动, 轨迹, 航迹, 帧, 点云, 比例, 比值, 之比, 比率, 栅格, 体素, 稀疏, 膨胀, 腐蚀, 取反, 卷积, 神经网络, object?, detect+, radar, lidar, track+, scan+, rotat+, angle, time, constant, speed, position, location, mov+, trace, trail, trajectory, point? w cloud, rate, ratio, grid?, sparse, expansion, corrosion, negat+, convolution, neural w network, CNN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 110717918 A (BEIJING Baidu NETCOM SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 21 January 2020 (2020-01-21) description paragraphs [0035]-[0052], [0070]-[0076], [0078]-[0079], [0081], figures 2, 4-5	1-9,14-19
Y	US 2017160108 A1 (TOPCON CORPORATION) 08 June 2017 (2017-06-08) description paragraphs [0016]-[0018], [0020]-[0021], [0028]-[0029], [0032]-[0033], [0046]-[0047], [0052]-[0053], [0057]-[0066], figures 1-4	1-9,14-19
A	CN 109782015 A (NUCTECH CO., LTD. et al.) 21 May 2019 (2019-05-21) description paragraphs [0036]-[0042], [0046], figure 1	1, 17
A	CN 106997049 A (CHERY AUTOMOBILE CO., LTD.) 01 August 2017 (2017-08-01) description paragraphs [0070]-[0074], [0089]-[0141], figures 1, 7-10	7
A	CN 111144211 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 12 May 2020 (2020-05-12) description paragraphs [0042], [0062]-[0073], [0108]-[0110], [0159]-[0184], figures 1-11	7-9
A	CN 110770791 A (SHENZHEN DAIJANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 February 2020 (2020-02-07) description paragraphs [0056]-[0078], figures 2, 3.1, 3.2	8-9,14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “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)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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
 “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
 “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
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 July 2021

Date of mailing of the international search report

30 July 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

International application No.

PCT/CN2021/090540**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S63300905 A (KOMATSU MFG. CO., LTD.) 08 December 1988 (1988-12-08) entire document	1-19
A	CN 108196225 A (BEIJING LYROBOTIX CO., LTD.) 22 June 2018 (2018-06-22) entire document	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/090540

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110717918	A	21 January 2020	None			
US	2017160108	A1	08 June 2017	JP	6767107	B2	14 October 2020
				JP	2017106730	A	15 June 2017
				US	10267659	B2	23 April 2019
CN	109782015	A	21 May 2019	SG	10202002615 W	A	29 October 2020
				US	2020217963	A1	09 July 2020
				EP	3712658	A1	23 September 2020
CN	106997049	A	01 August 2017	CN	106997049	B	03 July 2020
CN	111144211	A	12 May 2020	WO	2021036578	A1	04 March 2021
CN	110770791	A	07 February 2020	WO	2020103110	A1	28 May 2020
JP	S63300905	A	08 December 1988	JP	H0781860	B2	06 September 1995
CN	108196225	A	22 June 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/090540

A. 主题的分类

G01S 17/58(2006.01)i; G01S 17/42(2006.01)i; G01S 7/481(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

WPI;EPDOC;CNPAT;CNKI: 商汤集团, 目标, 物体, 雷达, 检测, 跟踪, 追踪, 扫描, 旋转, 角, 时间, 时刻, 时长, 时间差, 时差, 匀速, 恒定, 速度, 速率, 位置, 移动, 轨迹, 航迹, 帧, 点云, 比例, 比值, 之比, 比率, 栅格, 体素, 稀疏, 膨胀, 腐蚀, 取反, 卷积, 神经网络, object?, detect+, radar, lidar, track+, scan+, rotate+, angle, time, constant, speed, position, location, mov+, trace, trail, trajectory, point? w cloud, rate, ratio, grid?, sparse, expansion, corrosion, negat+, convolution, neural w network, CNN

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 110717918 A (北京百度网讯科技有限公司) 2020年 1月 21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第[0035]-[0052]、[0070]-[0076]、[0078]-[0079]、[0081]段, 图2、4-5	1-9, 14-19
Y	US 2017160108 A1 (TOPCON CORPORATION) 2017年 6月 8日 (2017 - 06 - 08) 说明书第[0016]-[0018]、[0020]-[0021]、[0028]-[0029]、[0032]-[0033]、 [0046]-[0047]、[0052]-[0053]、[0057]-[0066]段, 图1-4	1-9, 14-19
A	CN 109782015 A (同方威视技术股份有限公司 等) 2019年 5月 21日 (2019 - 05 - 21) 说明书第[0036]-[0042]、[0046]段, 图1	1, 17
A	CN 106997049 A (奇瑞汽车股份有限公司) 2017年 8月 1日 (2017 - 08 - 01) 说明书第[0070]-[0074]、[0089]-[0141]段, 图1、7-10	7
A	CN 111144211 A (华为技术有限公司) 2020年 5月 12日 (2020 - 05 - 12) 说明书第[0042]、[0062]-[0073]、[0108]-[0110]、[0159]-[0184]段, 图1-11	7-9
A	CN 110770791 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 说明书第[0056]-[0078]段, 图2、3.1、3.2	8-9, 14

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 7月 7日

国际检索报告邮寄日期

2021年 7月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

授权官员

郝霏霏

电话号码 86-(10)-53962456

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP S63300905 A (KOMATSU MFG. CO., LTD.) 1988年 12月 8日 (1988 - 12 - 08) 全文	1-19
A	CN 108196225 A (北京凌宇智控科技有限公司) 2018年 6月 22日 (2018 - 06 - 22) 全文	1-19

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/090540

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	110717918	A	2020年 1月 21日	无	
US	2017160108	A1	2017年 6月 8日	JP 6767107 B2	2020年 10月 14日
				JP 2017106730 A	2017年 6月 15日
				US 10267659 B2	2019年 4月 23日
CN	109782015	A	2019年 5月 21日	SG 10202002615W A	2020年 10月 29日
				US 2020217963 A1	2020年 7月 9日
				EP 3712658 A1	2020年 9月 23日
CN	106997049	A	2017年 8月 1日	CN 106997049 B	2020年 7月 3日
CN	111144211	A	2020年 5月 12日	WO 2021036578 A1	2021年 3月 4日
CN	110770791	A	2020年 2月 7日	WO 2020103110 A1	2020年 5月 28日
JP	S63300905	A	1988年 12月 8日	JP H0781860 B2	1995年 9月 6日
CN	108196225	A	2018年 6月 22日	无	