



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115616562 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 17

(21) 申请号 202210101127.7

G01S 13/06 (2006.01)

(22) 申请日 2022.01.27

G01S 7/41 (2006.01)

(30) 优先权数据

10-2021-0092279 2021.07.14 KR

(71) 申请人 智能雷达系统有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 姜明究 李在容

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理

事务所(普通合伙) 11447

专利代理师 南毅宁

(51) Int. Cl.

G01S 13/87 (2006.01)

G01S 13/70 (2006.01)

G01S 13/66 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

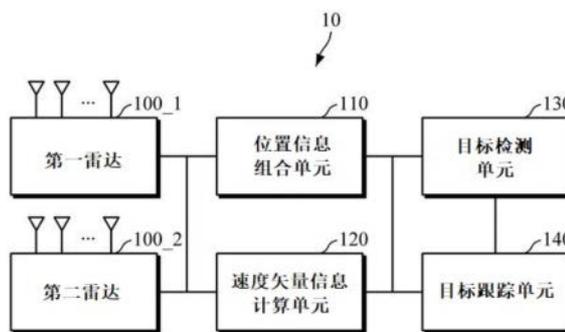
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

使用雷达检测目标的装置和方法

(57) 摘要

在根据本发明的一个方面的用于使用雷达检测目标的装置中,第一雷达和第二雷达是多通道雷达,每个多通道雷达包括多个发射天线和多个接收天线,第一雷达和第二雷达彼此间隔安装,根据从第一雷达获取的目标的第一位置信息和第一速度信息以及从第二雷达获取的所述目标的第二位置信息和第二速度信息,计算所述目标的位置信息和所述目标的速度矢量信息,然后用于检测和跟踪所述目标。



1. 一种使用雷达检测目标的装置,所述装置包括:

第一雷达,为包括多个发射天线和多个接收天线的多通道雷达,所述第一雷达输出目标的第一位置信息和第一速度信息;

第二雷达,为包括多个发射天线和多个接收天线的多通道雷达,所述第二雷达被安装为与所述第一雷达间隔开,所述第二雷达输出所述目标的第二位置信息和第二速度信息;

位置信息组合单元,被配置为根据所述第一位置信息和所述第二位置信息计算所述目标的组合位置信息;以及

速度矢量信息计算单元,被配置为根据所述第一速度信息和所述第二速度信息计算所述目标的速度矢量信息。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括:

目标检测单元,被配置为通过根据所述目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息对所述目标的点云进行聚类以检测所述目标。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,还包括:

目标跟踪单元,被配置为根据检测到的目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息来跟踪所述目标。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述目标跟踪单元根据先前检测到的所述目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息来预测所述目标的运动位置,并基于预测的位置对点云进行聚类以重新检测和跟踪所述目标。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述第一雷达和所述第二雷达被安装为彼此间隔开,以使安装有所述第一雷达的表面和安装有所述第二雷达的表面形成倾角。

6. 一种使用雷达检测目标的装置,所述装置包括:

N个雷达,为多通道雷达,每一个雷达都包括多个发射天线和多个接收天线,所述N个雷达被安装为彼此间隔开,并且输出目标的多个位置信息和多个速度信息,其中N为大于或等于3的自然数;

位置信息组合单元,被配置为根据所述雷达输出的所述多个位置信息计算所述目标的组合位置信息;以及

速度矢量信息计算单元,被配置为根据所述雷达输出的所述多个速度信息计算所述目标的速度矢量信息。

7. 一种使用雷达检测目标的方法,所述方法是通过用于检测目标的装置来检测目标的方法,所述用于检测目标的装置使用包括多个发射天线和多个接收天线的多通道雷达来检测目标,所述方法包括:

通过第一雷达获取目标的第一位置信息和第一速度信息;

通过与所述第一雷达间隔安装的第二雷达获取所述目标的第二位置信息和第二速度信息;

根据所述第一位置信息和所述第二位置信息计算所述目标的组合位置信息;以及

根据所述第一速度信息和所述第二速度信息计算所述目标的速度矢量信息。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,还包括:

根据所述目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息对所述目标的点云进行聚类以检测所述目标。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,还包括:

根据检测到的目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息来跟踪所述目标。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述目标的跟踪包括:

根据先前检测到的目标的所述组合位置信息和所述目标的所述速度矢量信息,预测所述目标的移动位置;以及

基于预测的位置对点云进行聚类,以重新检测和跟踪所述目标。

## 使用雷达检测目标的装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年7月14日提交韩国知识产权局的韩国专利申请10-2021-0092279的优先权,其公开的内容通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 以下描述涉及使用雷达检测运动目标的技术,更具体地,涉及一种使用两个或更多个多通道雷达检测运动目标的装置和方法。

### 背景技术

[0004] 雷达是为军事目的而开发的,但近年来,为了在各领域检测目标的目的,其使用范围正在扩大。

[0005] 特别是,车辆雷达被广泛用于驾驶员安全系统、自动驾驶等方面。车辆雷达主要使用77GHz调频连续波(FMCW)方法,根据线性调频信号与线性调频信号发射后被目标反射时反射的信号之间的频率差(即拍频)的距离来测量延迟时间。

[0006] 由于其角度检测性能低,雷达通常可以将目标作为单点来检测,但包括图像雷达在内的多通道雷达可通过增加发射和接收天线的数量来将目标作为点云来检测。

[0007] 然而,在这样的多通道雷达中,当考虑到雷达设备的尺寸时,由于天线之间的间隔很窄,因此仍然难以跟踪在与雷达水平的方向上运动的目标。也就是说,在雷达中,朝向或远离雷达方向上的运动是通过多普勒效应来确定的,但与雷达水平方向的运动是通过单独的预测模型来确定的。在这种情况下,可以预测物体(例如,车辆)在预定方向上的运动,但是难以预测物体(例如,人)的不规则运动。

[0008] 【相关技术文件】

[0009] 【专利文件】

[0010] (专利文件001)韩国公开专利10-2019-0081257

### 发明内容

[0011] 本发明内容部分以简化的形式介绍了一系列概念,在下面的具体实施方式部分中对这些概念进行进一步描述。本发明内容不旨在标识所要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于帮助确定所要求保护的主题的范围。

[0012] 以下描述涉及能够获取目标的速度信息作为二维或更多信息以提高目标检测精度并预测目标的运动方向以提高目标跟踪性能的装置和方法。

[0013] 在一个总的方面,一种使用雷达检测目标的装置包括第一雷达、第二雷达、位置信息组合单元和速度矢量信息计算单元。

[0014] 第一雷达和第二雷达可以是多通道雷达,每个雷达包括多个发射天线和多个接收天线。第一雷达和第二雷达可以安装为彼此间隔开。第一雷达可以输出目标的第一位置信息和第一速度信息,第二雷达可以输出目标的第二位置信息和第二速度信息。

[0015] 位置信息组合单元可以根据第一位置信息和第二位置信息计算目标的组合位置信息,速度矢量信息计算单元可以根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息。

[0016] 在另一方面,该装置还可以包括目标检测单元,目标检测单元可以根据目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息对目标的点云进行聚类来检测目标。

[0017] 在另一方面,该装置还可以包括目标跟踪单元,目标跟踪单元可以根据检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来跟踪目标。更具体地,目标跟踪单元可以根据先前检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的运动位置,并且可以基于预测的位置对点云进行聚类以重新检测和跟踪目标。

[0018] 在各个方面,第一雷达和第二雷达可以被安装为彼此间隔开,使得安装有第一雷达的表面和安装有第二雷达的表面形成倾角。

[0019] 在另一方面,用于检测目标的装置中使用的雷达的数量可以增加至N(其中N是大于或等于3的自然数)。

[0020] 在又一方面,一种用于检测目标的装置的目标检测方法包括通过第一雷达获取目标的第一位置信息和第一速度信息,通过安装成与第一雷达隔开的第二雷达获取目标的第二位置信息和第二速度信息,根据第一位置信息和第二位置信息计算目标的组合位置信息,以及根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息,其中第一雷达和第二雷达是多通道雷达,每个雷达包括多个发射天线和多个接收天线。

[0021] 在又一方面,方法还可以包括根据目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息对目标的点云进行聚类以检测目标。

[0022] 在又一方面,方法还可以包括根据检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来跟踪目标。具体地,目标的跟踪可以包括根据先前检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的运动位置,并基于预测的位置对点云进行聚类以重新检测并跟踪目标。

## 附图说明

[0023] 图1示出了利用单个雷达获得目标的多普勒速度的相关技术的示例。

[0024] 图2示出了利用多个雷达获得目标的多普勒速度的示例。

[0025] 图3是根据本发明的用于检测目标的装置的框图。

[0026] 图4是可用于根据本发明的用于检测目标的装置中的调频连续波(FMCW)雷达的框图。

[0027] 图5示出了将第二雷达坐标系变换为第一雷达坐标系的概念。

[0028] 图6示出了使用由第一雷达检测到的多普勒速度和由第二雷达检测到的多普勒速度来计算的目標的速度矢量。

[0029] 图7示出了预测的目标的位置以及基于预测的位置重新检测目标的概念。

[0030] 图8是根据本发明一个实施例的检测目标的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0031] 上述方面和其他方面通过以下参照附图描述的实施例来体现。应当理解,每个实

施例的组件可以在一个实施例中以各种方式组合,除非另有说明或相互矛盾。框图中的每个块在一些情况下可以是物理部分的表示,但在其他情况下可以是一个物理部分的一部分功能或多个物理部分的功能的逻辑表示。在某些情况下,块或块的一部分的条目(entry)可以是一组程序指令。所有或一些块可以实现为硬件、软件或其组合。

[0032] 图1示出了利用单个雷达获得目标的多普勒速度的相关技术的示例。图1所示的雷达可以处理由目标反射的信号以获得目标的位置、多普勒速度等。与只能获取目标的径向距离的单通道雷达不同,图1中所示的雷达可以具有多通道来获得角度分量,并且可以使用到目标的距离和角度分量来计算目标的位置作为相应雷达坐标系上的坐标。此外,图1所示的雷达可以获得多普勒速度。然而,对于图1的雷达,多普勒速度是在远离或朝向雷达的方向上获得的。因此,当图1的目标在与雷达保持距离的同时运动时,图1的雷达不能很好地检测到目标的运动。这是因为,即使图1的雷达是多通道雷达,但考虑到雷达设备的尺寸,接收天线之间的间隔非常窄,因此对于每个通道,多普勒速度方向几乎相同。因此,在使用图1的单雷达检测目标的方法中,由于雷达只能检测与目标跟踪相关的雷达方向上的运动,而不能检测与雷达水平的方向上的运动,因此对于水平运动应使用单独的预测模型来预测目标的运动。

[0033] 图2示出了利用多个雷达获得目标的多普勒速度的示例。如图2所示,通过使用两个雷达,可以利用每个雷达获得的目标的多普勒速度来准确预测目标的运动。即通过第一雷达可以得到目标在第一雷达方向的多普勒速度,通过第二雷达可以得到目标在第二雷达方向的多普勒速度,然后,可以使用这两个多普勒速度获得目标的速度矢量。如图1所示,图2所示的第一雷达和第二雷达也是多通道雷达。与图1的示例不同,在通过第二雷达的测量值变换为第二雷达坐标系之后,能够基于第一雷达准确地检测目标在平行于第一雷达的方向上的运动。另外,当使用图2的方法时,可以检测其方向不规则地改变的目标的运动。

[0034] 因此,由于如图2所示的使用多个雷达检测目标的方法也能够检测与目标跟踪相关的雷达水平方向上的运动,因此为了预测目标的运动,不需要对水平运动使用单独的预测模型。

[0035] 图3是根据本发明的用于检测目标的装置的框图。如图3所示,根据本发明一个方面的使用雷达检测目标的装置10包括第一雷达100\_1、第二雷达100\_2、位置信息组合单元110和速度矢量信息计算单元120。

[0036] 第一雷达100\_1是包括多个发射天线和多个接收天线的多通道雷达。第一雷达100\_1可以是调频连续波(FMCW)雷达。

[0037] FMCW雷达根据从通过被线性调频发射的发射信号和当发射信号被目标反射时接收的接收信号获得的拍频来计算到目标的距离和目标的多普勒速度。

[0038] 图4是可用于根据本发明的用于检测目标的装置中的FMCW雷达的框图。图4所示的框图是一般的FMCW雷达的框图,下面对各个组成部分进行简要说明。压控振荡器(VCO)产生并输出频率被线性调制的振荡信号,功率放大器PA放大排除噪声的信号,然后通过发射天线发射雷达信号。然后,低噪声放大器LNA对通过接收天线接收到的信号进行放大,混频器将放大后的信号与VCO的输出信号进行混频,以生成用于生成拍频信号的混合信号。低通滤波器(LPF)仅对从混频器输出的信号的低频带中的信号进行滤波,并去除其高频分量的噪声,然后,模数转换器(ADC)将低频段的信号转换成数字信号。转换后的数字信号经过第一

测距快速傅里叶变换 (FFT) (range FFT)、第二FFT(多普勒FFT)、恒虚警率 (CFAR) 检测、以及角度分量计算(角度估计)来计算目标的距离、速度和角度。图4的雷达输出可以是被检测为目标的点云的一组距离、速度和角度,或者是点云的一组坐标(雷达坐标系上的坐标)和速度。

[0039] 第一雷达100\_1处理接收到的信号并输出目标的第一位置信息和第一速度信息。在这种情况下,第一位置信息是被检测为目标的点的一组距离和角度或点的一组坐标(雷达坐标系上的坐标)。第一速度信息是被检测为目标的点的一组多普勒速度。

[0040] 尽管已经描述了第一雷达100\_1是FMCW雷达的情况,但是本发明不限于此,并且第一雷达100\_1可以是其他类型的雷达。

[0041] 第二雷达100\_2也是包括多个发射天线和多个接收天线的多通道雷达。第二雷达100\_2可以是FMCW雷达。然而,本发明不限于此,第二雷达100\_2可以是其他类型的雷达。第二雷达100\_2被安装成与第一雷达100\_1隔开预定距离。第二雷达100\_2可以安装成与第一雷达100\_1间隔50cm或更多。

[0042] 在这种情况下,第一雷达100\_1和第二雷达100\_2可以安装为使得安装第一雷达100\_1的表面和安装第二雷达100\_2的表面形成预定倾角 $\theta$ 。为了增加通过第一雷达100\_1获得的目標的多普勒速度和通过第二雷达100\_2获得的多普勒速度之间的方向偏差,第一雷达100\_1和第二雷达100\_2可被安装成彼此间隔以形成倾角。

[0043] 第二雷达100\_2处理接收到的信号以输出目标的第二位置信息和第二速度信息。第二位置信息也是被检测为目标的点的一组距离和角度或点的一组坐标(雷达坐标系上的坐标)。第二速度信息也是被检测为目标的点的一组多普勒速度。

[0044] 第一雷达100\_1和第二雷达100\_2是多通道雷达,其将一个目标检测为多个点,即点云。由于目标通常是具有体积的物体,因此第一雷达100\_1和第二雷达100\_2由于其安装位置的不同而将相同的目標检测为不同的点云。

[0045] 位置信息组合单元110根据第一位置信息和第二位置信息计算目标的组合位置信息。第一位置信息是第一雷达100\_1获取的位置信息,是第一雷达坐标系上的位置信息。第二位置信息是第二雷达100\_2获取的位置信息,是第二雷达坐标系上的位置信息。由于第一位置信息和第二位置信息具有不同的坐标系,因此不能通过简单地组合两个位置信息来创建点云。图5示出了将第二雷达坐标系变换为第一雷达坐标系的概念。如图5所示,第一雷达100\_1和第二雷达100\_2的安装面之间形成倾角 $\theta$ ,并且沿水平轴彼此间隔 $x_r$ ,沿垂直轴彼此间隔 $y_r$ 。在图5的示例中,位置信息组合单元110将通过第二雷达100\_2获取的位置信息 $(x, y)$ 旋转并变换 $\theta$  (①),并考虑雷达中心之间的距离差 $x_r$ 和 $y_r$ 来移动和变换位置信息 $(x, y)$ 。也就是说,基于第二雷达坐标的位置 $(x, y)$ 处的目标点反向旋转两个雷达之间的角度,并变换为获得的坐标 $(x^0, y^0)$  ( $x^0 = x \sin \theta + y \cos \theta, y^0 = x \cos \theta - y \sin \theta$ ),然后获得移动和变换的坐标 $(x', y')$  ( $x' = x_r - x^0, y' = y^0 - y_r$ )。第二雷达100\_2检测到的目标可以变换到第一雷达坐标系,对应的点可以是第一雷达100\_1检测到的点,也可以是第一雷达100\_1没有检测到的点。

[0046] 当位置信息组合单元110将第一位置信息和第二位置信息进行组合时,将第二雷达100\_2检测到的目标的点变换到第一雷达坐标系,然后与第一雷达100\_1检测到的目标的点进行组合,从而生成点云。通过将两个坐标系进行组合生成的点云可以是第一雷达100\_1

检测到的目标点和第二雷达100\_2检测到的目标点的集合,并且一些点可以是两个雷达都检测到的点。

[0047] 在上述示例中,坐标被变换为第一雷达坐标系,但是当然,也可以基于第二雷达坐标系变换坐标。

[0048] 速度矢量信息计算单元120根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息。第一速度信息为第一雷达100\_1检测到的目标的多普勒速度,即朝向或远离第一雷达100\_1方向的多普勒速度,是第一雷达坐标系上的多普勒速度信息。第二速度信息为第二雷达100\_2检测到的目标的多普勒速度,即朝向或远离第二雷达100\_2方向的多普勒速度,是第二雷达坐标系上的多普勒速度信息。可以使用第一速度信息和第二速度信息来预测目标的运动。在这种情况下,可以通过将第二速度信息变换为第一坐标系来利用第二速度信息。图6示出了使用由第一雷达100\_1检测到的多普勒速度和由第二雷达100\_2检测到的多普勒速度来计算目标的速度矢量。如图6所示,目标的实际速度矢量(矢量3)被计算为由第一雷达100\_1指向第一雷达100\_1的多普勒速度矢量(矢量1)。在这种情况下,由于从目标到达直线a上的点的所有矢量都被计算为第一雷达100\_1指向第一雷达100\_1的多普勒速度矢量(矢量1),因此无法仅由第一雷达100\_1计算的多普勒速度而知道目标的实际速度。此外,目标的实际速度矢量(矢量3)可以计算为由第二雷达100\_2指向第二雷达100\_2的多普勒速度矢量(矢量2),并且从目标到达直线b上的点的所有矢量可被计算为由第二雷达100\_2指向第二雷达100\_2的多普勒速度矢量(矢量2)。因此,相反地,对于目标,能够从第一雷达100\_1计算的多普勒速度(矢量1)和第二雷达100\_2计算的多普勒速度(矢量2)获得实际速度矢量(矢量3)。

[0049] 根据本发明的另一个方面,用于检测目标的装置10还可以包括目标检测单元130。

[0050] 目标检测单元130可以通过根据目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息对目标的点云进行聚类来检测目标。目标检测单元130将第一雷达100\_1检测到的点聚类为相邻点组,并将第二雷达100\_2检测到的点聚类为相邻点组。位置信息组合单元110可以基于第一雷达坐标系来变换第二雷达100\_2的目标位置,以在第一雷达坐标系上再次对点进行聚类。然而,根据本发明的各个方面,可以通过首先执行坐标变换然后对第一雷达坐标系上的点进行聚类来生成点云。在这种情况下,可以使用用于计算相邻点的欧几里德距离的基于密度的空间聚类应用(DBSCAN)算法作为聚类算法,也可以使用其他聚类算法。此外,目标检测单元130可以使用由速度矢量信息计算单元120计算的点的速度矢量信息来准确地检测目标。例如,由于两个点云是相邻的,因此即使在诸如欧几里德距离中将两个点云检测为一个点云(当两个目标实际上相邻时),点云也可以再次被分成具有相同或相似的点的多个速度矢量信息的点组。

[0051] 此外,目标检测单元130可以将连续跟踪的点云检测为准确目标。即,目标检测单元130可以对临时出现和消失的幻影目标进行连续地跟踪和移除。

[0052] 根据本发明的另一个方面,用于检测目标的装置10还可以包括目标跟踪单元140。

[0053] 目标跟踪单元140可以根据检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来跟踪目标。目标跟踪单元140可以将由目标检测单元130检测到的点云登记在目标候选组中,然后可以跟踪对应的点云。目标跟踪单元140可以使用目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的下一个位置。

[0054] 更具体地,目标跟踪单元140可以根据在前一帧中检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的移动位置。目标跟踪单元140可以基于预测位置对根据当前输入的雷达信号计算的目标的点云进行聚类来重新检测和跟踪目标。即,对于所预测的位置周围的点,目标跟踪单元140通过使用诸如DBSCAN算法之类的算法再次组合点云来重新检测目标。重复这样的过程,直到目标偏离指定的感兴趣区域(ROI)。

[0055] 图7示出了预测的目标的位置以及基于所预测位置重新检测目标的概念。如图7所示,根据先前检测到的目标的位置,使用目标的速度矢量来预测目标的位置,并且基于所预测的位置通过再次执行聚类来重新检测目标。

[0056] 根据本发明的另一方面,用于检测目标的装置10中使用的雷达的数量可以增加至N(其中N是大于或等于3的自然数)。也就是说,用于检测目标的装置10可以包括N个雷达(其中N是大于或等于3的自然数),并且所有的雷达可以是多通道雷达,每个雷达包括多个发射天线和多个接收天线。此外,N个雷达(其中N是大于或等于3的自然数)可以安装为彼此间隔开,以输出目标的位置信息和速度信息。

[0057] 本方面的位置信息组合单元110可以根据各个雷达输出的多个位置信息计算目标的组合位置信息。可以将一个雷达的坐标系设置为公共坐标系,也可以将单独的全局坐标系作为公共坐标系。

[0058] 本方面的速度矢量信息计算单元120可以根据各个雷达输出的多个速度信息来计算目标的速度矢量信息。

[0059] 根据本发明的用于检测目标的装置10的一个实施例的检测目标的方法包括通过第一雷达100\_1获取目标的第一位置信息和第一速度信息的操作,通过安装成与第一雷达100\_1隔开的第二雷达100\_2获取目标的第二位置信息和第二速度信息的操作,根据第一位置信息和第二位置信息计算目标的组合位置信息的操作,以及根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息的操作。第一雷达100\_1和第二雷达100\_2可以是多通道雷达,每个雷达包括多个发射天线和多个接收天线,并且可以是FMCW雷达。

[0060] 获取第一位置信息和第一速度信息的操作是处理通过第一雷达100\_1接收到的信号并输出目标的第一位置信息和第一速度信息的操作。在这种情况下,第一位置信息是被检测为目标的点的一组距离和角度或点的一组坐标(雷达坐标系上的坐标)。第一速度信息是被检测为目标的点的一组多普勒速度。

[0061] 获取第二位置信息和第二速度信息的操作是通过安装成与第一雷达100\_1间隔开的第二雷达100\_2输出第二位置信息和第二速度信息的操作。第二位置信息也是被检测为目标的点的一组距离和角度或点的一组坐标(雷达坐标系上的坐标)。第二速度信息也是被检测为目标的点的一组多普勒速度。

[0062] 第一雷达100\_1和第二雷达100\_2是多通道雷达,其将一个目标检测为多个点,即点云。由于目标通常是具有体积的物体,因此第一雷达100\_1和第二雷达100\_2由于其安装位置的不同而将相同的目标检测为不同的点云。

[0063] 计算目标的组合位置信息的操作是根据第一位置信息和第二位置信息计算目标的组合位置信息的操作。第一位置信息是第一雷达100\_1获取的位置信息,是第一雷达坐标系上的位置信息,第二位置信息是第二雷达100\_2获取的位置信息,是第二雷达坐标系上的位置信息。由于第一位置信息和第二位置信息具有不同的坐标系,因此不能通过简单地将

两个位置信息进行组合来创建点云。图5示出将第二雷达坐标系变换为第一雷达坐标系的概念,图5的说明与上述相同。

[0064] 当通过计算目标的组合位置信息的操作来将第一位置信息和第二位置信息进行组合时,将第二雷达100\_2检测到的目标的点变换到第一雷达坐标系,然后与第一雷达100\_1检测到的目标的点进行组合,从而生成点云。通过将两个坐标系进行组合生成的点云可以是第一雷达100\_1检测到的目标点和第二雷达100\_2检测到的目标点的集合,并且一些点可以是两个雷达都检测到的点。

[0065] 计算目标的速度矢量信息的操作是根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息的操作。第一速度信息为第一雷达100\_1检测到的目标的多普勒速度,即朝向或远离第一雷达100\_1方向的多普勒速度,是第一雷达坐标系上的多普勒速度信息。第二速度信息为第二雷达100\_2检测到的目标的多普勒速度,即朝向或远离第二雷达100\_2方向的多普勒速度,是第二雷达坐标系上的多普勒速度信息。可以使用第一速度信息和第二速度信息来预测目标的运动。在这种情况下,可以通过将第二速度信息变换到第一坐标系来利用第二速度信息。图6示出了使用由第一雷达100\_1检测到的多普勒速度和由第二雷达100\_2检测到的多普勒速度来计算的目標的速度矢量,图6的说明与上述相同。

[0066] 根据本发明的检测目标的方法还可以包括根据目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息对目标的点云进行聚类以检测目标的操作。

[0067] 目标检测操作是根据目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息对目标的点云进行聚类以检测目标的操作。在检测目标的操作中,第一雷达100\_1检测到的点被聚类为相邻点组,第二雷达100\_2检测到的点被聚类为相邻点组。在检测目标的操作中,可以在计算目标的组合位置信息的操作中基于第一雷达坐标系来变换第二雷达100\_2的目标位置,并且可以在第一雷达坐标系上再次对点进行聚类。然而,根据本发明的各个方面,可以通过首先执行坐标变换然后对第一雷达坐标系上的点进行聚类来生成点云。在这种情况下,可以使用用于计算相邻点的欧几里得距离的DBSCAN算法作为聚类算法,或者可以使用其他聚类算法。另外,在检测目标的操作中,可以使用通过计算目标的速度矢量的操作计算出的点的速度矢量信息来准确地检测目标。例如,由于两个点云是相邻的,因此即使在诸如欧几里得距离中将两个点云检测为一个点云(当两个目标实际上相邻时),点云也可以再次被分成具有相同或相似的点的多个速度矢量信息的点组。

[0068] 此外,在检测目标的操作中,可以将连续跟踪的点云检测为准确的目标。即在检测目标的操作中,可以对临时出现和消失的幻影目标进行连续跟踪和移除。

[0069] 本发明的检测目标的方法还可以包括根据额外检测到的目标的组合位置信息和目标的目标速度矢量信息来跟踪目标。

[0070] 跟踪目标的操作是根据检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来跟踪目标的操作。在跟踪目标的操作中,可以将检测到的点云登记到目标候选组中,然后可以跟踪对应的点云。在跟踪目标的操作中,可以使用目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的下一个位置。

[0071] 具体地,跟踪目标的操作可以包括根据先前检测到的目标的组合位置信息和目标的速度矢量信息来预测目标的运动位置的操作,以及基于预测的位置对点云进行聚类以重新检测并跟踪目标的操作。在跟踪目标的操作中,对于预测的位置周围的点,使用DBSCAN算

法等算法再次组合点云,以重新检测目标。重复这样的过程,直到目标偏离ROI。

[0072] 图8是根据本发明一个实施例的检测目标的方法的流程图。参考图8,用于检测目标的装置通过第一雷达100\_1获取目标的第一位置信息和第一速度信息(S8000),并通过安装为与第一雷达100\_1间隔开的第二雷达100\_2获取目标的第二位置信息和第二速度信息(S8010)。用于检测目标的装置10根据第一位置信息和第二位置信息基于第一雷达坐标系计算目标的组合位置信息(S8020),并根据第一速度信息和第二速度信息计算目标的速度矢量信息(S8030)。用于检测目标的装置10根据目标的组合位置信息和速度矢量信息对目标的点云进行聚类以检测目标(S8040),使用先前检测到的目标的组合位置信息和速度矢量信息预测目标的下一个移动位置(S8050),然后基于预测的位置再次对点进行聚类以重新检测和跟踪目标(S8060)。重复跟踪目标,直到目标偏离ROI。

[0073] 根据本发明,能够获取目标的速度信息作为二维或更多信息以提高目标检测精度,并且能够预测目标的运动方向以提高目标跟踪性能。

[0074] 尽管上面已经参照附图使用实施例描述了本发明,但是本发明不限于此。本发明应被解释为包括本领域普通技术人员可以明显地从上述实施例得出的各种修改实施例。下面的权利要求旨在包括这样的修改实施例。

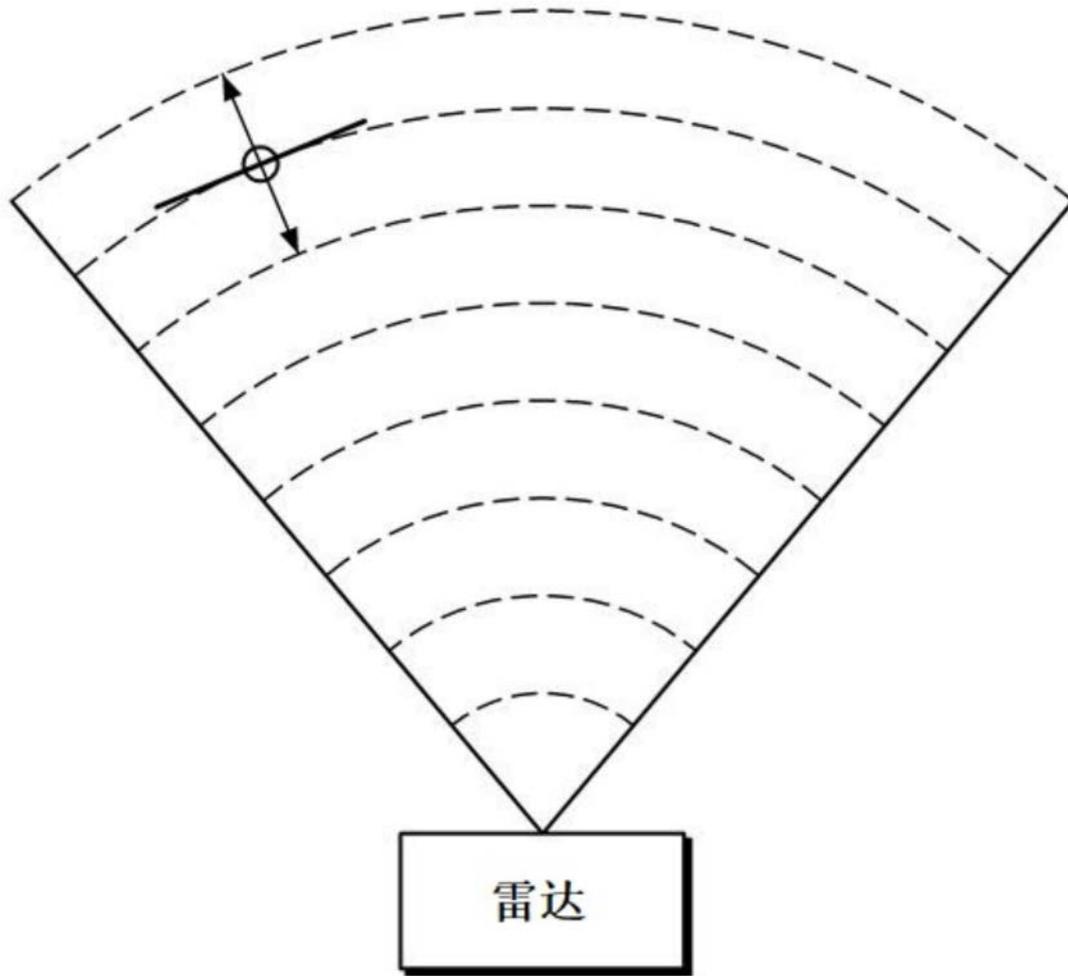


图1

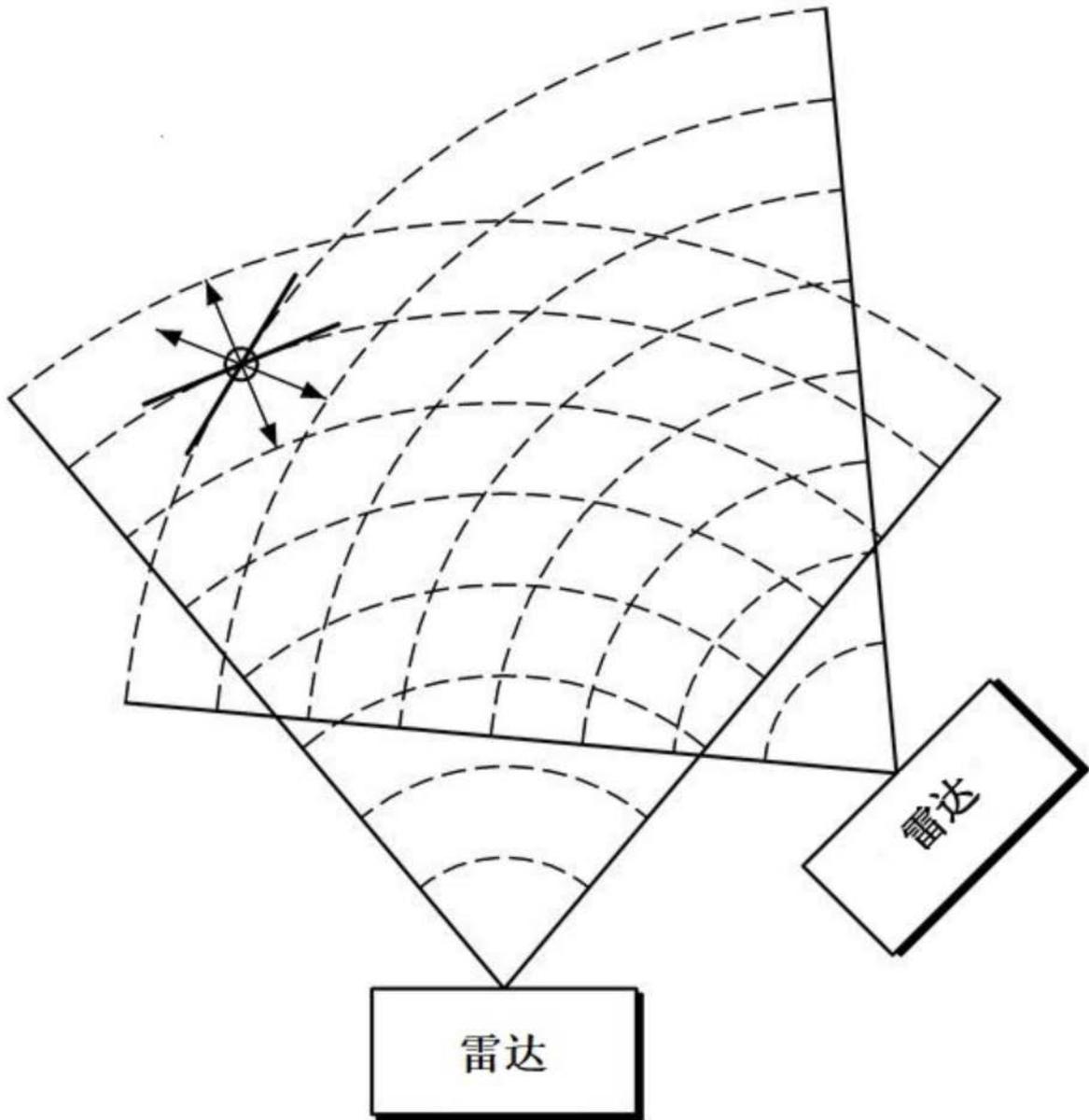


图2

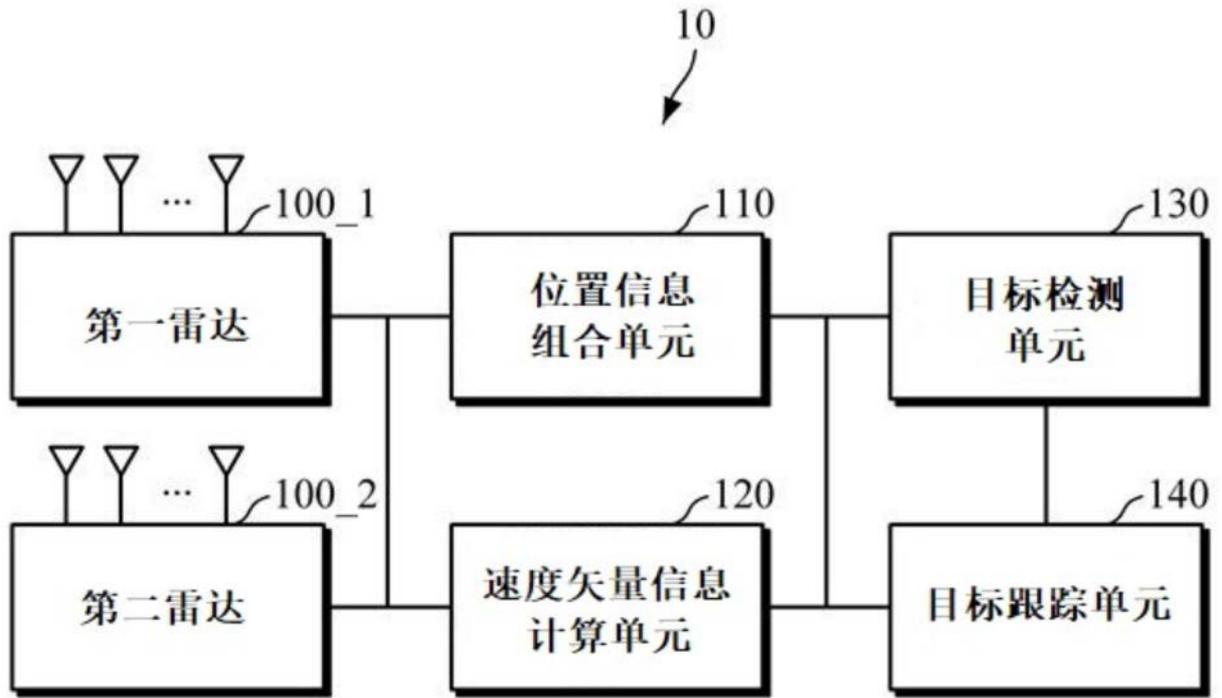


图3

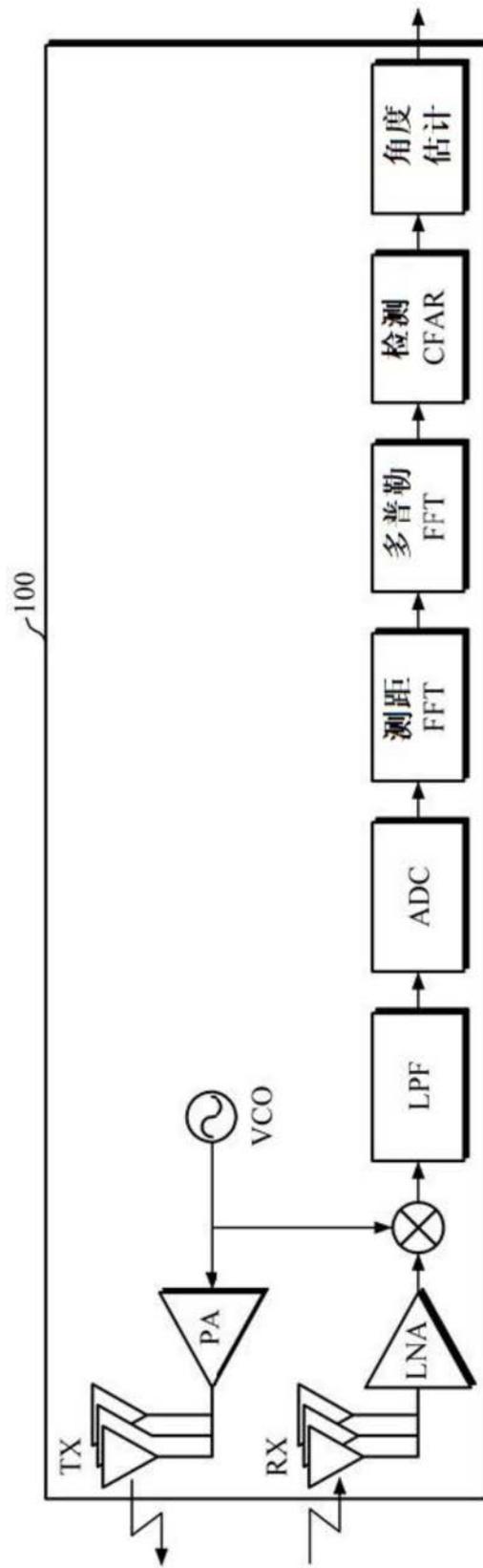


图4

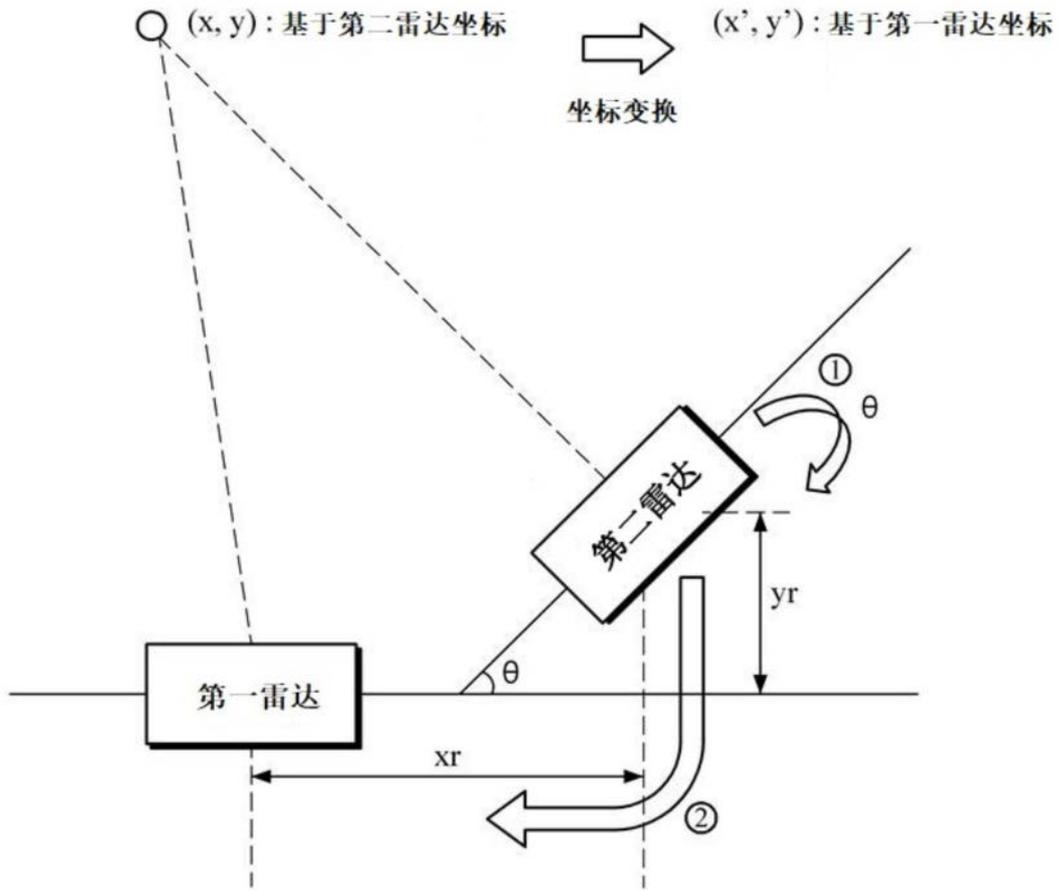


图5

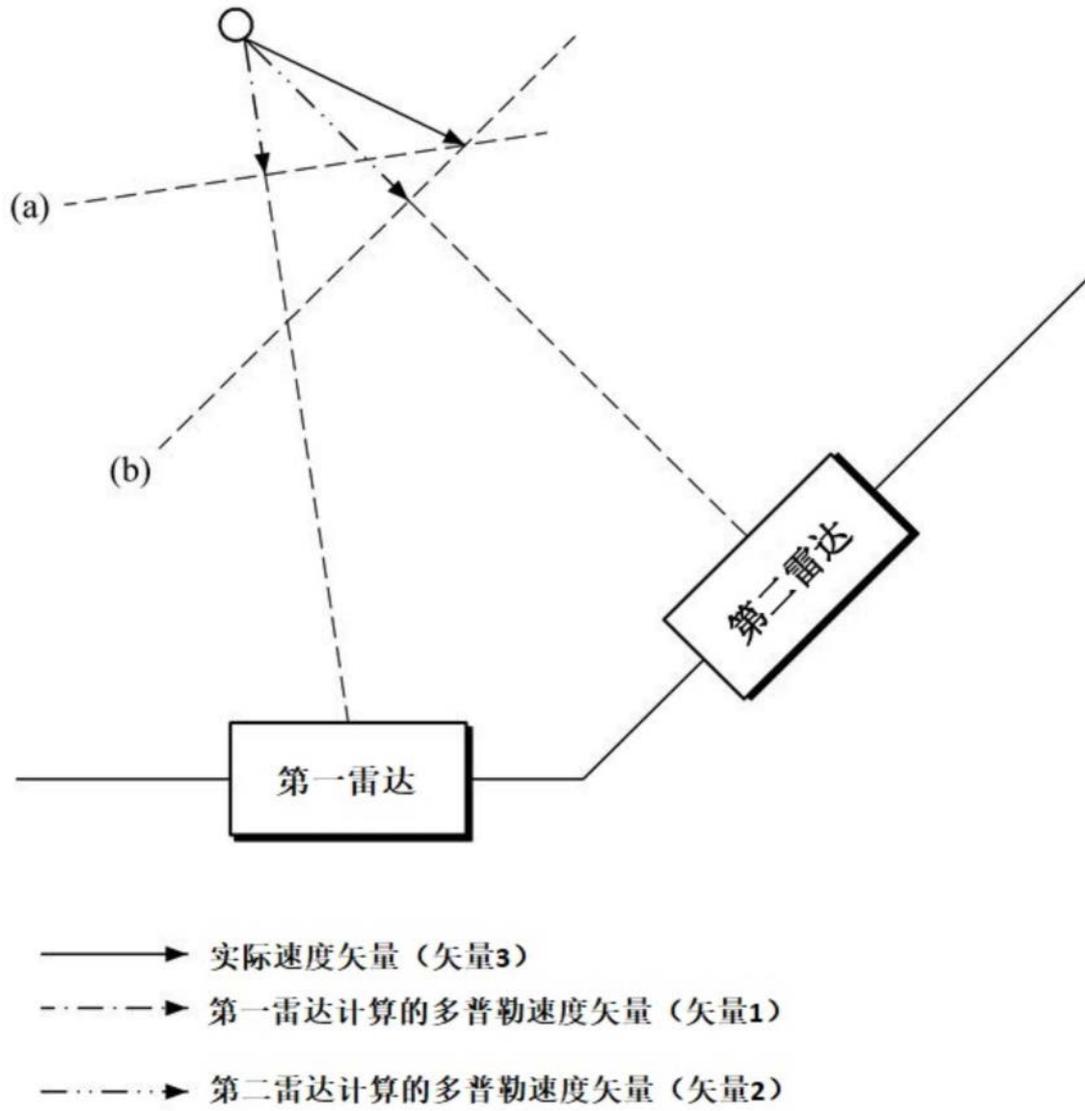


图6

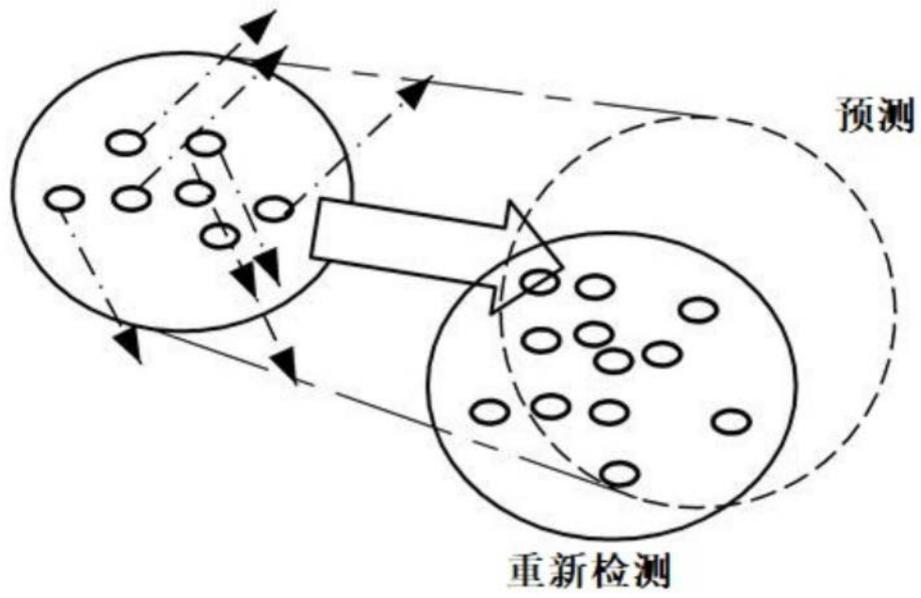


图7

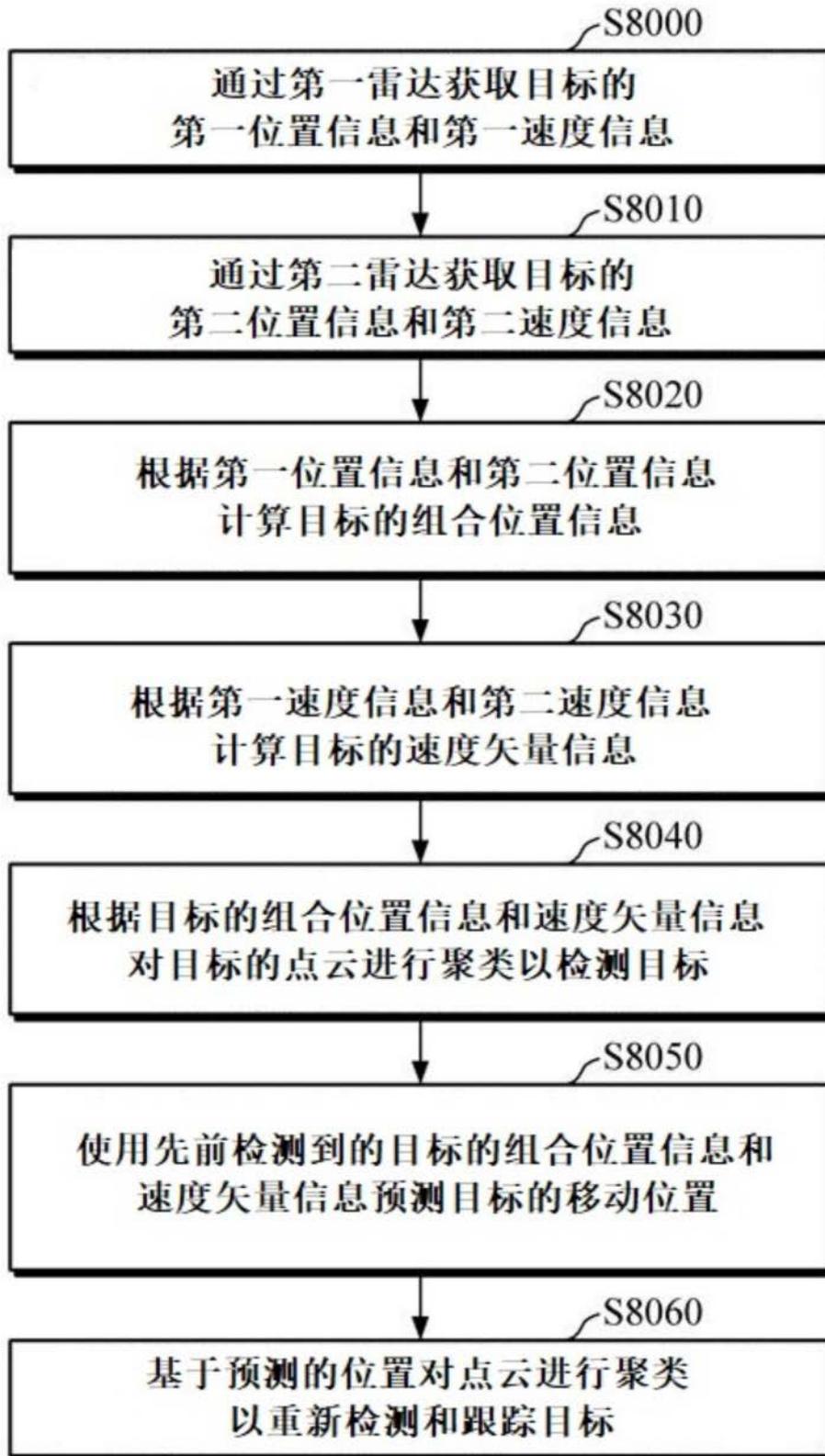


图8