



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111712731 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 30

(21) 申请号 201980012179.3

(22) 申请日 2019.07.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111712731 A

(43) 申请公布日 2020.09.25

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.08.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2019/097680 2019.07.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/012254 ZH 2021.01.28

(73) 专利权人 深圳市大疆创新科技有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新区
南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研
大楼6楼

(72) 发明人 刘寒颖 邱凡 李星河

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 吕朝蕙

(51) Int.Cl.
G01S 13/931 (2020.01)
G06V 20/58 (2022.01)
G06V 10/80 (2022.01)

(56) 对比文件
CN 108226883 A, 2018.06.29
CN 108872991 A, 2018.11.23
CN 109212530 A, 2019.01.15
CN 109443369 A, 2019.03.08
US 2018260636 A1, 2018.09.13
WO 2018127789 A1, 2018.07.12

审查员 周小林

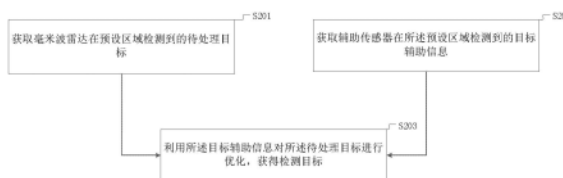
权利要求书6页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

目标检测方法、系统及可移动平台

(57) 摘要

一种目标检测方法、系统及可移动平台,该方法包括:获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息;利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标,即利用辅助传感器对毫米波雷达检测到的目标进行优化,克服了毫米波雷达分辨率不高,对于弱反射体不敏感等问题,提高了目标检测结果的准确率。



1. 一种目标检测方法,其特征在于,包括:
 - 获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;
 - 获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息,其中,所述目标辅助信息为目标点云;
 - 利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标;
 - 其中,所述方法还包括:
 - 利用点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,其中,所述点云俯视图为对所述目标点云进行地面分割处理得到的;
 - 所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:
 - 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标;
 - 或者,利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标;
 - 或者,在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标;
 - 或者,
 - 在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:
 - 对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;
 - 所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:
 - 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除;
 - 利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除;
 - 利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标。
 - 2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述辅助传感器包括以下至少一种:激光雷达、视觉传感器。
 - 3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述辅助传感器为激光雷达。
 - 4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在所述对所述目标点云进行地面分割处理之前,还包括:
 - 对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,在所述获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还包括:

对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;

对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。

7. 根据权利要求5或6所述的方法,其特征在于,在所述对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,还包括:

对所述待处理目标进行去噪处理。

8. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述对所述目标点云进行地面分割处理,包括:

根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。

9. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理,包括:

根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;

根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;

根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

10. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理,包括:

根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;

根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

11. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述对所述待处理目标进行去噪处理,包括:

获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;

对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除。

12. 一种目标检测系统,其特征在于,包括毫米波雷达、辅助传感器、存储器和处理器,其中,

所述存储器,用于存储程序指令;

所述处理器,用于执行所述程序指令,当所述程序指令被执行时,处理器执行如下步骤:

获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;

获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息,其中,所述目标辅助信息为目标点云;

利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标;

其中,所述处理器还用于:

利用点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,其中,所述点云俯视图为对所述目标点云进行地面分割处理得到的;

所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标;

或者,利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标;

或者,在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标;

或者

在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:

对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;

所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除;

利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除;

利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标。

13. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述辅助传感器包括以下至少一种:激光雷达、视觉传感器。

14. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述辅助传感器为激光雷达。

15. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述处理器在对所述目标点云进行地面分割处理之前,还用于:

对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

16. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述处理器在获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还用于:

对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;

对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

17. 根据权利要求16所述的系统,其特征在于,所述处理器利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标时,具体用于:

利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。

18. 根据权利要求16或17所述的系统,其特征在于,所述处理器在对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,还用于:

对所述待处理目标进行去噪处理。

19. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述处理器对所述目标点云进行地面分割处理,具体用于:

根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。

20. 根据权利要求15所述的系统,其特征在于,所述处理器对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理时,具体用于:

根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;

根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;

根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

21. 根据权利要求16所述的系统,其特征在于,所述处理器对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理时,具体用于:

根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;

根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

22. 根据权利要求18所述的系统,其特征在于,所述处理器对所述待处理目标进行去噪处理时,具体用于:

获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;

对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除。

23. 一种可移动平台,其特征在于,包括:可移动平台本体、毫米波雷达、辅助传感器和目标检测系统;所述毫米波雷达和所述辅助传感器设置在所述可移动平台本体上,所述可移动平台本体和所述目标检测系统无线连接或有线连接;

所述目标检测系统用于获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息,其中,所述目标辅助信息为目标点云;利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标;其中,所述目标检测系统还用于:利用点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,所述点云俯视图为对所述目标点云进行地面分割处理得到的;

所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标;

或者,利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待

处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标;

或者,在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标;

或者,

在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:

对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理;

所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除;

利用所述点云俯视图判断所述待处理目标是否处于激光增强范围内;在所述待处理目标处于所述激光增强范围内的情况下,判断所述待处理目标周围是否有激光点云连通区域;在所述待处理目标周围不存在所述激光点云连通区域的情况下,确定反射点为噪声点;根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除;

利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;根据聚类结果获得所述检测目标。

24.根据权利要求23所述的可移动平台,其特征在于,所述辅助传感器包括以下至少一种:

激光雷达、视觉传感器。

25.根据权利要求23所述的可移动平台,其特征在于,所述辅助传感器为激光雷达。

26.根据权利要求23所述的可移动平台,其特征在于,在所述目标检测系统对所述目标点云进行地面分割处理之前,还用于:

对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

27.根据权利要求23所述的可移动平台,其特征在于,在所述目标检测系统获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还用于:

对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;

对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

28.根据权利要求27所述的可移动平台,其特征在于,所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。

29.根据权利要求27或28所述的可移动平台,其特征在于,在所述目标检测系统对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,还用于:

对所述待处理目标进行去噪处理。

30.根据权利要求23所述的可移动平台,其特征在于,所述目标检测系统对所述目标点

云进行地面分割处理,包括:

根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。

31. 根据权利要求26所述的可移动平台,其特征在于,所述目标检测系统对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理,包括:

根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;

根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;

根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

32. 根据权利要求27所述的可移动平台,其特征在于,所述目标检测系统对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理,包括:

根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;

根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

33. 根据权利要求29所述的可移动平台,其特征在于,所述目标检测系统对所述待处理目标进行去噪处理,包括:

获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;

对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除。

34. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令,当处理器执行所述计算机执行指令时,实现如权利要求1至11任一项所述的目标检测方法。

目标检测方法、系统及可移动平台

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及目标探测技术,尤其涉及一种目标检测方法、系统及可移动平台。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,智能驾驶汽车渐渐被人们所熟知。实际应用中,智能驾驶汽车能够利用车载传感系统获取车辆周围环境,并将获取的道路、车辆位置和障碍物信息反馈给智能驾驶单元,智能驾驶单元接收到路况信息后根据路况信息计算控制信号,并将控制信号发送至车辆控制单元,车辆控制单元控制车辆安全、可靠地在道路上行驶。目标检测对于智能驾驶具有重要意义,影响其规划及导航策略。目标检测可以基于毫米波雷达进行,具体的,毫米波雷达通过发射电磁波以及接收目标的反射回波,为行车安全判断提供依据。

[0003] 然而,通常毫米波雷达分辨能力较低,以探测车辆为例,一般一辆车可能仅返回数个毫米波雷达点数据,无法精确描述车辆的轮廓和形状;又比如,对于弱反射体(如行人、自行车等)不敏感,容易造成漏检。因此,仅基于毫米波雷达的目标检测结果可能存在一些问题。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种目标检测方法、系统及可移动平台,以解决仅基于毫米波雷达的目标检测结果存在的问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供一种目标检测方法,包括:

[0006] 获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;

[0007] 获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息;

[0008] 利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。

[0009] 第二方面,本申请实施例提供一种目标检测系统,包括毫米波雷达、辅助传感器、存储器和处理器,其中,

[0010] 所述存储器,用于存储程序指令;

[0011] 所述处理器,用于执行所述程序指令,当所述程序指令被执行时,处理器执行如下步骤:

[0012] 获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;

[0013] 获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息;

[0014] 利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。

[0015] 第三方面,本申请实施例提供一种可移动平台,包括:可移动平台本体、毫米波雷达、辅助传感器和目标检测系统;所述毫米波雷达和所述辅助传感器设置在所述可移动平台本体上,所述可移动平台本体和所述目标检测系统无线连接或有线连接;

[0016] 所述目标检测系统用于获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息;利用所述目标辅助信息对所述待处理目

标进行优化,获得检测目标。

[0017] 第四方面,本申请实施例提供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计算机执行指令,当处理器执行所述计算机执行指令时,实现如上第一方面以及第一方面各种可能的设计所述的目标检测方法。

[0018] 本实施例提供的目标检测方法、系统及可移动平台,该方法通过获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标,获取辅助传感器在预设区域检测到的目标辅助信息,利用目标辅助信息对上述待处理目标进行优化,获得检测目标,即利用辅助传感器对毫米波雷达检测到的目标进行优化,克服了毫米波雷达分辨率不高,对于弱反射体不敏感等问题,提高了目标检测结果的准确率。

附图说明

[0019] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。

[0020] 图1为本申请实施例提供的目标检测系统架构示意图;

[0021] 图2为本申请实施例提供的一种目标检测方法的流程示意图;

[0022] 图3为本申请实施例提供的多径效应原理图;

[0023] 图4为本申请实施例提供的另一种目标检测方法的流程示意图;

[0024] 图5为本申请实施例提供的一种目标检测设备的硬件结构示意图;

[0025] 图6为本申请实施例提供的另一目标检测设备的硬件结构示意图;

[0026] 图7为本申请实施例提供的目标检测系统的硬件结构示意图;

[0027] 图8为本申请实施例提供的一种可移动平台的结构示意图。

[0028] 通过上述附图,已示出本申请明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本申请构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

具体实施方式

[0029] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0030] 目标检测对于智能驾驶具有重要意义,影响其规划及导航策略。在深度学习快速发展的今天,单目相机传感器对二维图像目标检测方案已经比较成熟,但对于深度的估计准确度仍不准确,且受天气和光照影响较大;双目相机能通过匹配实现测距,但同样受天气和环境光影响;激光传感器可实现对目标精确测距,但作用距离有限,对于100m外的目标难以稳定检测,且目前成本非常高,在较差天气下工作性能也受影响。相对而言,毫米波雷达由于波长较短,穿透性好,几乎不受天气和光照影响,且测量距离远,还可以测量目标速度。

[0031] 然而,通常毫米波雷达分辨能力较低,以探测车辆为例,一般一辆车可能仅返回数个毫米波雷达点数据,无法精确描述车辆的轮廓和形状;又比如,对于弱反射体(如行人、自行车等)不敏感,容易造成漏检。因此,仅基于毫米波雷达的目标检测结果可能存在一些问

题。

[0032] 为了解决该技术问题,本实施例提供一种目标检测方法,该方法利用辅助传感器对毫米波雷达检测到的目标进行优化,克服了毫米波雷达分辨率不高,对于弱反射体不敏感等问题,提高了目标检测结果的准确率。

[0033] 图1为本申请实施例提供的目标检测系统的架构示意图。如图1所示,本实施例提供的系统包括处理系统101。在一些实施方式中,处理系统101可以获取毫米波雷达的探测数据,然后进行处理从而检测到在预设区域的待处理目标,也可以获取辅助传感器的传感数据,然后进行处理从而检测得到在所述预设区域的目标辅助信息,还可以利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。在另一些实施方式中,毫米波雷达可以具有初步的数据处理功能,例如毫米波雷达带有终端计算能力,从而毫米波雷达可以对其探测数据进行初步数据处理而检测到在预设区域的待处理目标,并可以将该处理检测结果发送至处理系统101作后续进一步的计算;辅助传感器也可以具有初步的数据处理功能,从而辅助传感器可以对其传感数据进行初步数据处理而检测得到在所述预设区域的目标辅助信息,并可以将该处理检测结果发送至处理系统101作后续进一步的计算。这里,处理系统101可以为车用计算平台、无人飞行器处理器等。本实施例对处理系统101的实现方式不做特别限制,只要该处理系统101能够获取毫米波雷达和辅助传感器检测到的信息,并能够利用辅助传感器检测到的信息对毫米波雷达检测到的信息进行优化即可。毫米波雷达和辅助传感器可以根据实际情况进行安装,例如,以行驶中的目标车辆探测其他车辆为例,毫米波雷达和辅助传感器可以分别安装在目标车辆的指定位置处,对目标车辆周围的其它车辆进行探测,其中,目标车辆为任意一辆需要进行车辆探测的车辆。

[0034] 下面以具体地实施例对本申请的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术问题进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。下面将结合附图,对本申请的实施例进行描述。

[0035] 图2为本申请实施例提供的目标检测方法的流程示意图,本实施例的执行主体可以为图1所示实施例中的处理系统,如图2所示,该方法包括:

[0036] S201、获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标。

[0037] 其中,毫米波雷达是工作在毫米波波段 (millimeter wave) 探测的雷达。通常毫米波是指30~300GHz频域(波长为1~10mm)的波。毫米波的波长介于微波和厘米波之间,因此毫米波雷达兼有微波雷达和光电雷达的一些优点。上述预设区域可以为一个或多个需要进行目标检测的区域,可以由相关人员预先设置,例如,以探测车辆为例,设置安装毫米波雷达的车辆车体前方区域为预设区域,具体的,前方区域可以根据毫米波雷达的性能参数确定。

[0038] 可选的,在所述获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标后,还可以对所述待处理目标进行去噪处理。示例性的,对所述待处理目标进行去噪处理包括:获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除。

[0039] S202、获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息。

[0040] 可选的,所述辅助传感器包括以下至少一种:

[0041] 激光雷达、视觉传感器。

[0042] 其中,激光雷达是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统,其工作原理是向目标发射探测信号(激光束),然后将接收到的从目标反射回来的信号(目标回波)与发射信号进行比较,作适当处理后,就可获得目标的有关信息,如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数,从而对周边障碍物或移动物体等目标进行探测、跟踪和识别。视觉传感器是指利用光学元件和成像装置获取外部环境图像信息的仪器,通常用图像分辨率来描述视觉传感器的性能。

[0043] 可选的,所述辅助传感器为激光雷达,所述目标辅助信息为目标点云。

[0044] 可选的,在获取所述激光雷达在所述预设区域检测到的目标点云之后,还包括:

[0045] 对所述目标点云进行地面分割处理;

[0046] 根据地面分割处理结果获得点云俯视图。

[0047] 可选的,所述对所述目标点云进行地面分割处理,包括:

[0048] 根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。

[0049] 这里,可以根据三维坐标 (x, y, z) 划分三维网格(voxel),建立索引。然后对所述目标点云进行地面分割处理,获取地面区域和非地面区域。在一种实施方式中,可以判断落在同一二维坐标 (x, y) 网格里的所有目标点云的最大高度差是否超过阈值。如果超过,则判定该网格为障碍物,否则为地面,从而实现对目标点云的地面分割。其中,上述阈值可以根据实际情况设置。上述地面分割方法并行性高,可通过图形处理器(Graphics Processing Unit,简写GPU)加速实现。在另一种实施方式中,还可以对三维网格中的目标点云的密度进行统计,然后在二维坐标 (x, y) 上进一步分析密度分布,从而获取地面区域和非地面区域。当然还可以使用其他方式来实现目标点云的地面分割处理,本发明对此并不作限制。

[0050] 由于后续需要对毫米波雷达的检测结果进行优化,即融合毫米波雷达数据在一个二维平面上,因此需要将三维激光点云的障碍物部分投影到俯视图下,得到一张点云俯视图。进一步地,通过深度优先遍历的方法进行连通域计算,给各个连通域打上标签表示不同区域。

[0051] 可选的,在所述对所述目标点云进行地面分割处理之前,还包括:

[0052] 对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0053] 可选的,所述对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理,包括:

[0054] 根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;

[0055] 根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;

[0056] 根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0057] 示例性的,采用密度直方图的方法,统计点云的三维网格密度,然后分析每个网格的密度特征,从而判断网格内点云是否为噪声或空中障碍物。其中,点云噪声在三维空间中是孤立的,而空中障碍物和地面点云在同一个二维网格的不同高度上的密度会形成双峰或多峰,这些特性均能通过点云密度来描述。上述方法并行性高,可通过GPU加速实现。

[0058] 可选的,辅助传感器还可以是视觉传感器。例如,可以通过双目视觉传感器来获取周围环境的深度信息,结合双目视觉传感器本身的变化和图像前后帧的变化来探测目标的

位置、速度。具体地,双目视觉传感器通过两个相机同时对同一个环境进行拍摄得到两张图像,基于两张图像之间的视差和两个相机本身的位置关系,可以得到图像中各个像素点的深度信息;再依据相机投影变换可以得到各个像素点代表的目标的位置。而依据双目视觉传感器本身的运动和图像前后帧的变化,结合图像识别等,可以得到特定目标的运动信息。类似的,单目视觉传感器虽然没有两个相机之间的位置关系,但可以基于其本身随运动导致的位置变化和图像前后帧的变化而类似地得到目标的位置和速度。因此,视觉传感器也可以获取周围环境的三维信息。

[0059] 由于视觉传感器的传感数据即图像是以像素点来形成的,其所获取的三维信息也是基于像素点获取的,因此当辅助传感器为视觉传感器时,目标辅助信息也可以是类似目标点云的信息,从而后续处理可以类似地进行,也可以基于视觉传感器的特性采用其他的方法进行。

[0060] S203、利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。

[0061] 这里,融合激光点云优化毫米波雷达数据,剔除误检目标,获得相应的检测目标。

[0062] 可选的,所述方法还包括:

[0063] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标。

[0064] 可选的,所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0065] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;

[0066] 根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标。

[0067] 其中,多径效应为毫米波因多次反射产生镜像虚假目标的现象,原理如图3所示。由图3可看出,虚假目标通常出现在静止区域的外侧,因此判断候选的虚假目标是否存在于静止区域外侧,即可判定其是否为虚假目标。这里,以车辆检测为例,首先,可以将雷达处理后的静态目标投影到点云俯视图下,进行最近邻标记属于哪个连通域,则被标记的连通域被认为是静止区域。接着,遍历多径效应目标集合中的速度相近目标,并朝车原点画射线。假设射线传过了静止区域,认为该候选目标的确为虚假目标。进一步地,为了保证判定结果的稳定性,对判定结果进行二值贝叶斯滤波。

[0068] 可选的,所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0069] 利用所述点云俯视图确定所述待处理目标中的噪声点;

[0070] 根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标。

[0071] 示例性的,可以遍历每个毫米波雷达目标,利用点云俯视图判断是否在激光增强范围内。如果在内,判断雷达目标周围是否有激光点云连通区域。如果没有,认为该反射点为噪声,滤除。如果附近有,找最近的连通块作为关联,并记录其label。

[0072] 可选的,在所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还包括:

[0073] 对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理。

[0074] 这里,对待处理目标作滤波,主要出于以下目的:对目标状态平滑;得到目标状态及协方差矩阵,便于跟踪融合。通过关联解决多目标跟踪场景下上一时刻目标与该时刻目

标的对应关系。通过上一时刻状态估计值外推当前状态,结合当前时刻观测值,计算代价矩阵。设置关联门限定关联范围。对于关联门内的观测,可以采取最近邻,全局最近邻等方法进行分配。以车辆检测为例,最近邻分配可以应对绝大多数场景。

[0075] 接下来,应用卡尔曼滤波求解每个雷达目标的运动状态。假设目标的运动状态为 (r_x, r_y, v_x, v_y) , 观测值为 (ρ, θ, v) , 观测方程如下:

$$[0076] \quad \rho = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$$

$$[0077] \quad \theta = \arctan\left(\frac{r_x}{r_y}\right)$$

$$[0078] \quad v = \frac{(r_x * v_x + r_y * v_y)}{\rho}$$

[0079] 如果为非线性,采用扩展卡尔曼滤波求解。为加快目标状态收敛速度,根据车大多朝正前方的先验,初始化设置横向速度为0,纵向速度等于径向速度。其中, ρ, θ, v 分别为径向距离/角度/径向相对速度。

[0080] 可选的,所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0081] 利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;

[0082] 根据聚类结果获得所述检测目标。

[0083] 其中,由聚类所生成的簇是一组数据对象的集合,这些对象与同一个簇中的对象彼此相似,与其他簇中的对象相异。

[0084] 这里,融合激光后,聚类条件为点云俯视图中多个毫米波雷达目标关联的激光点云连通域的label值相同,并保留离车最近的目标点。

[0085] 可选的,在所述获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还包括:

[0086] 对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;

[0087] 对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

[0088] 这里,主要处理单个目标出现多个反射点的情况,共分为两种情况。一种为形状较长、距离较近的目标(如公交车、长货车等)有多个反射点的情况,通过聚类输出离车最近的目标。另一种为多径效应引起的虚假目标的情况。可以通过判断目标状态(位置、速度)的接近程度进行聚类。多径效应引起的虚假目标一般速度与真目标很接近,而位置相差较远,因此相比第一种情况,采用速度严格而位置宽松的阈值。

[0089] 可选的,所述对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理,包括:

[0090] 根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;

[0091] 根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

[0092] 示例性的,首先由轮速可以得到车辆车速 v_{car} ;测得雷达目标的径向速度 v 。理论上若目标相对速度约等于车速,则认为该目标为绝对静止。

[0093] 由于部分目标的反射点出现在离车很近且角度较大的位置,此时目标的径向速度

不能近似于车速,因此需要设置与角度相关的阈值threshold,计算方法如下:

[0094] $\text{Threshold} = \max(k * v_{\text{car}} * \cos(\pi/2 - \theta), \text{min_threshold})$

[0095] 其中k为可调比例,min_threshold为允许的最小阈值,防止在低速情况下阈值过小, θ 为反射点离到原点的角度。最后根据目标速度是否处于 $v_{\text{car}} \pm \text{threshold}$ 区间内,分离静态目标和动态目标且分别存储,可以将目标速度转化为绝对速度。

[0096] 可选的,所述利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0097] 利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。

[0098] 本实施例提供的目标检测方法,通过去噪、聚类及静态动态目标分离等方法,有效地剔除毫米波雷达数据返回数据中的误检,并采用卡尔曼滤波方法实现对目标位置、速度等的预测;而且融合激光点云增强的方法,去除毫米波雷达数据返回数据中的虚假目标,进一步减少误检,克服了毫米波雷达分辨率不高,对于弱反射体不敏感等问题,从而提高了目标检测结果的准确率,并且,融合激光点云后也解决了毫米波雷达对于近处的目标聚类效果不好的问题;另外毫米波与激光点云融合,处理延时低,可以作为跟踪融合模块的前端输入。

[0099] 图4为本申请实施例提供的另一种目标检测方法的流程示意图,本实施例在图2实施例的基础上,对本实施例的具体实现过程进行了详细说明。如图4所示,该方法包括:

[0100] S401、获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标。

[0101] S402、对所述待处理目标进行去噪处理。

[0102] 示例性的,获取毫米波雷达测量的待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度,其中,径向距离/角度/径向相对速度可以表示为 (ρ, θ, v) 。然后剔除角度在预设角度范围以外的目标;剔除持续时间较短的目标(持续时间低于预设时间阈值的目标),例如仅保留持续时间超过5帧(250ms)的目标;剔除目标状态(距离/速度)发生突变的目标(相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标),这些目标被认为是错误的观测值。

[0103] S403、对上一步的待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标。

[0104] S404、对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

[0105] S405、对上一步的目标进行滤波处理,并对滤波处理后的目标进行目标关联处理。

[0106] S406、获取激光雷达在所述预设区域检测到的目标点云。

[0107] 在本申请实施例中以辅助传感器为激光雷达,目标辅助信息为目标点云为例进行说明。

[0108] 此外,对于毫米波雷达的数据处理也可以融合视觉传感器的信息剔除误检目标。而且,随着深度学习的发展,采用卷积神经网络实现二维图像目标检测方案已经比较成熟,因此,也可以在雷达目标周围生成感兴趣图像区域,然后结合卷积网络输出的目标框,计算重叠比例,若低于某个比例,则认为该雷达目标误检目标并予以剔除。

[0109] S407、对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0110] S408、对上一步的目标点云进行地面分割处理;根据地面分割处理结果获得点云俯视图。

[0111] S409、利用云俯视图对上述毫米波雷达检测的目标进行多径目标判定;根据判定

结果对上述目标进行多径目标滤除。

[0112] S410、利用点云俯视图确定上述毫米波雷达检测的目标中的噪声点；根据所述噪声点对上述目标进行噪声点滤除。

[0113] S411、利用点云俯视图对上述目标关联处理后的待处理目标进行聚类；根据聚类结果获得相应的检测目标。

[0114] 这里，在上述获取相应的检测目标之后，还可以将获取的检测目标投影到各相机系/世界系，满足多种应用场景需要。

[0115] 本实施例提供的目标检测方法，融合激光点云优化毫米波雷达数据，辅助去除由毫米波多径效应引起的虚假目标、辅助目标聚类等，克服了毫米波雷达分辨率不高，对于弱反射体不敏感等问题，从而提高了目标检测结果的准确率，而且也构建一套低延时的、不强依赖视觉检测的、可独立工作的毫米波目标检测系统。

[0116] 图5为本申请实施例提供的一种目标检测设备的结构示意图。为了便于说明，仅示出了与本申请实施例相关的部分。如图5所示，该目标检测设备50包括：毫米波雷达信息获取模块501、辅助传感器信息获取模块502和目标优化模块503。

[0117] 其中，毫米波雷达信息获取模块501，用于获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标。

[0118] 辅助传感器信息获取模块502，用于获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息。

[0119] 目标优化模块503，用于利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化，获得检测目标。

[0120] 本实施例提供的设备，可用于执行上述方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，本实施例此处不再赘述。

[0121] 图6为本发明实施例提供的另一目标检测设备的结构示意图。如图6所示，本实施例在图5实施例的基础上，还包括：地面分割模块504、滤波关联模块505、第一预处理模块506、聚类模块507和第二预处理模块508。

[0122] 在一种可能的设计中，所述辅助传感器包括以下至少一种：

[0123] 激光雷达、视觉传感器。

[0124] 在一种可能的设计中，所述辅助传感器为激光雷达，所述目标辅助信息为目标点云。

[0125] 在一种可能的设计中，所述地面分割模块504，用于在所述辅助传感器信息获取模块502获取所述激光雷达在所述预设区域检测到的目标点云之后，对所述目标点云进行地面分割处理；根据地面分割处理结果获得点云俯视图。

[0126] 在一种可能的设计中，所述目标优化模块503，还用于利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化，获得所述检测目标。

[0127] 在一种可能的设计中，所述目标优化模块503利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化，获得所述检测目标，包括：

[0128] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定；

[0129] 根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除，获得所述检测目标。

[0130] 在一种可能的设计中，所述目标优化模块503利用所述点云俯视图对所述待处理

目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0131] 利用所述点云俯视图确定所述待处理目标中的噪声点;

[0132] 根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标。

[0133] 在一种可能的设计中,所述滤波关联模块505,用于在所述目标优化模块503利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理。

[0134] 在一种可能的设计中,所述目标优化模块503利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0135] 利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;

[0136] 根据聚类结果获得所述检测目标。

[0137] 在一种可能的设计中,所述第一预处理模块506,用于在所述地面分割模块504对所述目标点云进行地面分割处理之前,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0138] 在一种可能的设计中,所述聚类模块507,用于在所述毫米波雷达信息获取模块501获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

[0139] 在一种可能的设计中,所述目标优化模块503利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0140] 利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。

[0141] 在一种可能的设计中,所述第二预处理模块508,用于在所述聚类模块507对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,对所述待处理目标进行去噪处理。

[0142] 在一种可能的设计中,所述地面分割模块504对所述目标点云进行地面分割处理,包括:

[0143] 根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。

[0144] 在一种可能的设计中,所述第一预处理模块506对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理,包括:

[0145] 根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;

[0146] 根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;

[0147] 根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0148] 在一种可能的设计中,所述聚类模块507对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理,包括:

[0149] 根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;

[0150] 根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。

[0151] 在一种可能的设计中,所述第二预处理模块508对所述待处理目标进行去噪处理,包括:

[0152] 获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;

[0153] 对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的
目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之
差大于预设速度阈值的目标进行滤除。

[0154] 本申请实施例提供的设备,可用于执行上述方法实施例的技术方案,其实现原理
和技术效果类似,本申请实施例此处不再赘述。

[0155] 图7为本申请实施例提供的目标检测系统的硬件结构示意图。如图7所示,本实施
例的目标检测系统70包括:毫米波雷达701、辅助传感器702、存储器703和处理器704;其中

[0156] 存储器703,用于存储程序指令;

[0157] 处理器704,用于执行存储器存储的程序指令,当所述程序指令被执行时,处理器
执行如下步骤:

[0158] 获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标;

[0159] 获取辅助传感器在所述预设区域检测到的目标辅助信息;

[0160] 利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。

[0161] 在一种可能的设计中,所述辅助传感器包括以下至少一种:

[0162] 激光雷达、视觉传感器。

[0163] 在一种可能的设计中,所述辅助传感器为激光雷达,所述目标辅助信息为目标点
云。

[0164] 在一种可能的设计中,所述处理器在获取所述激光雷达在所述预设区域检测到的
目标点云之后,还用于:

[0165] 对所述目标点云进行地面分割处理;

[0166] 根据地面分割处理结果获得点云俯视图。

[0167] 在一种可能的设计中,所述处理器还用于:

[0168] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标。

[0169] 在一种可能的设计中,所述处理器利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优
化,获得所述检测目标时,具体用于:

[0170] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;

[0171] 根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标。

[0172] 在一种可能的设计中,所述处理器利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优
化,获得所述检测目标时,具体用于:

[0173] 利用所述点云俯视图确定所述待处理目标中的噪声点;

[0174] 根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标。

[0175] 在一种可能的设计中,所述处理器在利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行
优化,获得所述检测目标之前,还用于:

[0176] 对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处
理。

[0177] 在一种可能的设计中,所述处理器利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优
化,获得所述检测目标时,具体用于:

[0178] 利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;

[0179] 根据聚类结果获得所述检测目标。

- [0180] 在一种可能的设计中,所述处理器在对所述目标点云进行地面分割处理之前,还用于:
- [0181] 对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。
- [0182] 在一种可能的设计中,所述处理器在获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还用于:
- [0183] 对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;
- [0184] 对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。
- [0185] 在一种可能的设计中,所述处理器利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标时,具体用于:
- [0186] 利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。
- [0187] 在一种可能的设计中,所述处理器在对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,还用于:
- [0188] 对所述待处理目标进行去噪处理。
- [0189] 在一种可能的设计中,所述处理器对所述目标点云进行地面分割处理,具体用于:
- [0190] 根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。
- [0191] 在一种可能的设计中,所述处理器对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理时,具体用于:
- [0192] 根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;
- [0193] 根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;
- [0194] 根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。
- [0195] 在一种可能的设计中,所述处理器对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理时,具体用于:
- [0196] 根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;
- [0197] 根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。
- [0198] 在一种可能的设计中,所述处理器对所述待处理目标进行去噪处理时,具体用于:
- [0199] 获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;
- [0200] 对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除
- [0201] 在一种可能的设计中,存储器703既可以是独立的,也可以跟处理器704集成在一起。
- [0202] 当存储器703独立设置时,该目标检测系统还包括总线705,用于连接所述存储器703和处理器704。
- [0203] 在一种可能的设计中,目标检测系统70可以是一个单独的设备,该设备包括上述毫米波雷达701、辅助传感器702、存储器703和处理器704一整套。另外,以车辆探测为例,目标检测系统70的各组成部分可以分布式地集成在车辆上,即毫米波雷达701、辅助传感器

702、存储器703和处理器704可以分别设置在车辆的不同位置。

[0204] 图8为本申请实施例提供的一种可移动平台的结构示意图。如图8所示,本实施例的可移动平台80包括:可移动平台本体801、毫米波雷达802、辅助传感器803和目标检测系统804;所述毫米波雷达802和所述辅助传感器803设置在所述可移动平台本体801上,所述可移动平台本体801和所述目标检测系统804无线连接或有线连接。

[0205] 所述目标检测系统804用于获取毫米波雷达802在预设区域检测到的待处理目标;获取辅助传感器803在所述预设区域检测到的目标辅助信息;利用所述目标辅助信息对所述待处理目标进行优化,获得检测目标。

[0206] 在一种可能的设计中,所述辅助传感器包括以下至少一种:

[0207] 激光雷达、视觉传感器。

[0208] 在一种可能的设计中,所述辅助传感器为激光雷达,所述目标辅助信息为目标点云。

[0209] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统在获取所述激光雷达在所述预设区域检测到的目标点云之后,还用于:

[0210] 对所述目标点云进行地面分割处理;

[0211] 根据地面分割处理结果获得点云俯视图。

[0212] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统还用于:

[0213] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标。

[0214] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0215] 利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行多径目标判定;

[0216] 根据判定结果对所述待处理目标进行多径目标滤除,获得所述检测目标。

[0217] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0218] 利用所述点云俯视图确定所述待处理目标中的噪声点;

[0219] 根据所述噪声点对所述待处理目标进行噪声点滤除,获得所述检测目标。

[0220] 在一种可能的设计中,在所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标之前,还用于:

[0221] 对所述待处理目标进行滤波处理,并对滤波处理后的待处理目标进行目标关联处理。

[0222] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:

[0223] 利用所述点云俯视图对目标关联处理后的待处理目标进行聚类;

[0224] 根据聚类结果获得所述检测目标。

[0225] 在一种可能的设计中,在所述目标检测系统对所述目标点云进行地面分割处理之前,还用于:

[0226] 对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。

[0227] 在一种可能的设计中,在所述目标检测系统获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标之后,还用于:

- [0228] 对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标;
- [0229] 对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。
- [0230] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统利用所述点云俯视图对所述待处理目标进行优化,获得所述检测目标,包括:
- [0231] 利用所述点云俯视图对分离出的动态目标进行优化,获得所述检测目标。
- [0232] 在一种可能的设计中,在所述目标检测系统对所述待处理目标进行聚类,从聚类后的各个区域中获得聚类目标之前,还用于:
- [0233] 对所述待处理目标进行去噪处理。
- [0234] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统对所述目标点云进行地面分割处理,包括:
- [0235] 根据预设三维网格对所述目标点云进行地面分割处理。
- [0236] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理,包括:
- [0237] 根据所述目标点云的密度直方图,获得所述目标点云的三维网格密度;
- [0238] 根据所述三维网格密度确定所述目标点云中的噪声点和/或空中障碍物;
- [0239] 根据确定的噪声点和/或空中障碍物,对所述目标点云进行去噪和/或去空中障碍物处理。
- [0240] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理,包括:
- [0241] 根据安装所述毫米波雷达的车辆车速,以及预设阈值,确定速度区间,其中,所述预设阈值根据所述毫米波雷达测量的所述聚类目标的角度确定;
- [0242] 根据所述车辆车速和所述速度区间,对所述聚类目标进行静态目标和动态目标分离处理。
- [0243] 在一种可能的设计中,所述目标检测系统对所述待处理目标进行去噪处理,包括:
- [0244] 获取所述毫米波雷达测量的所述待处理目标的径向距离、角度和径向相对速度;
- [0245] 对所述待处理目标中角度在预设角度范围外的目标,持续时间低于预设时间阈值的目标,相邻帧的径向距离之差大于预设距离阈值的目标,和/或相邻帧的径向相对速度之差大于预设速度阈值的目标进行滤除。
- [0246] 本实施例提供的可移动平台,包括:可移动平台本体、毫米波雷达、辅助传感器和目标检测系统,其中,目标检测系统通过获取毫米波雷达在预设区域检测到的待处理目标,获取辅助传感器在预设区域检测到的目标辅助信息,利用目标辅助信息对上述待处理目标进行优化,获得检测目标,即利用辅助传感器对毫米波雷达检测到的目标进行优化,克服了毫米波雷达分辨率不高,对于弱反射体不敏感等问题,提高了目标检测结果的准确率。
- [0247] 本申请实施例提供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程序指令,当处理器执行所述程序指令时,实现如上所述的目标检测方法。
- [0248] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,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,例如多个模块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接口,装置或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0249] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块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模块来实现本实施例方案的目的。

[0250] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个模块单独物理存在,也可以两个或两个以上模块集成在一个单元中。上述模块成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

[0251] 上述以软件功能模块的形式实现的集成的模块,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。上述软件功能模块存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)或处理器(英文:processor)执行本申请各个实施例所述方法的部分步骤。

[0252] 应理解,上述处理器可以是中央处理单元(Central Processing Unit,简称CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称ASIC)等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合发明所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成,或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

[0253] 存储器可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非易失性存储NVM,例如至少一个磁盘存储器,还可以为U盘、移动硬盘、只读存储器、磁盘或光盘等。

[0254] 总线可以是工业标准体系结构(Industry Standard Architecture,简称ISA)总线、外部设备互连(Peripheral Component,简称PCI)总线或扩展工业标准体系结构(Extended Industry Standard Architecture,简称EISA)总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,本申请附图中的总线并不限定仅有一根总线或一种类型的总线。

[0255] 上述存储介质可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

[0256] 一种示例性的存储介质耦合至处理器,从而使处理器能够从该存储介质读取信息,且可向该存储介质写入信息。当然,存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,简称ASIC)中。当然,处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于电子设备或主控设备中。

[0257] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0258] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依

然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

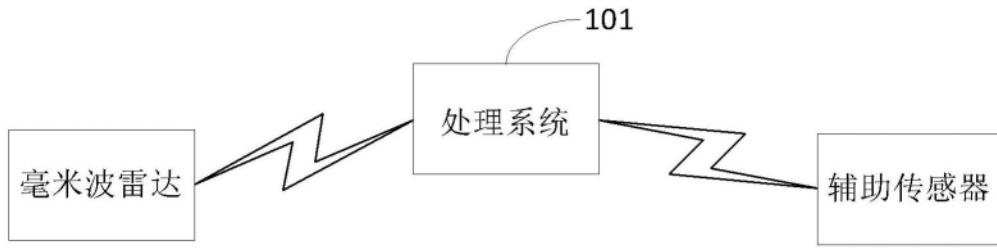


图1

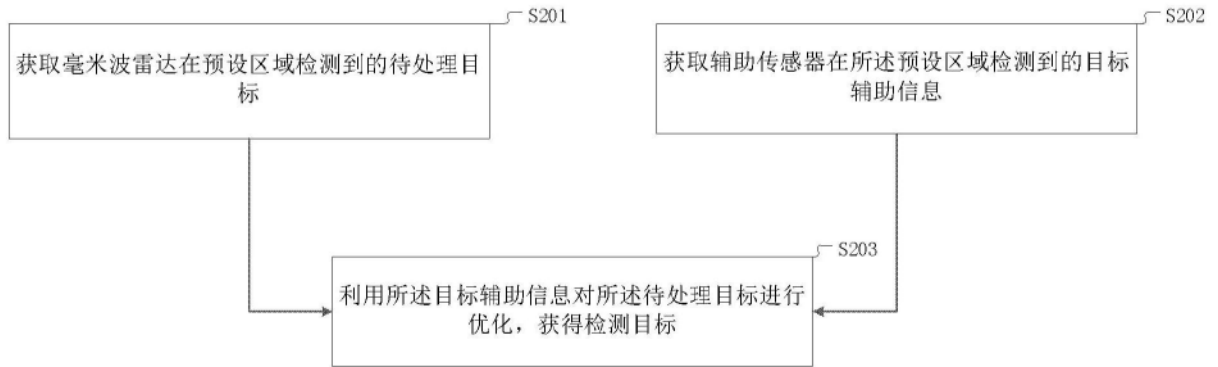


图2

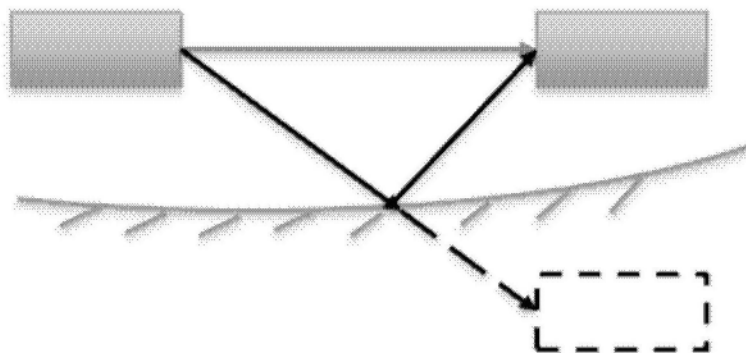


图3

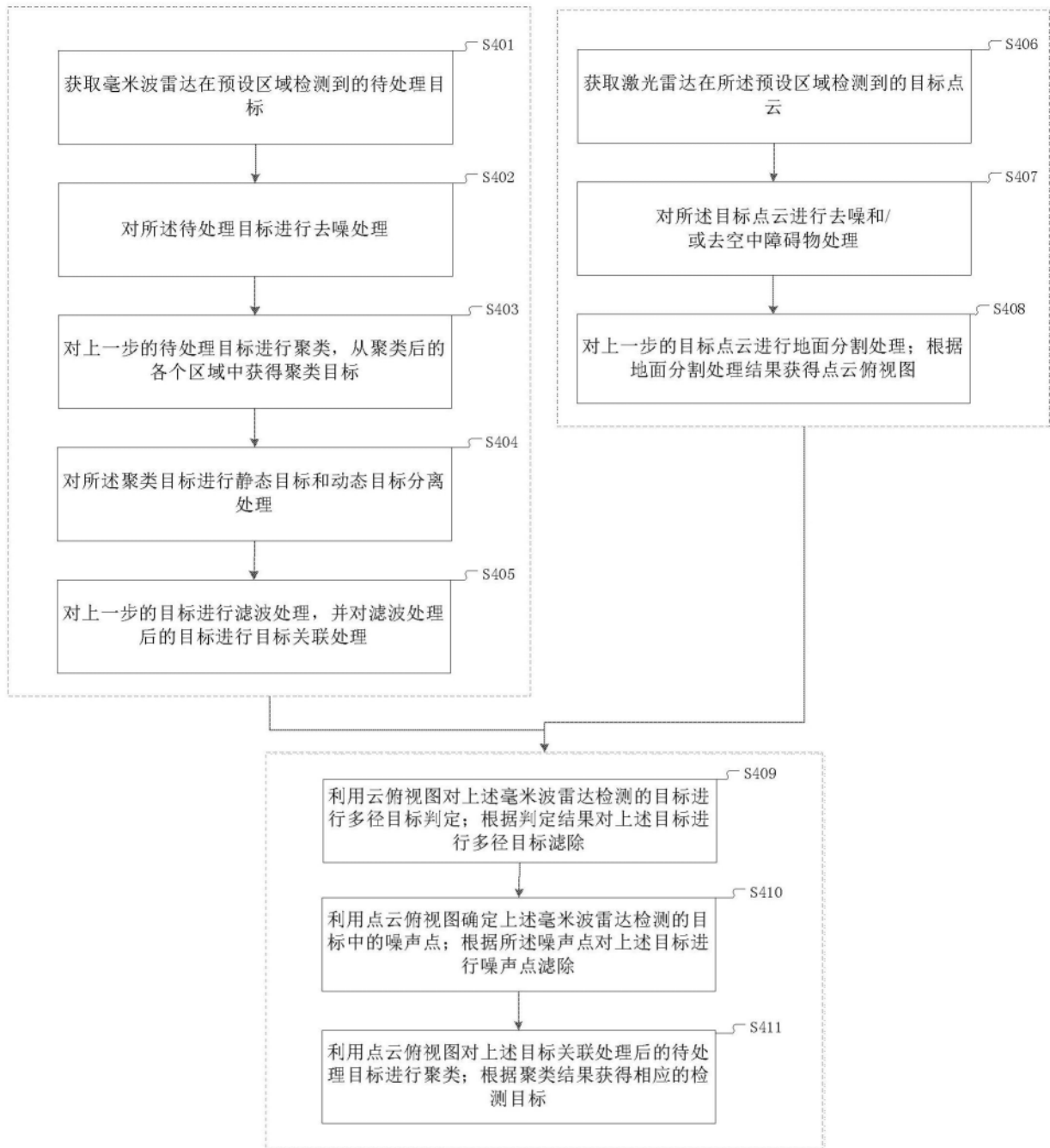


图4

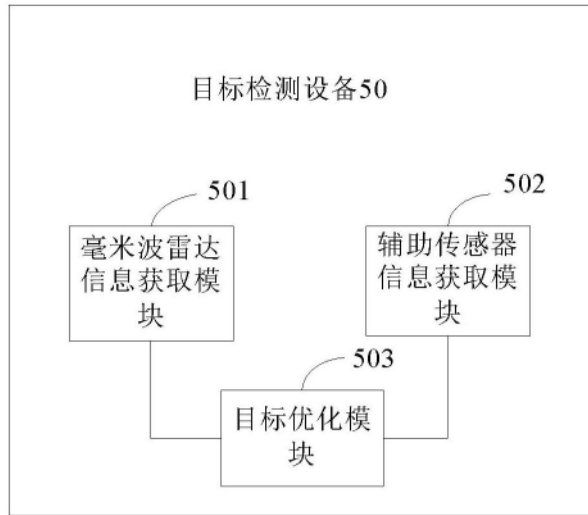


图5

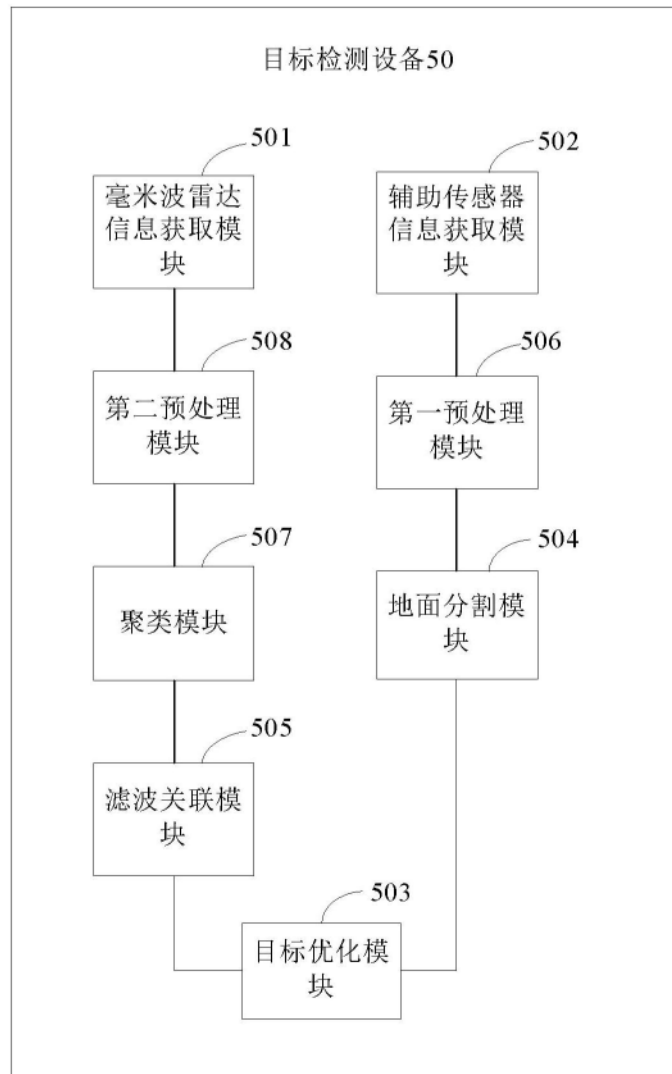


图6

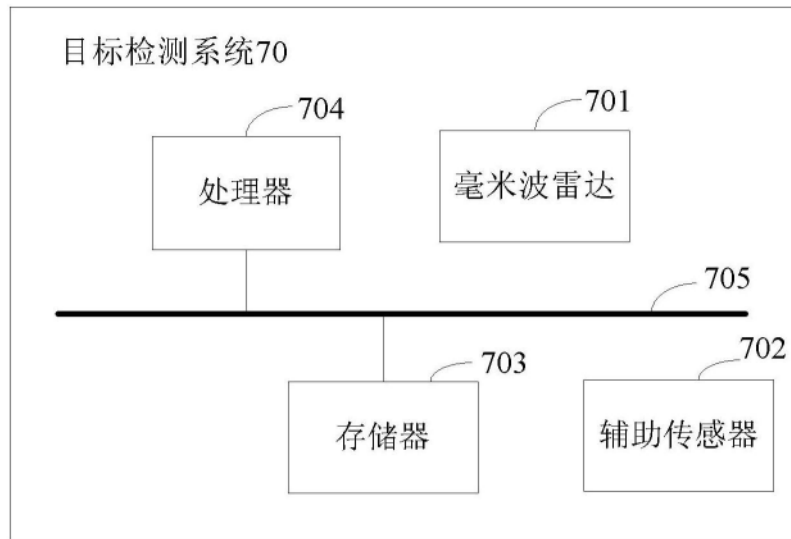


图7

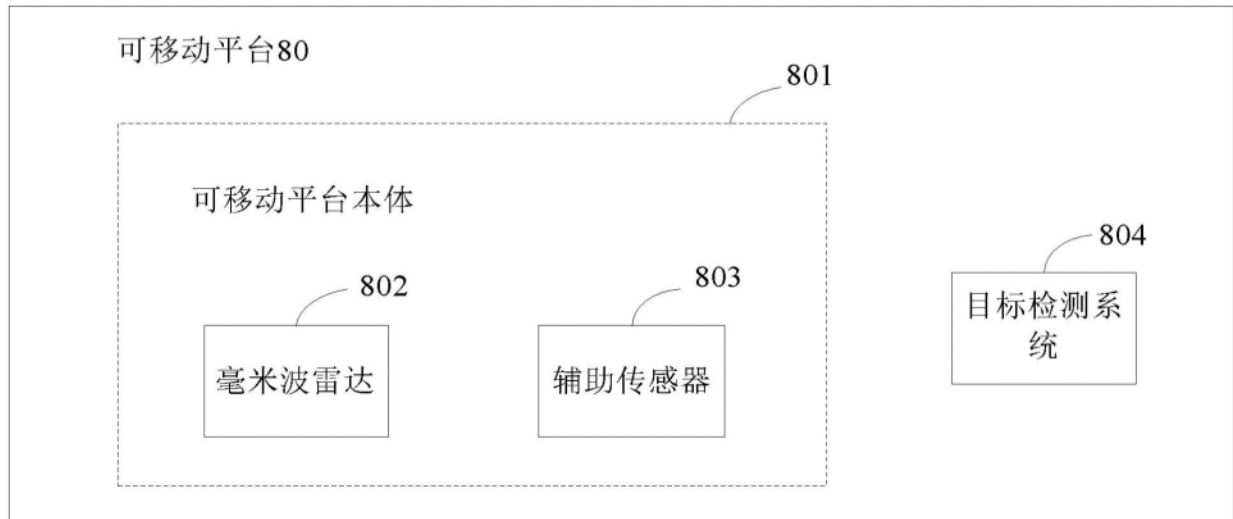


图8