(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117203548 A
(43)申请公布日 2023.12.08

(21)申请号 202280030441.9

(22)申请日 2022.03.30

(30)优先权数据
17/242,589 2021.04.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.10.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/022572 2022.03.30

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/231754 EN 2022.11.03

(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·阿索克库马尔 M·申 张小欣
K·莱 V·坎杜库里
P·K·巴萨拉卢苏布拉马尼亚
J·加德纳 V·K·琼斯
D·J·R·范内

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 安之斐

(51)Int.Cl.
G01S 7/28(2006.01)

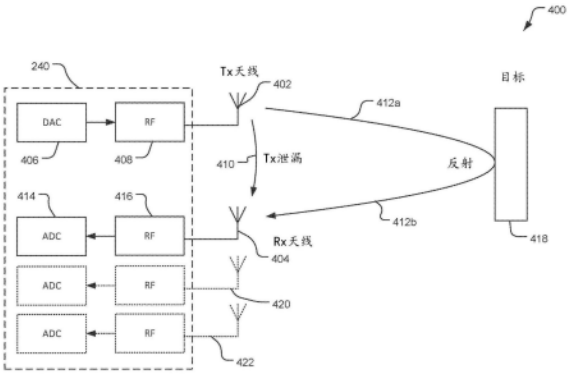
权利要求书2页 说明书18页 附图10页

(54)发明名称

使用基于并发发送和接收的单个设备的射频传感

(57)摘要

提供了使用单个无线设备用于射频(RF)感测的技术。一种用于利用射频感测确定到对象的距离的示例方法包括:在无线设备上利用发送信道发送射频信号,在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,使得泄漏信号基于射频信号;在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号,使得反射信号基于从对象反射的射频信号;以及至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。



CN 117203548 A

1.一种利用射频感测来确定到对象的距离的方法,包括:

在无线设备上利用发送信道发送射频信号;

在第一时间在所述无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,其中,所述泄漏信号基于所述射频信号;

在第二时间在所述无线设备上利用所述接收信道接收反射信号,其中,所述反射信号基于从所述对象反射的所述射频信号;以及

至少部分基于所述第一时间和所述第二时间之间的差异来确定到所述对象的所述距离。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述射频信号是预先指定的序列。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,所述预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

4.根据权利要求2所述的方法,其中,所述预先指定的序列包括正交频分复用符号。

5.根据权利要求2所述的方法,其中,所述预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

6.根据权利要求1所述的方法,进一步包括发送多个射频信号并且接收所述多个射频信号中的一个或多个。

7.根据权利要求1所述的方法,进一步包括利用多个发送信道发送多个射频信号。

8.根据权利要求1所述的方法,其中,接收所述射频信号包括利用多个接收链接收所述射频信号。

9.根据权利要求8所述的方法,进一步包括确定接收到的射频信号的到达角。

10.根据权利要求1所述的方法,进一步包括确定所述射频信号的离开角。

11.根据权利要求1所述的方法,其中发送所述射频信号和接收所述射频信号是利用单链发送和接收操作来执行的。

12.一种装置,包括:

存储器;

至少一个收发器,包括至少一个发送链和至少一个接收链;

至少一个处理器,通信地耦合到所述存储器和所述至少一个收发器,并且被配置用于:

利用所述至少一个发送链发送射频信号;

在第一时间利用所述至少一个接收链接收泄漏信号,其中,所述泄漏信号基于所述射频信号;

在第二时间利用所述至少一个接收链接收反射信号,其中,所述反射信号基于从对象反射的所述射频信号;以及

至少部分基于所述第一时间和所述第二时间之间的差异来确定到所述对象的距离。

13.根据权利要求12所述的装置,其中,所述射频信号是预先指定的序列。

14.根据权利要求13所述的装置,其中,所述预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

15.根据权利要求13所述的装置,其中,所述预先指定的序列包括正交频分复用符号。

16.根据权利要求13所述的装置,其中,所述预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

17.根据权利要求12所述的装置,其中,所述至少一个处理器进一步被配置用于发送多个射频信号,并且接收所述多个射频信号中的一个或多个。

18.根据权利要求12所述的装置,其中,所述至少一个处理器进一步被配置用于利用多个发送链发送多个射频信号。

19.根据权利要求12所述的装置,其中,所述至少一个处理器进一步被配置用于利用多个接收链接收所述射频信号。

20.根据权利要求19所述的装置,其中,所述至少一个处理器进一步被配置用于确定接收到的射频信号的到达角。

21.根据权利要求12所述的装置,其中,所述至少一个处理器进一步被配置用于确定所述射频信号的离开角。

22.根据权利要求12所述的装置,其中,所述至少一个处理器被配置用于利用单链发送和接收操作发送所述射频信号并且接收所述射频信号。

23.一种利用射频感测来确定到对象的距离的装置,包括:

用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的部件;

用于在第一时间在所述无线设备上利用接收信道接收泄漏信号的部件,其中,所述泄漏信号基于所述射频信号;

用于在第二时间在所述无线设备上利用所述接收信道接收反射信号的部件,其中,所述反射信号基于从所述对象反射的所述射频信号;以及

用于至少部分基于所述第一时间和所述第二时间之间的差异来确定到所述对象的所述距离的部件。

24.根据权利要求23所述的装置,其中所述射频信号是预先指定的序列。

25.根据权利要求24所述的装置,其中,所述预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

26.根据权利要求24所述的装置,其中,所述预先指定的序列包括正交频分复用符号。

27.根据权利要求24所述的装置,其中,所述预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

28.一种非暂时性处理器可读储存介质,包括处理器可读指令以使一个或多个处理器利用射频感测来确定到对象的距离,所述非暂时性处理器可读储存介质包括:

用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的代码;

用于在第一时间在所述无线设备上利用接收信道接收泄漏信号的代码,其中,所述泄漏信号基于所述射频信号;

用于在第二时间在所述无线设备上利用所述接收信道接收反射信号的代码,其中所述反射信号基于从所述对象反射的所述射频信号;以及

用于至少部分基于所述第一时间和所述第二时间之间的差异来确定到所述对象的所述距离的代码。

29.根据权利要求28所述的非暂时性处理器可读储存介质,进一步包含用于利用多个发送信道发送多个射频信号的代码。

30.根据权利要求28所述的非暂时性处理器可读储存介质,其中用于接收所述射频信号的所述代码包括用于利用多个接收链接收所述射频信号的代码。

使用基于并发发送和接收的单个设备的射频传感

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求2021年4月28日提交的名称为“RADIO FREQUENCY SENSING USING A SINGLE DEVICE BASED ON CONCURRENT TRANSMIT AND RECEIVE”的美国专利申请第17/242,589号的优先权,该专利申请已转让给本申请的受让人,并且通过引用将其全部内容明确并且入本文。

背景技术

[0003] 无线局域网(WLAN)可以由一个或多个接入点(AP)形成,这些接入点提供供多个客户端设备使用的共享无线介质。可以对应于基本服务集(BSS)的每个AP周期性地广播信标帧,以使AP的无线范围内的兼容客户端设备能够建立和维持与WLAN的通信链路。根据IEEE 802.11系列标准操作的WLAN普遍被称为Wi-Fi网络,并且在Wi-Fi网络中与AP通信的客户端设备可以被称为无线站(STA)。

[0004] 一些无线设备可以被配置用于使用射频信号(radio-frequency signal)与其他无线设备通信。例如,网络可以包括被配置用于彼此无线通信的几个物联网(IoT)对象和设备。许多IoT设备,诸如智能电器、智能电视和智能恒温器,可以被配置用于支持无线协议,诸如Wi-Fi和/或蓝牙。无线设备和AP之间的无线信道可以用于射频(RF)感测应用。设备可以监听和捕获设备之间传输的信道参数。可以基于无线设备之间的信道状态的改变来检测对象。

发明内容

[0005] 根据本公开的利用射频感测来确定到对象的距离的示例方法包括:在无线设备上利用发送信道发送射频信号,在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,使得泄漏信号基于射频信号,在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号,使得反射信号基于从对象反射的射频信号;以及至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0006] 这种方法的实现可以包括一个或多个以下特征。射频信号可以是预先指定的序列。预先指定的序列可以是单载波Zadoff-Chu序列。预先指定的序列可以包括正交频分复用符号。预先指定的序列可以包括一个或多个Wi-Fi分组。可以发送多个射频信号并且接收多个射频信号中的一个或多个。该方法可以包括利用多个发送信道发送多个射频信号。接收射频信号可以包括利用多个接收链接收射频信号。可以确定接收和发送的射频信号的到达角和离开角。发送射频信号和接收射频信号可以利用单链发送和接收操作来执行。

[0007] 根据本公开的示例装置包括:存储器;至少一个收发器,包括至少一个发送链和至少一个接收链;至少一个处理器,通信地耦合到存储器和至少一个收发器,并且被配置用于利用至少一个发送链发送射频信号,在第一时间利用至少一个接收链接收泄漏信号,使得泄漏信号基于射频信号,在第二时间利用至少一个接收链接收反射信号,使得反射信号基于从对象反射的射频信号,以及至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对

象的距离。

[0008] 这种装置的实现可以包括一个或多个以下特征。射频信号可以是预先指定的序列。预先指定的序列可以是单载波Zadoff-Chu序列,可以包括正交频分复用符号,和/或可以包括一个或多个Wi-Fi分组。该至少一个处理器可以进一步被配置用于发送多个射频信号并且接收多个射频信号中的一个或多个。该至少一个处理器可以进一步被配置用于利用多个发送链发送多个射频信号。该至少一个处理器可以进一步被配置用于利用多个接收链接收射频信号。该至少一个处理器可以进一步被配置用于确定接收到的射频信号的到达角。该至少一个处理器可以进一步被配置用于确定射频信号的离开角。该至少一个处理器可以被配置用于利用单链发送和接收操作发送射频信号和接收射频信号。

[0009] 根据本公开的利用射频感测来确定到对象的距离的示例装置包括:用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的部件,用于在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,使得泄漏信号基于射频信号的部件;用于在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号,使得反射信号基于从对象反射的射频信号的部件,以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的部件。

[0010] 一种非暂时性处理器可读储存介质,包括处理器可读指令以使一个或多个处理器根据本发明利用射频感测来确定到对象的距离,该非暂时性处理器可读储存介质包括:用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的代码;用于在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,使得泄漏信号基于射频信号的代码;用于在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号,使得反射信号基于从对象反射的射频信号的代码;以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的代码。

[0011] 根据本公开的利用射频感测来确定到对象的距离的示例方法包括:将无线设备上的接收增益设置为第一水平;在第一时间利用无线设备发送射频信号,使得无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;将无线设备上的接收增益设置为第二水平;在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,使得接收增益处于第二水平;并且至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0012] 根据本公开的示例装置包括:存储器;至少一个收发器;至少一个处理器,通信地耦合到存储器和至少一个收发器,并且被配置用于将无线设备上的接收增益设置为第一水平,在第一时间利用无线设备发送射频信号,使得无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号,将无线设备上的接收增益设置为第二水平,在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,使得接收增益处于第二水平,并且至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0013] 根据本公开设置用于射频感测的发送增益的示例方法包括:设置第一发送增益以避免接收器饱和;使用第一发送增益发送第一信号;接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值;使用发送增益调整值发送第二信号;以及接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值。

[0014] 根据本公开的用于在无线设备中控制接收器用于射频感测的示例方法包括:将无线设备上的接收增益设置为第一水平;在第一时间利用无线设备发送射频信号,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;将无线设备上的接收增益设置为第二水平;在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,其中接收增益处于第二水平;并且至少部分

基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0015] 本文描述的项目和/或技术可以提供一个或多个以下能力,以及未提及的其他能力。无线设备被配置用于发送射频(RF)感测信号。在发送RF感测信号之后,可以增加无线设备中的一个或多个接收链的增益。RF感测信号可以由对象反射并且由接收链检测。可以确定到对象的距离和方向。单个无线设备可以用于室内测绘(indoor mapping)。RF感测信号可以是WiFi信号。RF感测信号的带宽可以变化。可以检测用户姿势。可以提供其他能力,并且不是根据本公开的每个实现都必须提供所讨论的任何能力,更不用说所有能力。

附图说明

[0016] 图1是示例广域网(WLAN)的框图。

[0017] 图2是示例无线设备的组件的框图。

[0018] 图3是示例接入点的组件的框图。

[0019] 图4是由无线设备进行并发发送和接收的射频感测的概念图。

[0020] 图5是图4的无线设备中的示例接收信号的图。

[0021] 图6是无线设备的链内发送和接收的概念图。

[0022] 图7是用于设置用于射频感测的发送增益的方法的示例性流程图。

[0023] 图8是用于设置用于射频感测的接收器增益的方法的示例性流程图。

[0024] 图9是用于在无线设备中控制接收器用于射频感测的方法的示例性流程图。

[0025] 图10是用于利用射频感测确定到对象的距离的方法的示例性流程图。

具体实施方式

[0026] 本文讨论了使用单个无线设备进行RF感测的技术。信道捕获技术和RF感测已经成为许多无线网络中的重要特征。例如,几个兼容IEEE 802.11ac和802.11ax的Wi-Fi接入点支持基于信道捕获的RF感测,这可能实现RF感测应用。然而,这些现有的解决方案具有局限性,并且不适用于许多应用。通常,现有的信道捕获技术需要触手可及的第二无线设备以发送无线信号(例如,Wi-Fi分组),使得第一无线设备可以监听信号并且捕获信道。对两个无线设备的需求消除了在只有单个无线设备,或者没有无线流量(traffic)来监听和捕获信道的情况下(例如,在车内,或者在设备流量低的晚上)使用RF感测。另外,第二无线设备可能具有即使在没有运动时也会导致信道捕获改变的某种发送行为,诸如发送链切换(transmit chain switching)、发送链之间的随机相位等,这可能会降低RF感测性能。使用两个设备还在确定运动的准确位置(即,确定运动是靠近第一设备还是第二设备)方面带来了挑战。

[0027] 本文提供的技术提供了仅使用单个无线设备的RF感测系统。单个无线系统可以被配置用于在不需要另一无线设备或附加的无线流量的情况下利用并发发送和接收来确定信道捕获。该技术减少或消除了先前的两个设备电流信道捕获方法所面临的互操作性问题,因为它使用单个无线设备。此外,使用单个无线系统消除了识别位置的模糊性。本文描述的单个无线设备可以用于测绘应用、感测用户的存在、检测用户姿势以及其他RF感测应用。这些技术和配置是示例,并且可以使用其他技术和配置。

[0028] 以下描述提供了示例,并且不限制权利要求中阐述的范围、适用性或示例。在不脱

离本公开的范围的情况下,可以对所讨论的元素的功能和布置进行改变。各种示例可以适当地省略、替换或添加各种过程或组件。例如,所描述的方法可以以不同于所描述的顺序来执行,并且可以添加、省略或组合各种步骤。同样,参考一些示例描述的特征可以组合在其他示例中。

[0029] 首先参考图1,框图示出了WLAN网络100的示例,例如,实现IEEE 802.11系列标准中的至少一个的网络。WLAN网络100可以包括接入点(AP)105和一个或多个无线设备110或站(STA),诸如移动站、个人数字助理(PDA)、其他手持设备、上网本、笔记本电脑、平板电脑、膝上型电脑、显示设备(例如,电视、计算机监测器等)、打印机、IoT设备等。尽管仅示出了一个AP 105,但是WLAN网络100可以具有多个AP 105。每个无线设备110,也可以被称为移动站(MS)、移动设备、接入终端(AT)、用户设备(UE)、订户站(SS)或订户单元,可以经由通信链路115与AP 105相关联和通信。每个AP 105具有地理覆盖区域125,使得该区域内的无线设备110通常可以与AP 105通信。无线设备110可以分散在整个地理覆盖区域125中。每个无线设备110可以是静止的或移动的。出于说明的目的,在无线系统的上下文中描述了本公开的原理。不过,将会理解,这些原理不一定限于无线系统,并且也可以在被配置用于通过有线连接进行通信的设备和系统中实现。

[0030] 无线设备110可以被一个以上的AP 105覆盖,并且因此可以在不同的时间与一个或多个AP 105相关联。单个AP 105和相关联的一组站可以被称为基本服务集(BSS)。扩展服务集(ESS)是一组连接的BSS。分布式系统(DS)用于连接扩展服务集中的AP 105。接入点105的地理覆盖区域125可以被划分成仅构成覆盖区域的一部分的扇区。WLAN网络100可以包括不同类型的接入点105(例如,城域网(metropolitan area)、家庭网络等),其对于不同的技术具有不同大小的覆盖区域和重叠的覆盖区域。在其他示例中,其他无线设备可以与AP 105通信。

[0031] 尽管无线设备110可以使用通信链路115通过AP 105彼此通信,但是每个无线设备110也可以经由直接无线链路120直接与一个或多个其他无线设备110通信。当两个无线设备110都在AP地理覆盖区域125中时,或者当一个或两个无线设备110都不在AP地理覆盖区域125中时,两个或更多个无线设备110可以经由直接无线链路120进行通信。直接无线链路120的示例可以包括Wi-Fi直接连接、通过使用Wi-Fi隧道直接链路建立(TDLS)链路建立的连接、5G-NR侧行链路、PC5和其他P2P群组连接。这些示例中的无线设备110可以根据WLAN无线电和基带协议进行通信,该协议包括来自IEEE 802.11及其各种版本的物理层和MAC层,这些版本包括但不限于802.11b、802.11g、802.11a、802.11n、802.11ac、802.11ad、802.11ah、802.11ax等。在其他实现中,可以在WLAN网络100内实现其他对等连接和/或自组织网络(ad hoc network)。

[0032] 还参考图2,UE 200是无线设备110的示例,并且包括计算平台,该计算平台包括处理器210、包括软件(SW)212的存储器211、一个或多个传感器213、用于收发器215的收发器接口214、用户界面216、卫星定位系统(SPS)接收器217、相机218和定位(运动)设备219。处理器210、存储器211、传感器213、收发器接口214、用户界面216、SPS接收器217、相机218和定位(运动)设备219可以通过总线220(其可被配置用于,例如,用于光和/或电通信)彼此通信耦合。一个或多个所示的装置(例如,照相机218、定位(运动)设备219和/或一个或多个传感器213等)可以从UE 200中省略。处理器210可以包括一个或多个智能硬件设备,例如,中

央处理单元(CPU)、微控制器、专用集成电路(ASIC)等。处理器210可以包括多个处理器,包括通用/应用处理器230、数字信号处理器(DSP)231、调制解调器处理器232、视频处理器233和/或传感器处理器234。处理器230-234中的一个或多个可以包括多个设备(例如,多个处理器)。例如,传感器处理器234可以包括,例如用于射频(RF)感测和超声波的处理器。调制解调器处理器232可以支持双SIM/双连接(或者甚至更多SIM)。例如,SIM(订户身份模块或订户识别模块)可以由原始设备制造商(OEM)使用,而另一SIM可以由UE 200的终端用户使用以用于连接。存储器211是非暂时性储存介质,其可以包括随机存取储存器(RAM)、闪存、盘存储器和/或只读存储器(ROM)等。存储器211储存软件212,软件212可以是包含指令的处理器可读、处理器可执行的软件代码,指令被配置用于当被执行时,使处理器210执行本文描述的各种功能。可替代地,软件212可以不直接由处理器210执行,而是可以被配置用于使处理器210,例如在被编译和执行时,执行这些功能。该描述可能仅指执行功能的处理器210,但是这包括诸如处理器210执行软件和/或固件的其他实现。该描述可以将执行功能的处理器210称为执行该功能的一个或多个处理器230-234的简写。该描述可以将执行功能的UE 200称为执行该功能的UE 200的一个或多个适当组件的简写。除了和/或代替存储器211,处理器210可以包括具有储存的指令的存储器。下面将更全面地讨论处理器210的功能。

[0033] 图2中示出的UE 200的配置是本发明的示例而非限制,包括权利要求,并且可以使用其他配置。例如,UE的示例配置包括处理器210的处理器230-234、存储器211和无线收发器240中的一个或多个。其他示例配置包括处理器210的处理器230-234中的一个或多个、存储器211、无线收发器240以及传感器213、用户界面216、SPS接收器217、相机218、PMD 219和/或有线收发器250中的一个或多个。其他配置可能不包括UE 200的所有组件。例如,IoT设备可以包括一个或多个无线收发器240、存储器211和处理器230。

[0034] UE 200可以包括调制解调器处理器232,该调制解调器处理器232能够对由收发器215和/或SPS接收器217接收和下变频(down-converted)的信号执行基带处理。调制解调器处理器232可以对要被上变频的信号执行基带处理,以便由收发器215传输。同样地或可替代地,基带处理可以由处理器230和/或DSP 231执行。然而,可以使用其他配置来执行基带处理。

[0035] UE 200可以包括传感器213,传感器213可以包括,例如,惯性测量单元(IMU)270、一个或多个磁力计271和/或一个或多个环境传感器272。IMU 270可以包括一个或多个惯性传感器,例如,一个或多个加速度计273(例如,共同响应于UE 200的在三维方向上的加速度)和/或一个或多个陀螺仪274。磁力计可以提供测量以确定方位(例如,相对于磁北和/或真北),该方位可以用于各种目的中的任何一个,例如,支持一个或多个罗盘应用。环境传感器272可以包括,例如,一个或多个温度传感器、一个或多个大气压力传感器、一个或多个环境光传感器、一个或多个相机成像器和/或一个或多个麦克风等。传感器213可以生成模拟和/或数字信号,其指示可以储存在存储器211中,并且由DSP 231和/或处理器230处理,以支持一个或多个应用,诸如,例如,针对定位和/或导航操作的应用。

[0036] 传感器213可以用于相对位置测量、相对位置确定、运动确定等。由传感器213检测的信息可以用于运动检测、相对位移、航位推算、基于传感器的位置确定和/或传感器辅助的位置确定。传感器213可以用于确定UE 200是固定的(静止的)还是移动的。在另一示例

中,对于相对定位信息,传感器/IMU可以用于确定其他设备相对于UE 200的角度和/或方向等。

[0037] IMU 270可以被配置用于提供关于UE 200的运动方向和/或运动速度的测量,这可以用于相对位置确定。例如,IMU 270的一个或多个加速度计273和/或一个或多个陀螺仪274可以分别检测UE 200的线性加速度和旋转速度。UE 200的线性加速度和旋转速度测量可以随时间被整合,以确定UE 200的瞬时运动方向和位移。运动的瞬时方向和位移可以被整合以跟踪UE 200的位置。例如,可以例如使用SPS接收器217(和/或通过某种其他手段)来确定UE 200在某一时刻的参考位置,并且可以在航位推算中使用在该时刻之后进行的来自加速度计273和陀螺仪274的测量,以基于UE 200相对于参考位置的移动(方向和距离)来确定UE 200的当前位置。

[0038] 磁力计271可以确定不同方向上的磁场强度,其可以用于确定UE 200的方位。例如,方位可以用于为UE 200提供数字罗盘。磁力计271可以包括二维磁力计,其被配置用于在两个正交维度上检测并且提供磁场强度的指示。同样地或可替代地,磁力计271可以包括三维磁力计,其被配置用于在三个正交维度上检测并且提供磁场强度的指示。磁力计271可以提供用于感测磁场并且向,例如,处理器210提供磁场的指示的部件。

[0039] 收发器215可以包括无线收发器240和有线收发器250,其被配置用于分别通过无线连接和有线连接与其他设备通信。例如,无线收发器240可以包括耦合到一个或多个天线246的发送器242和接收器244,用于发送和/或接收无线信号248,并且将信号从无线信号248转换成有线(例如,电和/或光)信号,以及从有线(例如,电和/或光)信号转换成无线信号248。因此,发送器242可以包括多个发送器,这些发送器可以是分立组件或组合/集成组件,和/或接收器244可以包括多个接收器,这些接收器可以是分立组件或组合/集成组件。无线收发器240可以被配置用于根据各种无线电接入技术(RAT)来通信信号(例如,与接入点和/或一个或多个其他设备),这些无线接入技术诸如是IEEE 802.11(包括IEEE 802.11ax)、WiFi、WiFi直连(WiFi-D)、蓝牙®、Zigbee等。有线收发器250可以包括被配置用于有线通信的发送器252和接收器254。发送器252可以包括多个发送器,这些发送器可以是分立组件或组合/集成组件,和/或接收器254可以包括多个接收器,这些接收器可以是分立组件或组合/集成组件。有线收发器250可以被配置,例如,用于光通信和/或电通信。收发器215可以通信地耦合到收发器接口214,例如,通过光和/或电连接。收发器接口214可以至少部分地与收发器215集成。

[0040] 用户界面216可以包括几个设备中的一个或多个,诸如,例如,扬声器、麦克风、显示设备、振动设备、键盘、触摸屏等。用户界面216可以包括一个以上的任何这些设备。用户界面216可以被配置用于使用户能够与由UE 200托管的一个或多个应用交互。例如,用户界面216可以将模拟和/或数字信号的指示储存在存储器211中,以由DSP 231和/或通用处理器230响应于来自用户的动作进行处理。类似地,托管在UE 200上的应用可以在存储器211中储存模拟和/或数字信号的指示,以向用户呈现输出信号。用户界面216可以包括音频输入/输出(I/O)设备,包括,例如,扬声器、麦克风、数模电路、模数电路、放大器和/或增益控制电路(包括一个以上的任何这些设备)。可以使用音频I/O设备的其他配置。同样地或可替代地,用户界面216可以包括一个或多个触摸传感器,其响应于,例如,用户界面216的键盘和/或触摸屏上的触摸和/或压力。

[0041] SPS接收器217(例如,全球定位系统(GPS)接收器)能够经由SPS天线262接收和获取SPS信号260。天线262被配置用于将无线信号260转换成有线信号,例如,电信号或光信号,并且可以与天线246集成在一起。SPS接收器217可以被配置用于全部或部分地处理所获取的SPS信号260,以估计UE 200的位置。例如,SPS接收器217可以被配置用于使用SPS信号260通过三边测量来确定UE 200的位置。结合SPS接收器217,通用处理器230、存储器211、DSP 231和/或一个或多个专用处理器(未示出)可以用于全部或部分地处理所获取的SPS信号,和/或计算UE 200的估计位置。存储器211可以储存SPS信号260和/或其他信号(例如,从无线收发器240获取的信号)的指示(例如,测量值)以用于执行定位操作。通用处理器230、DSP 231和/或一个或多个专用处理器和/或存储器211可以提供或支持用于在处理测量中使用以估计UE 200的位置的位置引擎。

[0042] UE 200可以包括用于捕捉静止或运动图像的相机218。相机218可以包括,例如,成像传感器(例如,电荷耦合设备或CMOS成像器)、镜头、模数电路、帧缓冲器等。通用处理器230和/或DSP 231可以对表示捕获图像的信号进行附加的处理、调节、编码和/或压缩。同样地或可替代地,视频处理器233可以对表示捕获图像的信号执行调节、编码、压缩和/或操纵。视频处理器233可以解码/解压缩储存的图像数据,用于在的显示设备(未示出)(例如,用户界面216)上呈现。

[0043] 定位(运动)设备(PMD)219可以被配置用于确定UE 200的位置以及可能的运动。例如,PMD 219可以与SPS接收器217通信,和/或包括SPS接收器217中的一些或所以。PMD 219还可以或可替换地被配置用于使用基于陆地的信号(例如,信号248中的至少一些)来确定UE 200的位置,用于三边测量,用于辅助获得和使用SPS信号260,或这两者。PMD 219可以被配置用于使用一种或多种其他技术(例如,依赖于UE的自报告位置(例如,UE的位置信标的一部分))来确定UE 200的位置,并且可以使用技术的组合(例如,SPS和陆地定位信号)来确定UE 200的位置。PMD 219可以包括一个或多个传感器213(例如,陀螺仪、加速度计、磁力计等),其可以感测UE 200的方位和/或运动,并且提供其指示,处理器210(例如,处理器230和/或DSP 231)可以被配置用于确定UE 200的运动(例如,速度矢量和/或加速度矢量)。PMD 219可以被配置用于提供所确定的定位和/或运动的不确定性和/或误差的指示。

[0044] 还参考图3,接入点(AP)300(诸如AP 105)的示例包括计算平台,该计算平台包括处理器310、包括软件(SW)312的存储器311、收发器315以及(可选地)SPS接收器317。处理器310、存储器311、收发器315和SPS接收器317可以通过总线320(其可以被配置用于,例如,用于光和/或电通信)彼此通信耦合。可以从AP 300中省略一个或多个所示装置(例如,无线接口和/或SPS接收器317)。SPS接收器317可以类似于SPS接收器217被配置用于能够经由SPS天线362接收和获取SPS信号360。处理器310可以包括一个或多个智能硬件设备,例如,中央处理单元(CPU)、微控制器、专用集成电路(ASIC)等。处理器310可以包括多个处理器(例如,包括通用/应用处理器、DSP、调制解调器处理器、视频处理器和/或传感器处理器,如图2所示)。存储器311是非暂时性储存介质,其可以包括随机存取存储器(RAM)、闪存、盘存储器和/或只读存储器(ROM)等。存储器311储存软件312,软件312可以是包含指令的处理器可读、处理器可执行的软件代码,指令被配置用于当被执行时,使处理器310执行本文描述的各种功能。可替代地,软件312可以不直接由处理器310执行,而是可以被配置用于使处理器310,例如,在被编译和被执行时,执行这些功能。该描述可能仅指执行功能的处理器310,但

是这包括其他实现,诸如处理器310执行软件和/或固件的情况。该描述可以将执行功能的处理器310称为执行该功能的处理器310中包含的一个或多个处理器的简写。除了和/或代替存储器311,处理器310可以包括具有储存的指令的存储器。下面将更全面地讨论处理器310的功能。

[0045] 收发器315可以包括无线收发器340和有线收发器350,其被配置用于分别通过无线连接和有线连接与其他设备通信。例如,无线收发器340可以包括耦合到一个或多个天线346的发送器342和接收器344,用于发送(例如,在一个或多个上行链路信道上)和/或接收(例如,在一个或多个下行链路信道上)无线信号348,并且将信号从无线信号348转换成有线(例如,电和/或光)信号,以及从有线(例如,电和/或光)信号转换成无线信号348。因此,发送器342可以包括多个发送器,这些发送器可以是分立组件或组合/集成组件,和/或接收器344可以包括多个接收器,这些接收器可以是分立组件或组合/集成组件。无线收发器340可以被配置用于根据各种无线电接入技术(RAT)来通信信号(例如,与UE 200、一个或多个其他UE和/或一个或多个其他设备),这些无线接入技术诸如是IEEE 802.11(包括IEEE 802.11ax)、WiFi、WiFi直连(WiFi-D)、蓝牙®、Zigbee等。有线收发器350可以包括被配置用于有线通信的发送器352和接收器354。发送器352可以包括多个发送器,这些发送器可以是分立组件或组合/集成组件,和/或接收器354可以包括多个接收器,这些接收器可以是分立组件或组合/集成组件。有线收发器350可以被配置,例如,用于光通信和/或电通信。

[0046] 参考图4,示出了无线设备进行并发发送和接收的射频感测的概念图400。诸如UE 200或AP 300的无线设备包括收发器240、340,收发器240、340具有被配置用于RF信号的并发发送和接收的多个发送链和接收链。图4中发送链和接收链的数量仅是示例,而不是限制,因为可以使用其他收发器和天线配置。例如,收发器240可以被配置用于具有两个发送链和两个接收链的多输入多输出(MIMO)。可以使用其他阵列尺寸和配置。在一示例中,收发器240可以包括发送链,该发送链包括可操作地耦合到发送RF模块408的发送天线402。发送RF模块408被配置用于从数模转换器(DAC)406接收信号,并且经由发送天线402发送对应的RF信号。该信号可以由诸如调制解调器处理器232和/或应用处理器230的处理器生成。收发器240可以包括一个或多个接收链,该接收链包括接收天线404、接收RF模块416和模数转换器(ADC)414。也可以使用附加的接收模块,诸如第二接收链420和第三接收链422。

[0047] 在操作中,无线设备可以向目标418发送射频信号412a。反射信号412b是RF信号412a中被目标418反射并且由一个或多个接收天线(诸如接收天线404)接收的部分。附加的接收链可以实现波束形成/方向检测,以使无线设备能够计算接收到的信号的到达角(AoA)。接收链还可以在传输RF信号412a的同时接收传输泄漏信号410。取决于无线设备的配置,传输泄漏410可以是传导和/或辐射干扰。例如,物理屏蔽可以用于减少发送和接收天线之间的辐射干扰。在一实施例中,射频信号412a可以是长度为“L”的预先设计的序列。预先设计的序列可以被设计成具有循环自相关属性,诸如单载波Zadoff-Chu序列,或者类似正交频分复用(OFDM)的符号。该序列可以被重复并且连续发送“n”次,使得无线设备的接收链可以在以后的时间在不会丢失信号信息的情况下开始监听长度“L”以接收该序列。对接收链的这种宽松的时间要求意味着它们不必与发送器同时开始。

[0048] 接收RF模块416(以及附加的接收链420、422)可以监听和接收“m”个序列,而不是1个序列。例如,接收RF模块416可以监听m*L的长度,其中“m”是由接收RF模块416捕获的序列

的数量,并且m≤n。UE 200可以组合接收到的“m”个序列以提高信噪比(SNR)。接收到的序列可以用于RF感测。例如,可以利用已知的发送序列来获得基于信号相关技术的信道估计。可以经由迭代抵消算法来处理信道估计,以检测泄漏和反射。泄漏和反射之间的时间差可以用于估计到目标418的距离。诸如附加接收链420、422的多个Rx天线可以用于接收反射信号412b中的序列,确定信道估计,并且获得反射信号412b的角度估计。可以利用信道估计的变化来检测目标418的运动。对信道估计结果的分类算法和/或机器学习可以用于识别目标418的运动类型和/或尺寸。在一示例中,信道估计可以用于检测目标418的姿态变化。

[0049] 图4的无线设备上的发送链和接收链的数量仅是示例,而不是限制。其他无线设备可以具有多个阵列,并且每个阵列可以包括不同数量和模式的天线元素。例如,天线阵列可以包括1×2、1×4、1×5、1×8、2×2、2×4、2×5、2×8、3×4、3×5、3×8等元素的矩阵。也可以使用其他天线阵列矩阵维度。

[0050] 在一实施例中,具有一个或多个多元件天线阵列的无线设备可以被配置用于对发送和接收RF信号进行波束形成。例如,收发器240可以包括射频集成电路(RFIC),其包括移相器以修改发送和接收波束增益。无线设备可以被配置用于改变RF信号412a的离开角(AoD)。在一示例中,RF信号412a可以扫过不同的AoD,并且可以确定对应的反射信号的增益。改变RF信号412a的AoD可以用于确定到目标418的直接路径(例如,基于最高反射增益)。在一示例中,波束扫描(beam sweeping)可以用于确定对象的变化姿态(例如,基于一系列随时间的反射信号)。在一实施例中,发送的RF信号412a可以是极化信号,并且可以检测接收到的信号412b的极化。发送和接收信号之间的极化变化可以用于确定特性和/或对目标418进行分类。

[0051] 参考图5,并且进一步参考图4,示出了示例接收信号的图500。图500包括相对功率轴502、时间轴504和信号响应函数506。信号响应函数506表示由接收天线404检测到的信号。第一峰值508基于传输泄漏410,并且第二峰值510基于反射信号412b。RF接收器416(以及其他接收链420、422)可以被配置用于在RF信号412a的传输时间段降低接收增益。例如,接收器中的一个或多个放大器组件(例如,低噪声放大器(LNA))可以配置有可调增益功能。可以降低接收增益以减轻泄漏对接收链的影响。可以使用其他迭代抵消算法来降低第一峰值508的影响并且改善第二峰值510的检测。可以增加RF发送模块408的发送增益,以改善反射信号412b的检测。例如,可以基于与反射信号412b相关联的一个或多个峰值的值,针对每个序列迭代地增加发送增益。

[0052] 在操作中,信号响应函数506包括发送序列,并且ADC模块414中的对应的ADC捕获等同于信道捕获,其可以用于实现基于信道捕获的RF感测用例。第一峰值508(即,传输时间)和第二峰值510(即,反射信号412b)之间的时间差可以用于估计到目标418的距离。可以基于来自多个天线(例如,附加的接收链420、422)的ADC捕获来获得反射信号412b的AoA。到目标418的测量的距离和方向信息可以用于室内测绘应用。发送的RF信号412a的带宽可以变化,并且不限于Wi-Fi分组带宽。例如,宽带宽可以基于DAC和ADC速率,以及可能大于Wi-Fi分组带宽的模拟滤波器带宽。RF信号412a的发送和接收可以在数百微秒内执行,因此对Wi-Fi通信的影响可以是最小的。因此,这里描述的RF感测技术可以与Wi-Fi数据交换功能同时使用。

[0053] 参考图6,示出了无线设备的链内发送和接收的概念图600。诸如UE 200或AP 300

的无线设备包括具有一个或多个发送链和接收链的收发器602。图6中发送链和接收链的数量仅是示例,而不是限制,因为可以使用其他收发器和天线配置。例如,收发器602可以被配置用于具有两个发送链和两个接收链的多输入多输出(MIMO)。可以使用其他阵列尺寸和配置。通常,发送链和接收链是概念性术语,表示用于发送/接收信号处理所必需的硬件。MIMO无线电可以被配置用于添加来自多个天线的信号分量。单链发送和接收操作可以利用用于发送和接收功能的单个天线。在一示例中,第一收发器链604被配置用于单链Tx和Rx操作。收发器602可以包括被配置用于单链或独立的Tx和Rx操作的附加收发器链606a、606b。第一收发器链604被配置用于向目标610发送RF信号608a,然后接收反射的RF信号608b。例如,第一收发器链604可以被配置用于在定向耦合器的端口之间切换,以实现链内Tx和Rx操作。在一实施例中,附加收发器链606a、606b也可以接收各自的反射信号608c、608d。RF信号608a可以是单载波Zadoff-Chu序列或正交频分复用符号(OFDM)或其他正交资源,其被配置用于优化同步和信道估计性能,诸如图4中所描述的。在一示例中,无线设备可以利用使用MIMO的多个Tx和多个Rx来改善信道信息捕获,诸如通过使用现有的MIMO前导长训练字段(LTF)序列。也可以使用其他序列和信号。

[0054] 参考图7,并且进一步参考图1-图6,用于设置用于射频感测的发送增益的方法700包括所示的阶段。通常,方法700可以用于设置RF信号的发送增益以增加接收信号强度指示(RSSI),同时降低接收器饱和。然而,方法700仅是示例而非限制。方法700可以被改变,例如,通过使阶段被添加、移除、重新排列、组合、同时执行,和/或将单个阶段分成多个阶段。

[0055] 在阶段702,该方法包括设置第一发送增益以避免接收器饱和。发送RF模块408是用于设置第一发送增益的部件。诸如UE 200和AP 300的无线设备中的收发器可以被配置用于修改诸如发送RF模块408的一个或多个发送器链的输出增益(例如,调整Tx功率)。RF模块408可以以足够安全的低发送增益(例如,TxGain_1)发送第一RF信号,以避免接收器饱和。可以基于在接收到的信号中观察到的信号削波量来确定接收器饱和。可以选择TxGain_1的值,使得接收到的信号不会由于削波或由于信号饱和引起的其他衰减而失真。在一示例中,TxGain_1的值可以储存在存储器中,并且用于RF感测应用中的初始传输。

[0056] 在阶段704,该方法包括使用第一发送增益发送第一信号。发送RF模块408是用于使用第一发送增益发送第一信号的部件。例如,参考图4,第一信号可以是RF信号412a。第一信号可以是第一Wi-Fi RF感测分组,或者其他RF信号,诸如单载波Zadoff-Chu序列,或者类似OFDM LTF的符号。

[0057] 在阶段706,该方法包括接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值。接收RF模块416是用于接收第一信号的反射的部件,处理器230可以是用于估计发送增益调整值的部件。参考图4,反射信号可以是反射信号412b。在一示例中,处理器230或无线设备中的其他处理器可以被配置用于基于第一信号来确定ADC 414中的剩余净空。净空可以基于时变信号(例如,正弦波峰值)的幅度或者正交信号(例如,类似OFDM的符号)中的削波水平。发送增益的增加可以基于可用的剩余净空。发送增益调整可以是值TX Gain_delta,其表示发送增益增加的估计,以在不使接收器饱和的情况下改善RSSI。

[0058] 在阶段708,该方法包括使用发送增益调整值发送第二信号。发送RF模块408是用于发送第二信号的部件。发送RF模块408可以发送另一Wi-Fi RF感测分组,或者具有等于第一发送增益(即,TxGain_1)加上发送增益调整值(即,TX Gain_delta)的发送器增益的其他

RF信号。因此,信号可以具有发送增益值TxGain_2＝TxGain_1+TX Gain_delta。

[0059] 在阶段710,该方法包括接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值。接收RF模块416是用于接收第二信号的部件,处理器230可以是用于估计发送增益调整值的部件。在一示例中,处理器230或无线设备中的其他处理器可以被配置用于基于在阶段708发送的信号(例如,以TxGain_2的发送增益)来确定ADC 414中的剩余净空。如先前所描述的,处理器230可以被配置用于基于时变信号(例如,正弦波峰值)的幅度或者正交信号(例如,类似OFDM的符号)中的削波水平来调整发送增益调整值。可以调整发送增益值,并且该过程可以基于附加信号上的调整后的发送增益值迭代回到阶段708。

[0060] 方法700可以用于在无线设备被初始化并且Wi-Fi RF感测能力被激活时设置发送增益值。方法700也可以周期性地执行或者基于触发条件(诸如检测到位置改变、周围环境改变或者硬件或软件改变)执行。其他触发条件,诸如异常RSSI值或何时检测到ADC削波,也可以用于初始化方法700。

[0061] 参考图8,并且进一步参考图1-图6,用于设置用于射频感测的接收器增益的方法800包括所示的阶段。通常,方法800可以用于设置RF信号的接收器增益以改善ADC范围,减少量化噪声和削波(clipping),并且改善弱信号检测。然而,方法800仅是示例而非限制。方法800可以被改变,例如,通过使阶段被添加、移除、重新排列、组合、同时执行,和/或将单个阶段分成多个阶段。

[0062] 在阶段802,该方法包括设置第一接收器增益并且接收第一信号。接收RF模块416是用于设置第一接收器增益和接收第一信号的部件。第一接收器增益值(即,RxGain_1)可以是储存在存储器中的预先设定值,并且在接收RF模块416被初始化时被设置。第一信号可以是包括第一Wi-Fi RF感测分组的反射信号412b,或者其他RF信号,诸如单载波Zadoff-Chu序列,或者类似OFDM LTF的符号。

[0063] 在阶段804,该方法包括估计降低的接收器增益值。处理器230可以是用于估计降低的接收器增益值的部件。在一示例中,处理器230或无线设备中的其他处理器可以被配置用于确定ADC 414中发生的接收信号削波的程度。削波可以基于时变信号(例如,正弦波峰值)的预期幅度或者正交信号(例如,类似OFDM的符号)中资源的削波水平。接收器增益可以减少值RX Gain_delta,其表示基于ADC范围和接收信号中的削波水平的接收器增益的成比例减少。第一接收器增益减少估计值(即,RxGain_2＝RxGain_1-RX Gain_delta)。

[0064] 在阶段806,该方法包括使用降低的接收器增益接收第二信号。接收RF模块416是用于接收第二信号的部件。第二信号可以是包括第二Wi-Fi RF感测分组的另一反射信号412b,或者诸如先前描述的另一RF信号。方法800可以迭代回到阶段804,以基于ADC 414中的信号质量来确定接收增益值是否需要附加的调整。当无线设备被初始化并且Wi-Fi RF感测能力被激活时,方法800可以用于设置接收器增益值。方法800也可以周期性地执行或者基于触发条件(诸如检测到位置改变、周围环境改变或者硬件或软件改变)执行。其他触发条件,诸如异常RSSI值或何时检测到ADC削波,也可以用于初始化方法800。

[0065] 在操作中,无线设备可以被配置用于在发送RF感测信号之前清空信道,以避免与其他Wi-Fi帧的冲突。在一示例中,设备可以在与RF感测信号相同的带宽上向其自身发送清除发送(CTS)以清除信道。在另一示例中,设备可以发送现有的Wi-Fi传统前导格式,以确保其他设备遵从RF感测信号。在另一示例中,该设备被配置用于在发送之后或者在接收到的

分组结束之后,在短帧间隔(SIFS)内发送RF感测信号。也可以使用其他方法来验证信道是否被畅通。

[0066] 参考图9,并且进一步参考图1-图8,用于在无线设备中控制接收器用于射频感测的方法900包括所示的阶段。然而,方法900仅是示例而非限制。方法900可以被改变,例如,通过使阶段被添加、移除、重新排列、组合、同时执行,和/或将单个阶段分成多个阶段。

[0067] 在阶段902,该方法包括将无线设备上的接收增益设置为第一水平。接收RF模块416是用于将接收增益设置为第一水平的部件。在一示例中,诸如UE 200或AP 300的无线设备被配置用于在发送RF感测信号时间段期间降低一个或多个接收链上的增益。例如,RF接收器416(以及其他接收链420、422)可以被配置用于在RF信号412a的传输期间降低接收增益。在一实施例中,接收器中的一个或多个放大器组件(例如,LNA)可以配置有可调增益功能,并且可以降低接收增益以减轻泄漏对接收链的影响。

[0068] 在阶段904,该方法包括在第一时间利用无线设备发送射频信号,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号。发送RF模块408是用于发送射频信号的部件。参考图4,泄漏信号可以是与RF信号的传输同时接收到的泄漏信号410。在一示例中,RF信号可以是被设计成具有循环自相关属性的预先设计的序列,诸如单载波Zadoff-Chu序列或类似OFDM的符号。第一时间可以基于序列中的一个RF信号被发送的时间。该序列可以被重复并且连续发送“n”次,使得UE 200或AP 300的接收链可以在以后的时间在不会丢失信号信息的情况下开始监听长度“L”以接收该序列。在一实施例中,方法700可以用于设置RF信号的发送器增益。

[0069] 在阶段906,该方法包括将无线设备上的接收增益设置为第二水平。接收RF模块416是用于将接收增益设置为第二水平的部件。与第一水平相比,第二水平在接收器增益中可能是增加的。也就是说,接收增益中的LNA可以被配置用于增加检测反射信号412b的灵敏度。接收器增益的增加发送在阶段904的传输之后。在一实施例中,方法800可以用于设置第二接收增益水平的值。

[0070] 在阶段908,该方法包括在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,其中接收增益处于第二水平。接收RF模块416是用于接收反射的射频信号的部件。在第二时间接收到的反射射频信号可以是反射RF信号412b,并且可以由一个或多个接收链(例如,附加接收链420、422)接收。在一示例中,接收RF模块416可以使用在第二时间接收到的第二峰值510的增加的Rx增益值来监听。接收RF模块416还可以监听和接收“m”个序列,而不是1个序列。例如,接收RF模块416可以监听m*L的长度,其中“m”是由接收RF模块416捕获的序列的数量,并且m≤n。无线设备可以组合接收到的“m”个序列以提高反射信号的信噪比(SNR)。

[0071] 在阶段910,该方法包括至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。UE 200中的处理器230和AP 300中的处理器310是用于确定距离的部件。发送时间(即,第一时间)和接收时间(即,第二时间)之间的差异表示发送信号412a和反射信号412b的往返飞行时间。在一示例中,该距离可以被计算为时间差的一半乘以光速。在距离计算中也可以使用其他误差校正和偏差值。诸如RSSI和AoA的附加值可以用于确定目标的距离、方向和方位。

[0072] 参考图10,并且进一步参考图1-图8,用于利用射频感测确定到对象的距离的方法1000包括所示的阶段。然而,方法1000仅是示例而非限制。方法1000可以被改变,例如,通过

使阶段被添加、移除、重新排列、组合、同时执行,和/或将单个阶段分成多个阶段。

[0073] 在阶段1002,该方法包括在无线设备上利用发送信道发送射频信号。发送RF模块408是用于发送射频信号的部件。射频信号可以是从一个或多个发送天线402发送的一个或多个Wi-Fi分组或其他RF信号。通常,Wi-Fi分组是Wi-Fi网络中的电子数据传输的术语。在一实施例中,无线设备可以被配置用于从一个或多个发送器和发送天线发送多个RF信号。在一示例中,RF信号可以是被设计成具有循环自相关属性的预先设计的序列,诸如单载波Zadoff-Chu序列或类似OFDM LTF符号。第一时间可以基于序列中的一个RF信号被发送的时间。该序列可以被重复并且连续发送“n”次,使得UE 200或AP 300的接收链可以在以后的时间在不会丢失信号信息的情况下开始监听长度“L”以接收该序列。在一实施例中,可以基于方法700来确定RF信号的发送器增益,并且将其储存在存储器中,以在RF感测应用被激活时使用。

[0074] 在阶段1004,该方法包括在第一时间在设备上利用接收信道接收泄漏信号,其中泄漏信号基于射频信号。接收RF模块416是用于接收泄漏信号的部件。在一示例中,在阶段1002,无线设备中的一个或多个接收链可以在发送RF信号的同时接收传输泄漏信号410。取决于无线设备的配置,传输泄漏410可以是传导和/或辐射干扰。无线设备被配置用于确定接收到一个或多个RF泄漏信号的时间。泄漏信号可以在一个以上接收链上以及TX泄漏峰值(例如,第一峰值508)的时间上接收。

[0075] 在阶段1006,该方法包括在第二时间在设备上利用接收通道接收反射信号,其中反射信号基于从对象反射的射频信号。接收RF模块416是用于接收反射信号的部件。在第二时间接收到的射频信号可以是反射的RF信号412b,并且可以由一个或多个接收链(例如,附加的接收链420、422)接收。在一示例中,接收RF模块416可以监听和接收“m”个序列,而不是1个序列。例如,接收RF模块416可以监听m*L的长度,其中“m”是由接收RF模块416捕获的序列的数量,并且m≤n。无线设备可以组合接收到的“m”个序列以提高反射信号的信噪比(SNR)。在一实施例中,可以基于方法800来确定用于接收RF信号的接收器增益,并且将其储存在存储器中,以在RF感测应用被激活时使用。

[0076] 在阶段1008,该方法包括至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。UE 200中的处理器230和AP 300中的处理器310是用于确定距离的部件。接收到泄漏信号的时间(即,第一时间)和接收时间(即,第二时间)之间的差异表示发送信号412a和反射信号412b的往返飞行时间。在一示例中,该距离可以被计算为时间差的一半乘以光速。在距离计算中也可以使用其他误差校正和偏差值。诸如RSSI和AoA的附加值可以用于确定目标的距离、方位和方向。

[0077] 在一实施例中,方法1000可以包括一个或多个附加特征。例如,射频信号可以是预先指定的序列。单载波Zadoff-Chu序列、正交频分复用符号、一个或多个Wi-Fi分组是预先指定的序列的示例。可以发送和接收多个射频信号。可以利用多个发送信道发送多个射频信号。可以利用多个接收链接收射频信号。可以确定接收到的RF信号的到达角(AoA)和发送信号的离开角(AoD)。发送和接收射频信号可以利用单链发送和接收操作来执行。

[0078] 其他示例和实现在本公开和所附权利要求的范围和精神内。例如,由于软件和计算机的性质,上文所描绘的功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬连线或其任意组合来实现。实现功能的特征也可以在物理上位于各种位置,包括被分布为使得部分功

能在不同的物理位置实现。

[0079] 如本文所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”也包括复数形式,除非上下文清楚地另有指示。例如,“处理器”可以包括一个处理器或多个处理器。本文使用的术语“包括”、“包括”、“包含”和/或“包含”指定了所陈述的特征、整数、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但是不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元素、组件和/或其组合的存在或添加。

[0080] 同样,如本文所使用的,在以“至少一个”开头或以“一个或多个”开头的项目的列表中使用的“或”指示分离列表,使得,例如,“A、B或C中的至少一个”的列表或“A、B或C中的一个或多个”的列表表示A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C),或具有一个以上特征的组合(例如,AA、AAB、ABBC等)。

[0081] 可以根据具体要求进行实质性的变化。例如,也可以使用定制的硬件,和/或特定的元件可以在硬件、由处理器执行的软件(包括便携式软件,诸如小程序(applet)等)或者两者中实现。此外,可以采用到诸如网络输入/输出设备的其他计算设备的连接。

[0082] 上面讨论的系统和设备是示例。各种配置可以适当地省略、替换或添加各种过程或组件。例如,参考某些配置所描述的特征可以在各种其他配置中组合。配置的不同方面和元素可以以类似的方式组合。同样,技术在发展,因此,许多元素是示例,并且不限制本公开或权利要求的范围。

[0083] 无线通信系统是一种无线传送通信的系统,即,通过穿过大气空间传播的电磁波和/或声波,而不是通过有线或其他物理连接。无线通信网络可以不无线发送所有通信,但是被配置用于无线发送至少一些通信。此外,术语“无线通信设备”或类似术语并且不要求该设备的功能专门或均匀地主要用于通信,或者该设备是移动设备,而是指示该设备包括无线通信能力(单向或双向),例如,包括用于无线通信的至少一个无线电(每个无线电设备是发送器、接收器或收发器的一部分)。

[0084] 描述中给出了具体细节,以提供对示例配置(包括实现)的全面理解。然而,可以在没有这些具体细节的情况下实施配置。例如,众所周知的电路、过程、算法、结构和技术已经在没有不必要的细节的情况下示出,以避免模糊配置。该描述仅提供示例配置,并且不限制权利要求的范围、适用性或配置。相反,前述对配置的描述提供了用于实现所描述的技术的描述。在不脱离本公开的精神或范围的情况下,可以对元素的功能和布置进行各种改变。

[0085] 本文使用的术语“处理器可读介质”、“机器可读介质”和“计算机可读介质”指参与提供使机器以特定方式运行的数据的任何介质。使用计算平台,各种处理器可读介质可能涉及向处理器提供指令/代码以供执行,和/或可能用于储存和/或携带这样的指令/代码(例如,作为信号)。在许多实现中,处理器可读介质是物理和/或有形储存介质。这种介质可以采取许多形式,包括但不限于非易失性介质和易失性介质。非易失性介质包括,例如,光盘和/或磁盘。易失性介质包括但不限于动态存储器。

[0086] 值超过(或大于或高于)第一阈值的陈述等同于该值达到或超过略大于第一阈值的第二阈值的陈述,例如,在计算系统的分辨率中,第二阈值比第一阈值高一个值。值小于第一阈值(或在第一阈值之内或之下)的陈述等同于该值小于或等于略低于第一阈值的第二阈值的陈述,例如,在计算系统的分辨率中,第二阈值比第一阈值低一个值。

[0087] 实现示例在以下编号的条款中被描述:

[0088] 条款1.一种利用射频感测来确定到对象的距离的方法,包括:在无线设备上利用发送信道发送射频信号;在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号,其中泄漏信号基于射频信号;在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号,其中反射信号基于从对象反射的射频信号;以及至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0089] 条款2.根据条款1的方法,其中,射频信号是预先指定的序列。

[0090] 条款3.根据条款2的方法,其中,预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

[0091] 条款4.根据条款2的方法,其中,预先指定的序列包括正交频分复用符号。

[0092] 条款5.根据条款2的方法,其中,预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

[0093] 条款6.根据条款1的方法,进一步包括发送多个射频信号并且接收多个射频信号中的一个或多个。

[0094] 条款7.根据条款1的方法,进一步包括利用多个发送信道发送多个射频信号。

[0095] 条款8.根据条款1的方法,其中,接收射频信号包括利用多个接收链接收射频信号。

[0096] 条款9.根据条款8的方法,进一步包括确定接收到的射频信号的到达角。

[0097] 条款10.根据条款1的方法,进一步包括确定射频信号的离开角。

[0098] 条款11.根据条款1的方法,其中,发送射频信号和接收射频信号是利用单链发送和接收操作来执行的。

[0099] 条款12.一种装置,包括:存储器;至少一个收发器,包括至少一个发送链和至少一个接收链;至少一个处理器,通信地耦合到存储器和至少一个收发器,并且被配置用于:利用至少一个发送链发送射频信号;在第一时间利用至少一个接收链接收泄漏信号,其中泄漏信号基于射频信号;在第二时间利用至少一个接收链接收反射信号,其中反射信号基于从对象反射的射频信号;并且至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0100] 条款13.根据条款12的装置,其中,射频信号是预先指定的序列。

[0101] 条款14.根据条款13的装置,其中,预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

[0102] 条款15.根据条款13的装置,其中,预先指定的序列包括正交频分复用符号。

[0103] 条款16.根据条款13的装置,其中,预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

[0104] 条款17.根据条款12的装置,其中,至少一个处理器进一步被配置用于发送多个射频信号并且接收多个射频信号中的一个或多个。

[0105] 条款18.根据条款12的装置,其中,至少一个处理器进一步被配置用于利用多个发送链发送多个射频信号。

[0106] 条款19.根据条款12的装置,其中,至少一个处理器进一步被配置用于利用多个接收链接收射频信号。

[0107] 条款20.根据条款19的装置,其中,至少一个处理器进一步被配置用于确定接收到的射频信号的到达角。

[0108] 条款21.根据条款12的装置,其中,至少一个处理器进一步被配置用于确定射频信号的离开角。

[0109] 条款22.根据条款12的装置,其中,至少一个处理器被配置用于利用单链发送和接

收操作发送射频信号和接收射频信号。

[0110] 条款23.一种利用射频感测来确定到对象的距离的装置,包括:用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的部件;用于在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号的部件,其中泄漏信号基于射频信号;用于在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号的部件,其中反射信号基于从对象反射的射频信号;以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的部件。

[0111] 条款24.根据条款23的装置,其中,射频信号是预先指定的序列。

[0112] 条款25.根据条款24的装置,其中,预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

[0113] 条款26.根据条款24的装置,其中,预先指定的序列包括正交频分复用符号。

[0114] 条款27.根据条款24的装置,其中,预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

[0115] 条款28.根据条款23的设备,进一步包括用于发送多个射频信号的部件和用于接收多个射频信号中的一个或多个的部件。

[0116] 条款29.根据条款23的装置,进一步包括用于利用多个发送信道发送多个射频信号的部件。

[0117] 条款30.根据条款23的装置,其中,用于接收射频信号的部件包括用于利用多个接收链接收射频信号的部件。

[0118] 条款31.根据条款30的装置,进一步包括用于确定接收到的射频信号的到达角的部件。

[0119] 条款32.根据条款23的装置,进一步包括用于确定射频信号的离开角的部件。

[0120] 条款33.根据条款23的装置,其中,用于发送射频信号的部件和用于接收射频信号的部件利用单链发送和接收操作来执行。

[0121] 条款34.一种非暂时性处理器可读储存介质,包括处理器可读指令以使一个或多个处理器利用射频感测来确定到对象的距离,该非暂时性处理器可读储存介质包括:用于在无线设备上利用发送信道发送射频信号的代码;用于在第一时间在无线设备上利用接收信道接收泄漏信号的代码,其中泄漏信号基于射频信号;用于在第二时间在无线设备上利用接收信道接收反射信号的代码,其中反射信号基于从对象反射的射频信号;以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的代码。

[0122] 条款35.根据条款34的非暂时性处理器可读储存介质,其中,射频信号是预先指定的序列。

[0123] 条款36.根据条款35的非暂时性处理器可读储存介质,其中,预先指定的序列是单载波Zadoff-Chu序列。

[0124] 条款37.根据条款35的非暂时性处理器可读储存介质,其中,预先指定的序列包括正交频分复用符号。

[0125] 条款38.根据条款35的非暂时性处理器可读储存介质,其中,预先指定的序列包括一个或多个Wi-Fi分组。

[0126] 条款39.根据条款34的非暂时性处理器可读储存介质,进一步包括用于发送多个射频信号的代码和用于接收多个射频信号中的一个或多个的代码。

[0127] 条款40.根据条款34的非暂时性处理器可读储存介质,进一步包括用于利用多个发送信道发送多个射频信号的代码。

[0128] 条款41.根据条款34的非暂时性处理器可读储存介质,其中,用于接收射频信号的代码包括用于利用多个接收链接收射频信号的代码。

[0129] 条款42.根据条款41的非暂时性处理器可读储存介质,进一步包括用于确定接收到的射频信号的到达角的代码。

[0130] 条款43.根据条款34的非暂时性处理器可读储存介质,进一步包括用于确定射频信号的离开角的代码。

[0131] 条款44.一种设置用于射频感测的发送增益的方法,包括:设置第一发送增益以避免接收器饱和;使用第一发送增益发送第一信号;接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值;使用发送增益调整值发送第二信号;以及接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值。

[0132] 条款45.一种装置,包括:存储器;至少一个收发器,包括至少一个发送链和至少一个接收链;至少一个处理器,通信地耦合到存储器和至少一个收发器,并且被配置用于:设置第一发送增益以避免接收器饱和;使用第一发送增益发送第一信号;接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值;使用发送增益调整值发送第二信号;以及接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值。

[0133] 条款46.一种用于设置用于射频感测的发送增益的装置,包括:用于设置第一发送增益以避免接收器饱和的部件;用于使用第一发送增益发送第一信号的部件;用于接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值的部件;用于使用发送增益调整值发送第二信号的部件;以及用于接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值的部件。

[0134] 条款47.一种非暂时性处理器可读储存介质,包括处理器可读指令以使一个或多个处理器设置用于射频感测的发送增益,该非暂时性处理器可读储存介质包括:用于设置第一发送增益以避免接收器饱和的代码;用于使用第一发送增益发送第一信号的代码;用于接收第一信号的反射并且估计发送增益调整值的代码;用于使用发送增益调整值发送第二信号的代码;以及用于接收第二信号的反射并且估计发送增益调整值的代码。

[0135] 条款48.一种用于在无线设备中控制接收器用于射频感测的方法,包括:将无线设备上的接收增益设置为第一水平;在第一时间利用无线设备发送射频信号,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;将无线设备上的接收增益设置为第二水平;在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,其中接收增益处于第二水平;以及至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0136] 条款49.一种装置,包括:存储器;至少一个收发器,包括至少一个发送链和至少一个接收链;至少一个处理器,通信地耦合到存储器和至少一个收发器,并且被配置用于:将无线设备上的接收增益设置为第一水平;在第一时间利用无线设被发送射频信号,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;将无线设备上的接收增益设置为第二水平;在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射,其中接收增益处于第二水平;并且至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离。

[0137] 条款50.一种用于在无线设备中控制接收器用于射频感测的装置,包括:用于将无线设备上的接收增益设置为第一水平的部件;用于在第一时间利用无线设备发送射频信号的部件,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;用于将无线设备上的接收增益设置为第二水平的部件;用于在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射的部件,其

中接收增益处于第二水平;以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的部件。

[0138] 条款51.一种非暂时性处理器可读储存介质,包括处理器可读指令以使一个或多个处理器在无线设备中控制接收器用于射频感测,该非暂时性处理器可读储存介质包括:用于将无线设备上的接收增益设置为第一水平的代码;用于在第一时间利用无线设备发送射频信号的代码,其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号;用于将无线设备上的接收增益设置为第二水平的代码;用于在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射的代码,其中接收增益处于第二水平;以及用于至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离的代码。

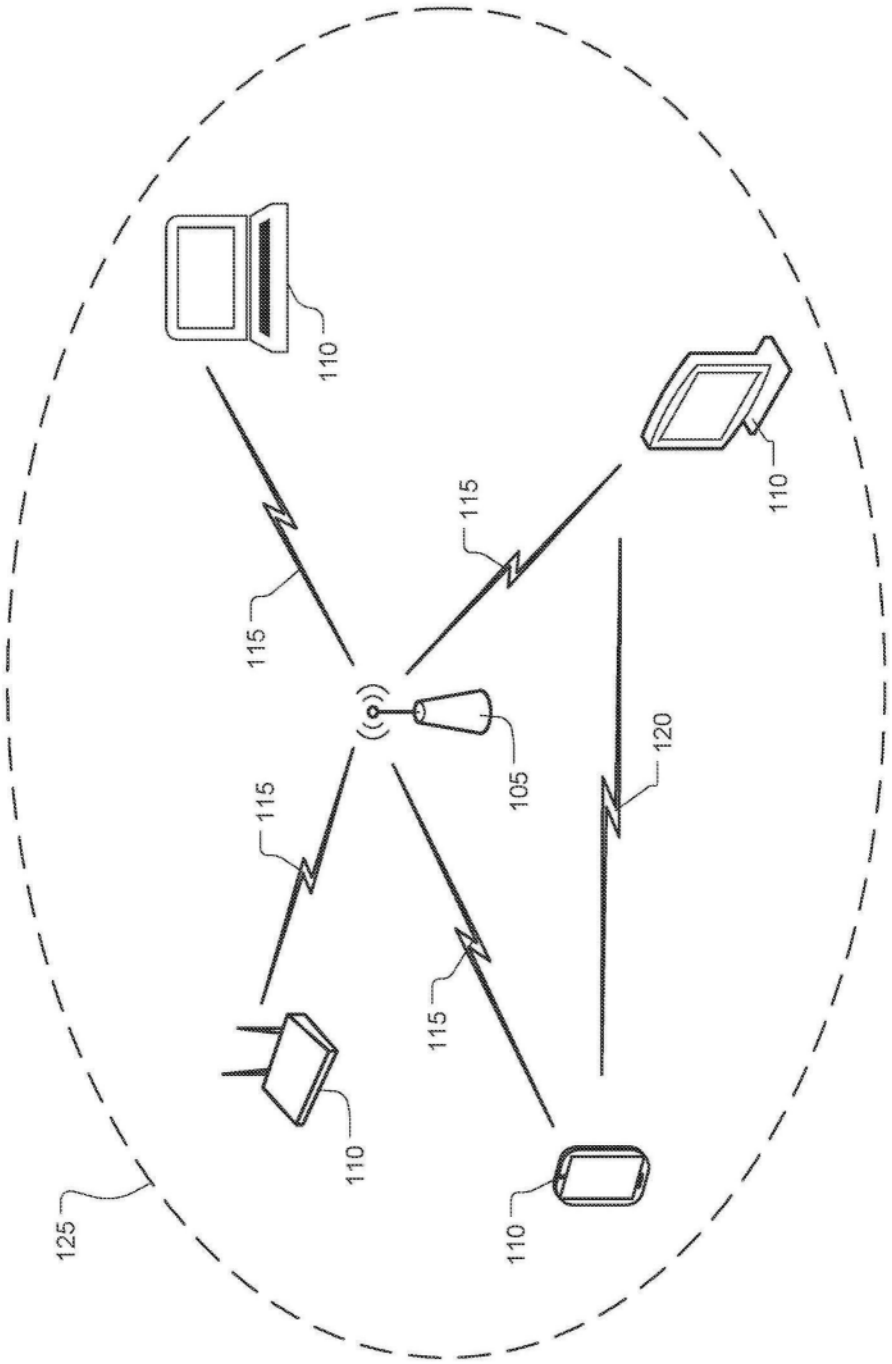


图1

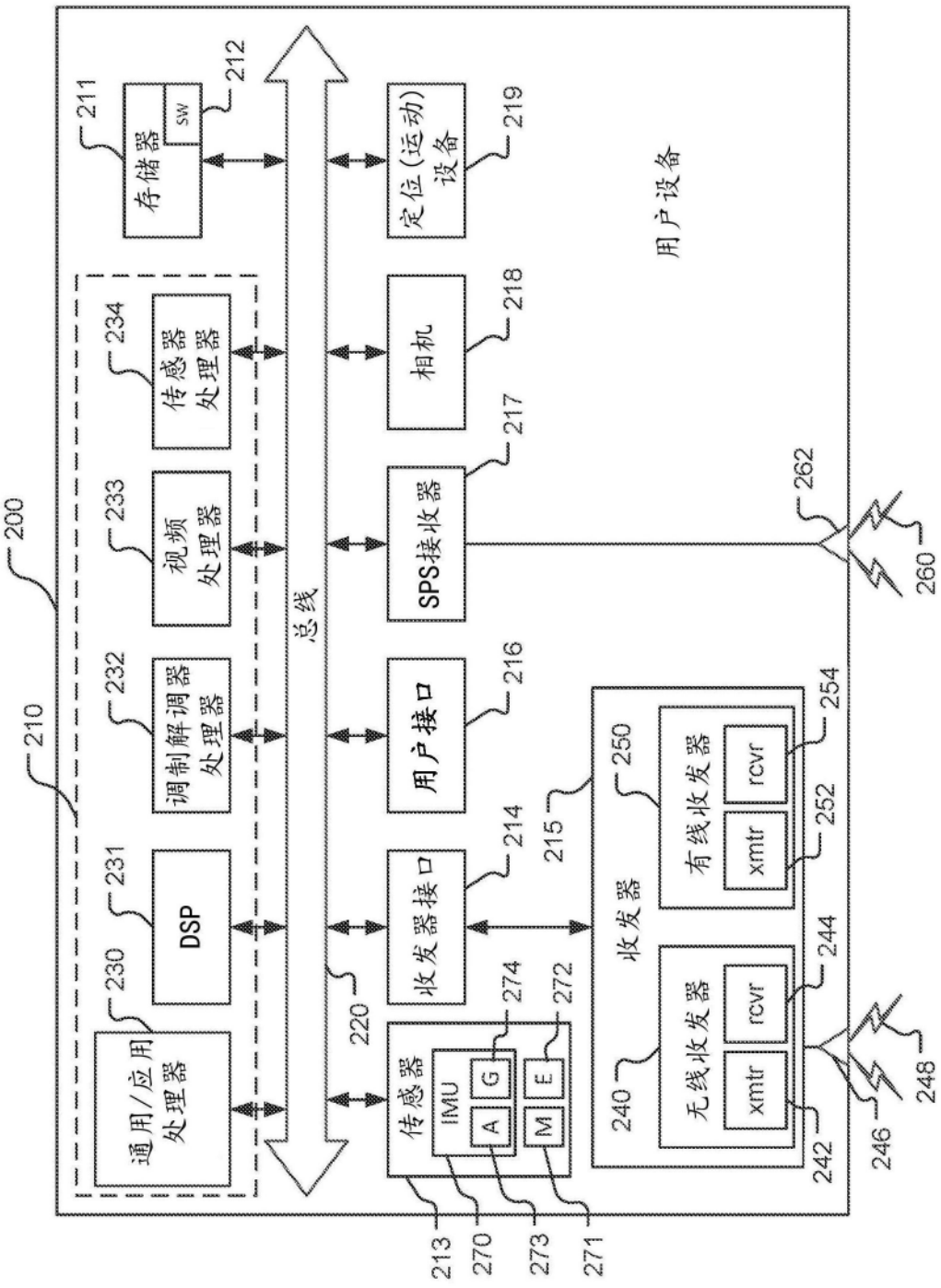

200
210
211
存储器
SW
212
219
定位(运动)设备
用户设备
234
传感器处理器
233
视频处理器
232
调制解调器处理器
231
DSP
230
通用/应用处理器
218
相机
217
SPS接收器
262
260
总线
216
用户接口
214
收发器接口
220
215
250
收发器
254
有线收发器
xmtr
rcvr
252
240
无线收发器
xmtr
rcvr
244
242
246
248
传感器
IMU
A
G
M
E
274
272
213
270
273
271

图2

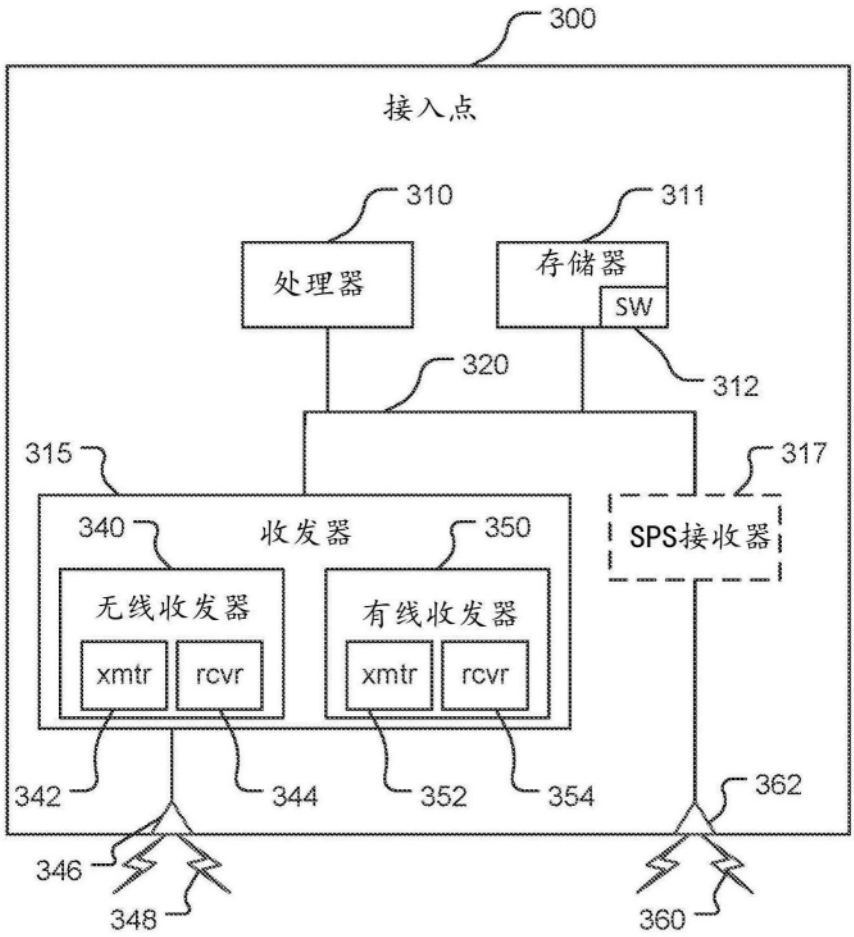

300
接入点
310
处理器
311
存储器
SW
312
320
315
317
340
收发器
350
SPS接收器
无线收发器
xmtr
rcvr
有线收发器
xmtr
rcvr
342
344
352
354
362
346
348
360

图3

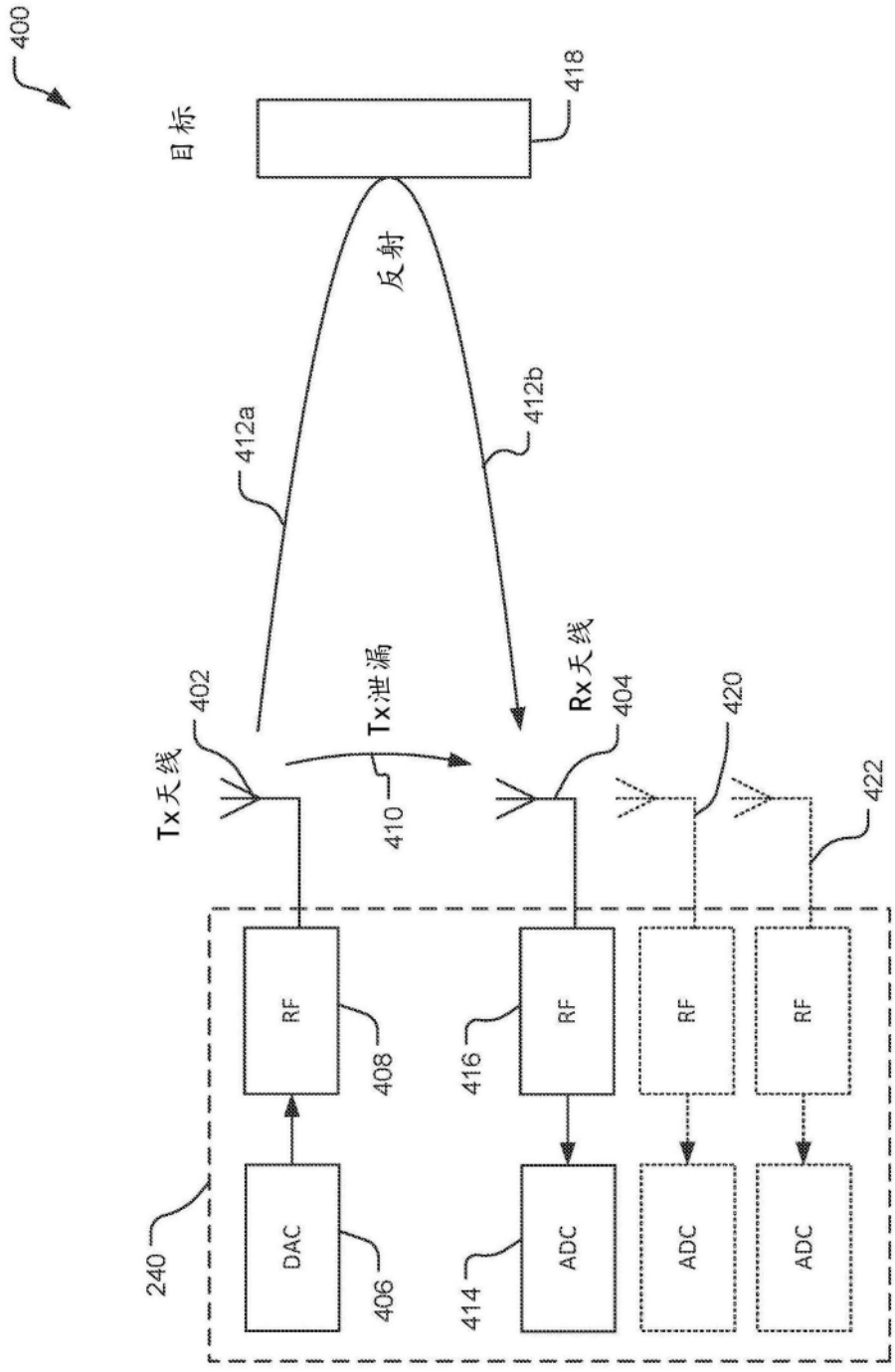

400
目标
418
反射
412a
412b
Tx天线
402
Tx泄漏
410
Rx天线
404
420
422
RF
408
RF
416
RF
RF
DAC
406
ADC
414
ADC
ADC
240

图4

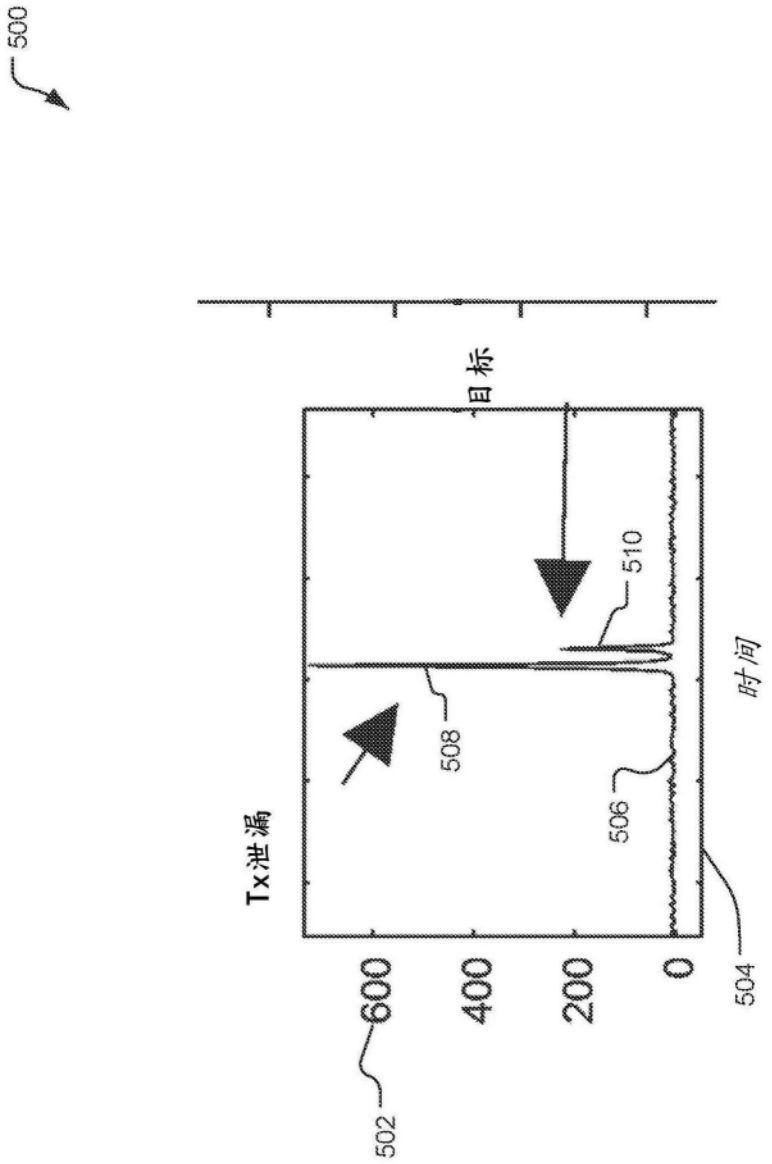


图5

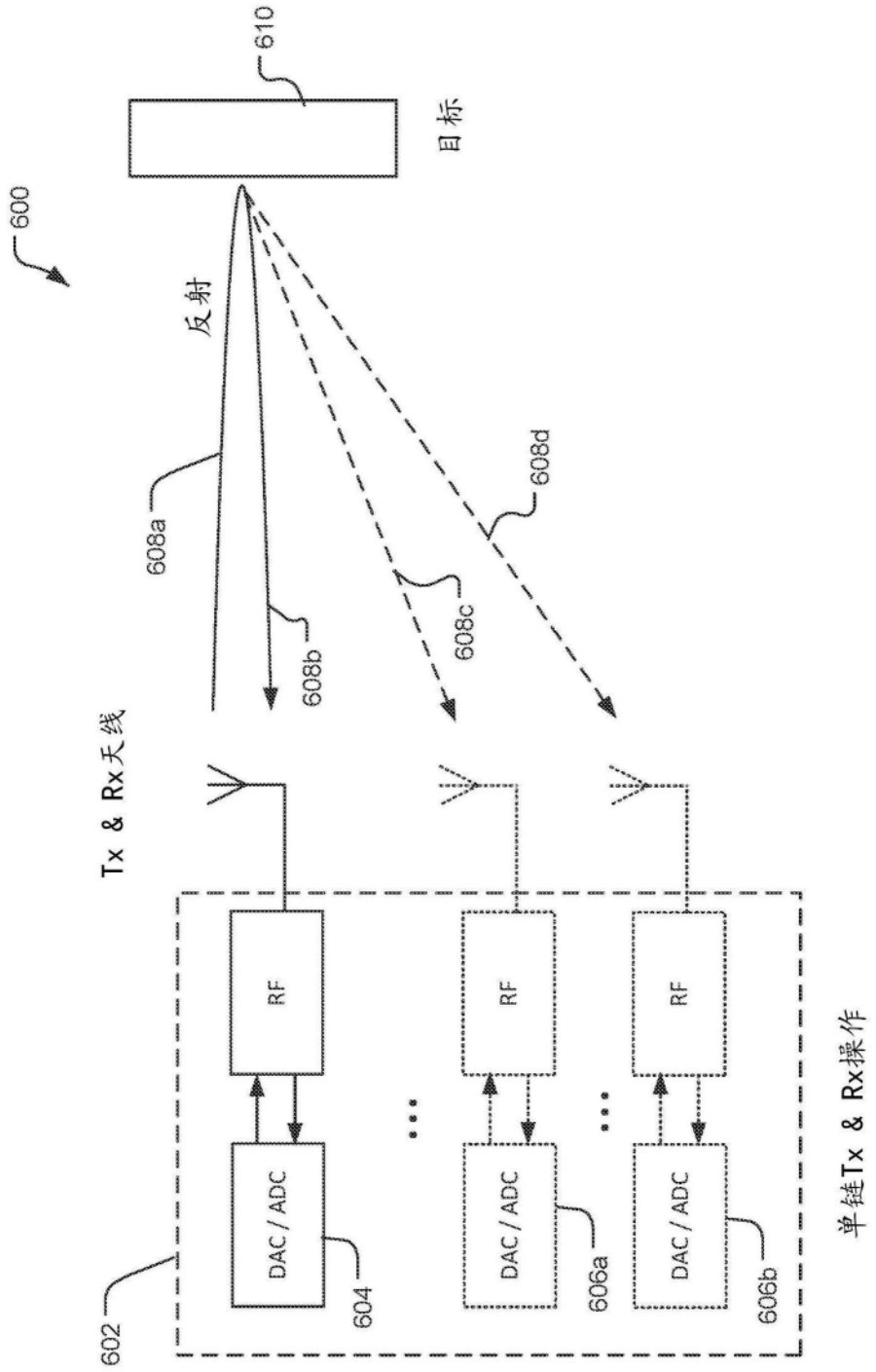

600
610
目标
反射
608a
608b
608c
608d
Tx & Rx天线
RF
RF
RF
DAC / ADC
DAC / ADC
DAC / ADC
604
606a
606b
602
单链Tx & Rx操作

图6

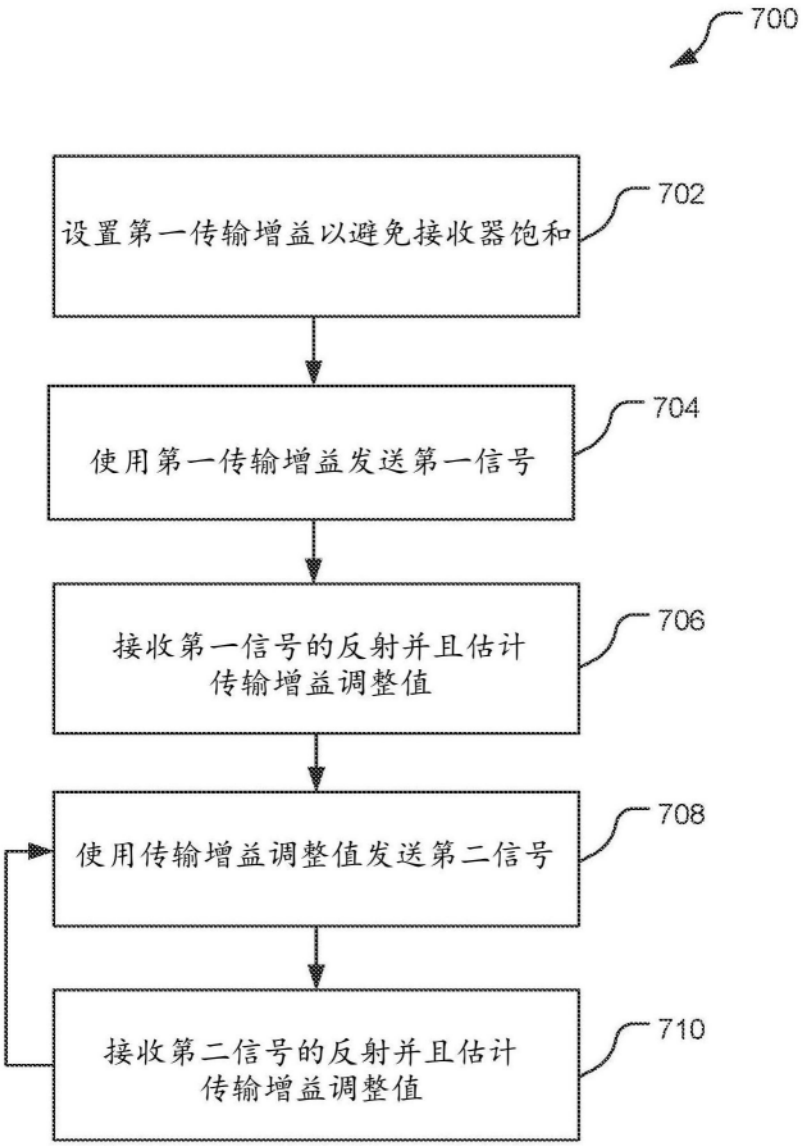

700
设置第一传输增益以避免接收器饱和
702
使用第一传输增益发送第一信号
704
接收第一信号的反射并且估计传输增益调整值
706
使用传输增益调整值发送第二信号
708
接收第二信号的反射并且估计传输增益调整值
710

图7

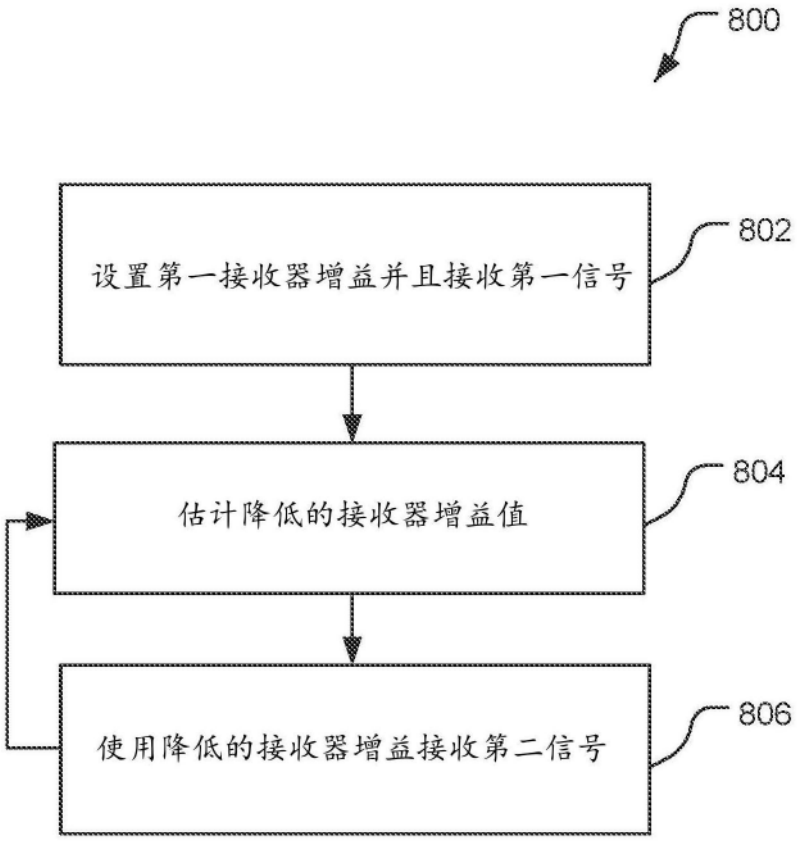

800
802
设置第一接收器增益并且接收第一信号
804
估计降低的接收器增益值
806
使用降低的接收器增益接收第二信号

图8

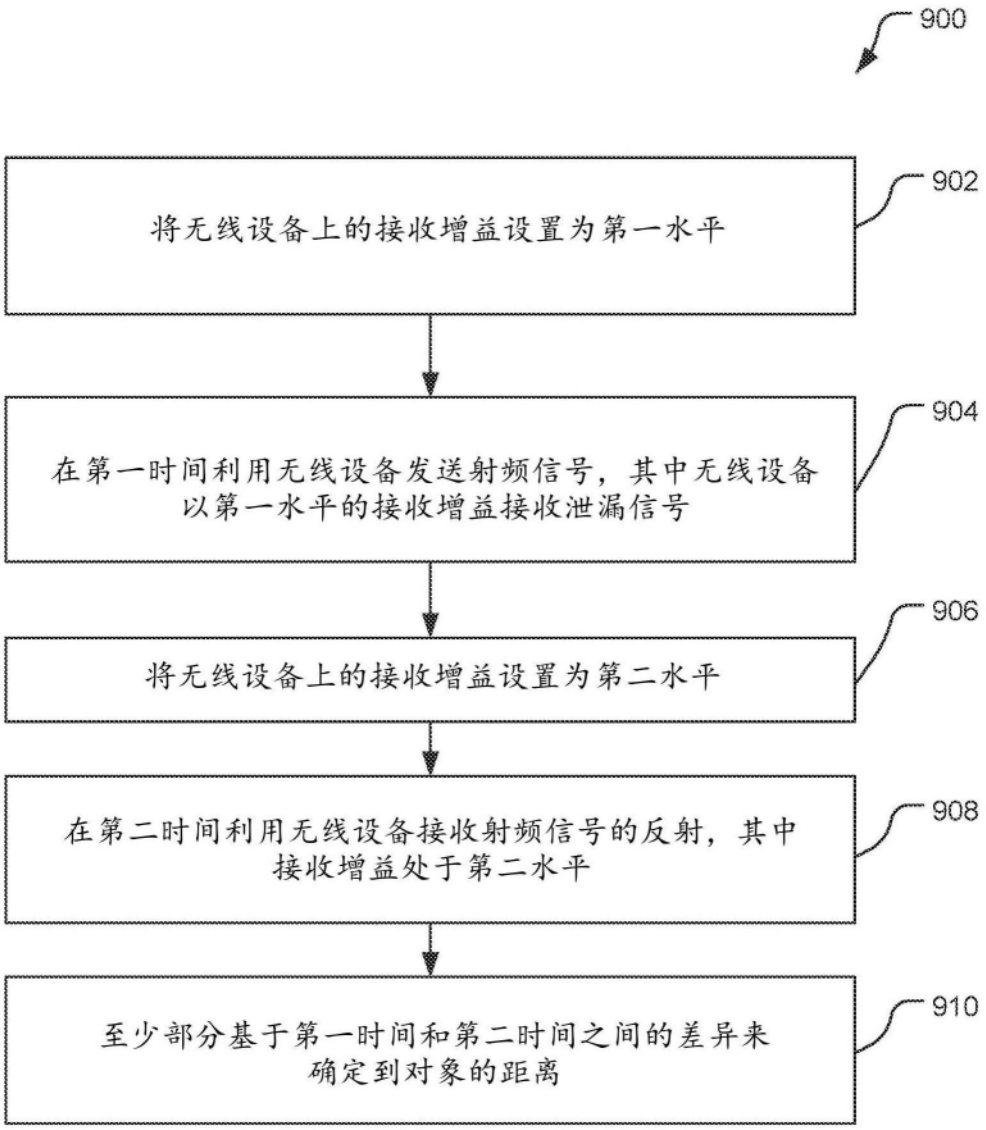

900
将无线设备上的接收增益设置为第一水平
902
在第一时间利用无线设备发送射频信号，其中无线设备以第一水平的接收增益接收泄漏信号
904
将无线设备上的接收增益设置为第二水平
906
在第二时间利用无线设备接收射频信号的反射，其中接收增益处于第二水平
908
至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离
910

图9

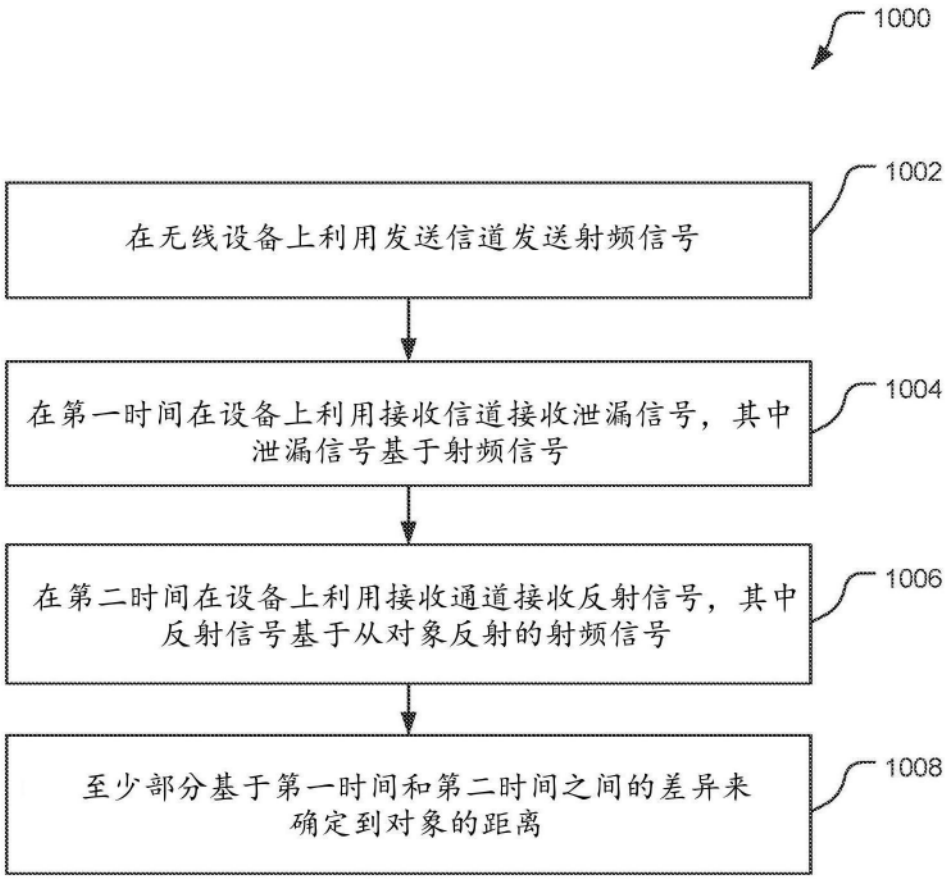

1000
1002
在无线设备上利用发送信道发送射频信号
1004
在第一时间在设备上利用接收信道接收泄漏信号，其中泄漏信号基于射频信号
1006
在第二时间在设备上利用接收通道接收反射信号，其中反射信号基于从对象反射的射频信号
1008
至少部分基于第一时间和第二时间之间的差异来确定到对象的距离

图10