



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104854961 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201380066579. 5

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2013. 12. 04

代理人 刘鹏 景军平

(30) 优先权数据

61/738534 2012. 12. 18 US

(51) Int. Cl.

H05B 37/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/060615 2013. 12. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/097036 EN 2014. 06. 26

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 A. V. 潘德哈里潘德

D. R. 赛塞多弗纳德兹

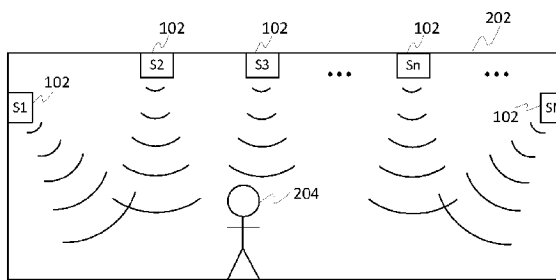
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

控制来自传感器的脉冲传输

(57) 摘要

一种在多个传感器中的一个传感器中使用的设备,所述多个传感器每个具有发射用于感测的脉冲的相应发射机、控制从相应发射机传输的脉冲的定时的相应时钟以及接收所述脉冲的回波实例的相应接收机。所述设备包括:感测逻辑,被配置成依赖于由相应的接收机从相应的发射机接收回来的回波脉冲来感测生命或对象,以及定时逻辑,其被配置成补偿相应的时钟与传感器中的一个或多个其他传感器的时钟之间的时钟偏差。定时逻辑通过使用相应的接收机来侦听来自一个或多个其他传感器的脉冲实例,并基于所述实例来调整来自相应的发射机的脉冲的定时而完成该操作。



1. 一种在多个传感器(102)中的一个传感器中使用的设备,所述多个传感器(102)每个具有传输用于感测的脉冲的相应发射机(108)、控制从相应发射机传输的脉冲的定时的相应时钟(107)以及接收所述脉冲的回波实例的相应接收机(109);所述设备包括:

感测逻辑(114),其被配置成依赖于由相应接收机从相应发射机接收回来的回波脉冲来感测生命或对象;以及

定时逻辑(116),其被配置成通过使用相应的接收机来侦听来自所述一个或多个其他传感器的脉冲实例并且基于其来调整来自相应的发射机的脉冲的定时,补偿相应的时钟与传感器中的一个或多个其他传感器的时钟之间的时钟偏差。

2. 权利要求 1 的设备,其中所述传感器(102)中的每一个传感器将在多个帧范围内在相应不同的时隙上进行传输,使得在传输时,所述发射机(108)中的每一个发射机每一帧在其相应的时隙上传输脉冲中的一个或多个脉冲。

3. 权利要求 2 的设备,其中所述定时逻辑(116)被配置成确定定时值,所述定时值使来自所述帧中的一帧的波形表示与来自所述帧中的另一帧的波形表示之间的相似性度量最大化,并且所述表示中的一个表示在时间方面以定时值进行移位,每个波形包括从其他传感器中的一个或多个传感器中所接收的脉冲中的一个或多个脉冲;并且其中所述调整是基于所述定时值的。

4. 权利要求 3 的设备,其中所述定时逻辑被配置成在多于两帧范围内累积所述定时值,并且基于所述定时值的累积来作出所述调整。

5. 权利要求 3 或 4 的设备,其中所述定时值根据下式被确定为使功率信号之间的相关最大化的滞后:

$$\tau = \arg \max_{\tau} \int |x_0(t)|^2 |x_1(t + \tau)|^2 dt$$

其中, τ 是定时值, x_1 是所述波形中的一个波形, x_0 是来自先前帧的波形中的一个波形。

6. 权利要求 2、3、4 或 5 的设备,其中所述定时逻辑(116)被配置成侦听来自其他传感器的脉冲实例以确定其他传感器中的任何传感器是否已经在所述时隙中的任何时隙上进行传输,选择尚未被其他传感器中的一个传感器使用的时隙中的一个时隙,并在后续帧中使用所选择的时隙来从相应的发射机(108)传输脉冲。

7. 权利要求 6 的设备,其中所述定时逻辑(116)被配置成首先补偿时钟偏差,并且然后在已针对所述补偿获得阈值准确度的条件下开始并且在后续帧中使用所选择的时隙来从相应的发射机(108)传输脉冲。

8. 权利要求 7 的设备,其中所述定时逻辑(116)被配置成在开始从相应的发射机(108)传输脉冲之前在所述帧中的至少一帧的初始周期内执行所述侦听。

9. 权利要求 3 的设备,其中所述初始周期包括被延长随机时间的所述帧中的一帧。

10. 任何前述权利要求的设备,其中传感器中的所述一个传感器是可在基于来自相应的发射机(108)的所述脉冲的主动式模式中和在不传输脉冲的被动式模式中操作的多模式传感器;以及

所述定时逻辑(116)被配置成侦听来自其他传感器的脉冲实例以确定相邻传感器是否正在主动式模式中操作,并且避免使传感器中的所述一个传感器在相邻传感器正在主动式模式中操作的同时在主动式模式中操作。

11. 任何前述权利要求的设备,其中所述定时逻辑(116)被配置成在没有传感器(102)之间传送的专用定时信号或从中央控制器传送的专用定时信号的情况下,替代地通过执行对于来自一个或多个其他传感器的脉冲实例的侦听而操作。

12. 一种包括任何前述权利要求的设备和相应的发射机(108)、时钟(107)和接收机(109)的传感器。

13. 一种包括多个所述传感器(102)的系统,所述多个传感器(102)每个包括根据前述权利要求中的任一项的设备的实例。

14. 一种用于操作多个传感器(102)中的一个传感器的计算机程序产品,所述多个传感器(102)每个具有传输用于感测的脉冲的相应发射机(108)、控制从相应发射机传输的脉冲的定时的相应时钟(107)以及接收所述脉冲的回波实例的相应接收机(109);所述计算机程序产品包括在计算机可读存储介质上体现的代码,并且所述代码被配置成当在传感器中的所述一个传感器的处理设备执行时将执行以下操作:

依赖于由相应的接收机从相应的发射机接收回来的回波脉冲来感测生命或对象;以及通过使用相应的接收机来侦听来自一个或多个其他传感器的脉冲实例并且基于其来调整来自相应的发射机的脉冲的定时,补偿相应的时钟与所述传感器中的一个或多个其他传感器的时钟之间的时钟偏差。

15. 一种在多个超声波传感器(102)中的一个超声波传感器中使用的设备,所述多个超声波传感器(102)每个包括传输用于感测的超声波脉冲的相应超声波发射机(108)和接收所述超声波脉冲的回波实例的相应超声波接收机(109),所述设备包括:

感测逻辑(114),其被配置成依赖于由相应的接收机从相应的发射机接收回来的回波超声波脉冲来感测生命或对象;以及

同步逻辑(116),其被配置成通过使用相应的接收机来侦听来自其他超声波传感器的超声波脉冲实例并基于其来执行同步,使从相应的发射机传输的超声波脉冲相对于从所述超声波传感器中的一个或多个其他传感器传输的超声波脉冲进行同步。

控制来自传感器的脉冲传输

技术领域

[0001] 本发明涉及控制来自传感器的脉冲传输以便在多个传感器之间使用。

背景技术

[0002] 存在传感器是用于远程地感测生命或其他对象(通常是人)的存在的传感器。例如,存在的感测可包括检测生命或对象是否在运动中、确定其运动的度量(例如速度或速率)、确定其与传感器的范围和/或简单地检测其在某个区域(例如由传感器的范围定义)中的存在的事实。

[0003] 存在传感器分两种:主动式或被动式。主动式存在传感器是这样的传感器,即:传输探测波形且然后使用该传感器处接收回来的该波形的反射来检测存在,例如使用反射信号中的某些信号特性来确定与存在有关的信息。主动式传感器的示例包括超声波、无线电(例如雷达)和微波传感器,其分别地发射超声波脉冲、射频(RF)或微波辐射并基于其反射来感测存在。另一方面,被动式存在传感器不传输其自己的波形,而是替代地依赖于由要被感测的生命或对象发射的辐射或者从其反射但源自于除传感器本身之外的另一源的辐射。被动式传感器的示例包括感测由诸如人或其他生命之类的对象发出的红外辐射的红外传感器以及检测从正在被感测的生命或对象反射的光(例如,源自于太阳或房间中的电照明)的光检测器。

[0004] 存在传感器具有大范围的应用。一种这样的应用可在控制照明系统中找到。例如,办公室照明通常组成办公楼中的电消耗的几乎 30%。已知的是,基于占用者存在信息的光控制策略在减少能量消耗方面可能是最有效的。因此,绿色建筑物的设计通常涉及到存在自适应照明控制系统。

[0005] 类似于超声波传感器之类的主动式传感器趋向于在大的容积空间中提供比被动式红外传感器更好的检测。在较大的物理区域中,具有多个主动式存在传感器以用于适当的检测覆盖是普遍的。然而,当部署这样的存在感测系统时,存在对于跨主动传输的交叉干扰的潜在可能。为了使系统作为一个整体适当地运行,理想的是,每个单独的存在传感器应能够确定其相应的覆盖区中的与存在有关的信息。跨主动式传感器(例如,超声波或 RF)的交叉干扰是室内和室外感测应用中的常常遇到的问题,其可以影响感测和控制系统的适当操作。例如,传感器可在相邻区被占用时基于无意中听到的来自邻近传感器的传输而触发假警报。这样的感测故障可能会扰乱作为一个整体的照明控制系统。

[0006] 在可发生交叉干扰问题的应用中,或者更一般地在一个主动式传感器的操作可影响一个或多个其他传感器的其他应用中也可发现主动式存在传感器。

[0007] 例如,在 N. B. Priyantha、A. Chakraborty 和 H. Balakrishnan 在 2000 年的关于移动计算和网络的年度会议(Annual Conference on Mobile computing and Networking, 2000)中的“板球位置支持系统(The Cricket Location-Support system)”中已经考虑到超声波传感器网络中的交叉干扰管理的问题。

发明内容

[0008] 将合期望的是,避免来自不同存在传感器的主动传输之间的潜在交叉干扰,使得系统作为一个整体能够适当地运行,并且每个单独的存在传感器能够确定其相应覆盖区中的与存在有关的信息。在一个示例中,可采用时分复用协议,使得传感器每个在唯一的时隙中进行传输。然而,由于固有不可靠的时钟,传感器可随时间的推移而从其指派的时隙漂移。这可以导致交叉干扰,并从而导致不可靠的检测。因此,可由本发明的实施例解决的一个目的是提供一种用于时钟同步以使得时隙保持协调,从而确保适当的传感器系统性能的方法。更一般地,可合期望的是,控制来自一个传感器的、相对于一个或多个其他传感器的脉冲传输,无论是为了缓解可在传感器之间发生的任何干扰或其他非期望效果,还是为了获得可通过其同步操作而实现的任何期望效果。

[0009] 根据本文的公开内容的一个方面,提供了在多个传感器中的一个传感器中使用的设备,所述多个传感器每个具有传输用于感测的脉冲的相应发射机、控制从相应发射机传输的脉冲定时的相应时钟以及接收所述脉冲的回波实例的相应接收机。该设备包括被配置成依赖于由相应接收机从相应发射机接收回来的回波脉冲来感测生命或对象的感测逻辑。该设备还包括定时逻辑,其被配置成补偿相应时钟与传感器中的一个或多个其他传感器的时钟之间的时钟偏差。定时逻辑通过使用相应的接收机来侦听来自一个或多个其他传感器的脉冲实例,并基于其来调整来自相应的发射机的脉冲定时而完成该操作。

[0010] 根据另一方面,提供了用于操作多个传感器中的一个传感器的计算机程序产品,该计算机程序产品包括在计算机可读存储介质上体现的代码,并且所述代码被配置为当在传感器的处理设备执行时执行以上感测逻辑和定时逻辑的操作。

[0011] 根据另一方面,可提供在多个超声波传感器中的一个超声波传感器中使用的设备,所述多个超声波传感器每个包括传输用于感测的超声波脉冲的相应的超声波发射机和接收所述超声波脉冲的回波实例的相应的超声波接收机。该设备可包括:感测逻辑,其被配置成依赖于由相应的接收机从相应的发射机接收回来的回波超声波脉冲来感测生命或对象;以及同步逻辑,其被配置成将从相应的发射机传输的超声波脉冲相对于从所述超声波传感器中的一个或多个其他超声波传感器传输的超声波脉冲进行同步。同步逻辑可使用相应的接收机来侦听来自其他超声波传感器的超声波脉冲的实例并基于其而执行同步。

[0012] 根据下面描述的实施例,这些及其他方面将显而易见。本公开内容的范围并不意图由受到本概要所发明内容的限制,也不限于局限于必须必要地解决所指出述的缺点中的任何缺点或所有缺点的实施方式。

附图说明

[0013] 为了更好地理解本发明的实施例并示出可以如何将其付诸实现,以示例的方式对附图进行参考,在所述附图中:

图 1 是存在传感器的示意性框图,

图 2a 是存在传感器的分布式系统的示意图示,

图 2b 是存在传感器的分布式系统的另一示意图,

图 3 是图示出多路复用的主动式传输感测协议的时序图,

图 4 是图示出多个存在传感器的初始侦听窗口的示意性时序图,

图 5 是图示出开始传输的第一个传感器的示意性时序图，
图 6 是图示出传感器中的其他传感器的侦听阶段的示意性时序图，
图 7 是图示出在计算时钟漂移时使用的参考波形的示意性时序图，
图 8 是补偿随时间推移的多个时钟漂移的示意图示，
图 9 是图示出在与第一传感器的传输同步之后开始传输的第二传感器的示意性时序图，以及
图 10 是图示出在同步第三传感器时使用的参考波形的示意性时序图。

具体实施方式

[0014] 作为依赖于中央控制器或单个中央元件的替代，可能合期望的是，趋向于涉及到在照明系统中将跨系统嵌入的智能的一些智能或者全部智能，并且类似于感测的功能分布在单独的单元之间。在本发明的以下实施例中，提供了一种用于室内存在检测的分布式主动式感测系统（例如，基于超声波传感器模态），所述分布式主动式感测系统在其安装中（例如，作为照明系统的一部分）很少招致或者不招致试运行的开销。主动式存在传感器系统中的挑战之一是潜在的交叉干扰。为此，可采用时分复用传输协议。然而，由于在传感器中固有的时钟漂移，传感器可能会从其指派的时隙漂移。下面提出了用以确保时隙同步的示例性方法。

[0015] 在实施例中，本文所述的系统可完全是分布式的，并且不要求跨不同传感器的显式通信。该方法确保来自不同传感器的传输保持协调，从而确保系统中的可靠的存在感测。本发明的实施例可应用于在室内和室外照明控制中获得应用的存在传感器的各种主动式模态（例如超声波、AF）。下面相对于超声波传感器进行描述，但可将该思想应用于其他传感器模态（诸如 RF 和光）和多模态传感器以及阵列传感器（诸如 D. Caicedo 和 A. Pandharipande 在 2012 年的欧洲信号处理会议（European Signal Processing Conference 2012）中的“用于室内存在检测的超声波阵列（Ultrasonic Array Sensor for Indoor Presence Detection）”中描述的）。

[0016] 如所提到的，跨主动式传感器的交叉干扰（超声波、RF）是在室内和室外感测应用中常常遇到的问题，其可以影响感测和控制系统的适当操作。例如，传感器可能会由于无意中听到来自邻近传感器的传输而触发并创建假警报。在实施例中，限制交叉干扰的一个方面在于每个传感器获得用于传输的唯一时隙并保持在时隙中。然而，由于用来对来自传感器中的每个传感器的传输进行定时的相应的时钟中的一个或多个时钟中的固有漂移，这具有挑战性。

[0017] 本发明的实施例以完全分布式的方式解决时钟同步的问题。这有助于在没有附加联网连通性的情况下实现系统。在不使用显式通信的同步方法的分布式方面会导致这样的存在感测系统，即：其中不需要设置中央协调器或其他通信器件，因此支持其在不需要对感测功能进行试运行的照明系统中使用。

[0018] 图 1 是图示出根据本发明的实施例的示例存在传感器 102 的示意性框图。

[0019] 传感器 102 包括无线发射机 108 和接收机 109，发射机 108 用于出于感测的目的以辐射脉冲的形式传输信号，并且接收机 109 用于以从接收机 109 的范围内的生命或其他对象反射回来的那些脉冲的回波形式接收信号。例如，发射机 108 可包括用于传输超声波脉

冲的超声波发射机或用于传输 RF 或微波脉冲的 RF 或微波发射机,并且接收机 109 可分别包括超声波、RF 或微波接收机。在实施例中,每个接收机可包括具有用于执行感测的多个接收机元件的接收机阵列,如下面概述的。

[0020] 传感器 102 还包括时钟 107 以及用于连接到照明系统的一部分(例如,连接到一个或多个光源的照明控制元件 112)的端口 110。此外,传感器 102 包括用于操作传感器的设备,其包括操作地耦合到时钟 107、发射机 108、接收机 109 和端口 110 的感测逻辑 114;以及操作地耦合到时钟 107、发射机 108 和接收机 109 的定时逻辑 116。感测逻辑 114 被配置成相对于从发射机 108 传输的脉冲来处理从接收机 109 接收到的脉冲,从而以例如以下面描述的方式依赖于脉冲的反射(回波)来感测与存在有关的信息。定时逻辑 116 被配置成例如再次地以下面描述的方式在时钟 107 的影响下控制从发射机 108 传输的脉冲的定时。

[0021] 在实施例中,传感器 102 包括具有一个或多个执行单元的处理单元 104 或“CPU”(中央处理单元)形式的处理设备以及存储器 106 形式的存储装置,所述存储装置包括一个或多个存储介质,诸如磁存储介质(例如,硬盘驱动)和 / 或电子存储介质(例如,“闪速”存储器或其他 EEPROM)。可将感测逻辑 114 和 / 或定时逻辑 116 中的每一个实现为存储在存储器 106 中并被布置成在处理器 104 上执行的代码模块。替换地,可整体地或部分地在专用硬件电路或诸如 FPGA(现场可编程门阵列)之类的可配置电路中实现感测逻辑 114 和 / 或定时逻辑 116 中的每一个。

[0022] 图 2a 和 2b 提供包括多个传感器 102 的示例感测系统的示意性图示。传感器 102 中的每一个位于不同的点处和 / 或指向相应的不同方向,例如可将每个传感器 102 安装在房间 202 的墙壁和 / 或天花板上的不同点处。出于说明性目的,在这里将不同的传感器 102 编号为 1...N 并标记为传感器 S1...SN。

[0023] 每个传感器 102 包括时钟 107、发射机 108、接收机 109、端口 110 以及包括感测逻辑 114 和定时逻辑 116(例如,在相应的处理器 104 和存储器 106 上实现)的设备的相应的实例。在实施例中,每个传感器包括基本上相同的时钟 107、感测逻辑 114 和定时逻辑 116 的相应的实例。可将每个传感器 102 中的定时逻辑 116 配置成自主地操作其他传感器 102,但是根据与其他传感器 102 中的每一个传感器中的定时逻辑 116 相同的规则集进行操作。每个传感器 102 中的时钟 107 可基本上相同,因为它们以相同的标称时钟频率振荡,但是将认识到的是,每个时钟 107 通常将在其频率方面具有相应不同的时钟误差,例如由于使用期限、温度和 / 或制造的传播(manufacturing spread)。这将引起偏差,因为当用来对来自不同传感器 102 的脉冲传输进行计时时,这些传输相对定时将逐渐地随时间而漂移开。

[0024] 每个传感器 102 中的感测逻辑 114 被布置成感测来自相应的覆盖区(例如,对应于地板或三维体积上的区域 206)的与存在有关的信息。该覆盖区可由传感器 102 的范围定义,即由该传感器 102 的发射机 108 和 / 或接收机 109 的范围定义。如图 2b 中所示,传感器 102 中的一个或多个传感器可在传感器 102 中的一个或多个其他传感器的侦听范围内,使得覆盖区 206 重叠。

[0025] 每个传感器 102 中的感测逻辑 114 被配置成对其进行感测的、与存在有关的信息可例如包括关于是否感测到对象正在移动、对象的范围或者简单地是否检测到将在某个地点发现对象或特定对象的事实的信息。可将感测逻辑配置成感测生物形式的对象 204(例如,人(人类)或其他生物体)或者某些其他无生命物品(诸如有生命的人造装置)或者这些

中的任何一个。术语“对象”并不意图是限制性的。下面描述基于对于运动的检测的示例，但是其本身中的其他主动式存在感测技术的示例将对本领域的技术人员而言是熟悉的。

[0026] 可经由端口 110 将感测逻辑 114 连接到系统元件(诸如照明系统的控制元件 112)，并将感测逻辑 114 布置成为该系统元件提供指示所感测的存在(或其缺失)的输出信号。可将元件 112 配置成依赖于输出信号来控制一个或多个光源，例如以在由传感器 102 检测到存在时开启某个区域中的照明，所述传感器 102 的覆盖区对应于该区域，或者在未检测到存在时关闭该区域中的照明。在实施例中，每个传感器 102 可以经由其相应的端口 110 连接到公共照明控制器，所述公共照明控制器基于来自传感器 102 的输出信号来控制多个光源，或者替换地，每个传感器 102 可经由其相应的端口 110 来连接以控制其自身的、相应的单独光源。

[0027] 无论是在中央控制的照明还是基于相应的传感器 102 而控制的单独光源，这不一定暗示着需要感测功能的任何中央控制。在实施例中，将定时逻辑配置成在不需传感器之间传送的专用定时信号或从中央控制器传送的专用定时信号的情况下而是替代地针对来自一个或多个其他传感器的脉冲实例进行侦听而操作，例如将简要地描述的。在示例性实施例中，感测功能可完全分布在传感器 102 之中而至少未出于该目的涉及到中央控制器。也就是说，每个传感器 102 仅经由接收机 109 接收所传输的脉冲的反射作为输入，并且端口 110 仅用于将所感测的、与存在有关的信息输出到用于控制系统的另一方面(例如控制照明)的控制元件。控制信息不需要在另一方向上从控制器传递至传感器 102。

[0028] 图 3 至 10 提供了图示出根据本发明的实施例的传感器 102 的操作的一组示意性时序图。

[0029] 在实施例中，传感器中的每个传感器将在多个帧范围内在相应的不同时隙上进行传输。因此，当进行传输时，发射机中的每个发射机每一帧在其相应的时隙上传输脉冲中的一个或多个脉冲。每个传感器在相应的时隙上进行传输，使得它们不会彼此干扰。例如，发射机 108 在由发射机的方向性所定义的区域 206 上发送出包括诸如图 3 中所描述的波形的信号。该波形包括在每个帧中的相应时隙上传输的、每一帧的一个或多个感测脉冲。在所图示的示例中，脉冲是正弦曲线，并且每一帧从每个传感器传输两个脉冲(但是还可采用替换波形，诸如使用矩形脉冲或每一帧不同数量的脉冲的那些波形)。在相对应的接收机侧，处理所接收的信号以便得出与存在有关的感测信息。

[0030] 例如，每个存在传感器 102 可如下工作。发射机 108 在由两个传输周期 PRI(脉冲重复间隔)组成的长度 T_{slot} 的传输时隙内发送出长度 T 的脉冲正弦曲线。在相对应的接收机 109 处，感测逻辑 114 通过减去相对应于连续传输周期的回波而获得差信号。对于静态对象，连续传输周期范围内的回波是几乎相同的并在差信号中抵消。另一方面，移动的对象导致连续传输周期范围内的相对应的回波中的振幅和相位差，从而产生非零的差的分量。然后使用感测逻辑 114 中的功率检测器来确定飞行时间并因此确定范围，并且使用跨接收机的阵列元素的相位差来通过使用到达方向(DOA)波束成形器而提取角信息。可选取参数 PRI，使得传感器可处理来自在其范围内的感兴趣的最远对象的回波。

[0031] 如果主动传输在时间方面不协调，则在传感器 102 处，来自另一传感器 102 的传输中所接收的回波可能导致假警报。存在用以协调这些主动传输的至少两个可能选项。一个是准确地使所有传感器传输时间同步，这实际上是极具挑战性且昂贵的。第二个选项是

对主动传输进行时分复用并向传感器 102 指派传输时隙,使得侦听范围内的传感器具有唯一的传输时隙。考虑这个后一种选项,可能需要解决两个问题。一个是如何分配传输时隙,使得一个传输不会导致在侦听范围内的另一传感器的传输时隙范围内的回波。第二个问题是确保每个传感器 102 保持其传输时隙,考虑到每个传感器可能会表现出时钟漂移。也就是说,从每个传感器 102 的角度看,时隙和帧的定时是基于该单独传感器 102 的相应时钟 107 的;但是如所提到的,每个时钟 107 可具有相应不同的时钟误差,从而导致不同传感器的定时之间的潜在偏差。

[0032] 在以下实施例中,提供了对于这些问题的解决方案,所述解决方案是分布式的且不要求中央协调器,其中传感器 102 不具有用以建立标识符的任何机制且不存在显式的消息发送。

[0033] 在以下示例性解决方案中,每个超声波阵列传感器 102 在其接收机阵列处处理相对应于至少一个时隙范围内传输的回波,并采用作为在范围区间内求平均的所接收的回波信号的绝对振幅的元素来构造同步矢量。通过估计时间漂移来实现预同步,估计时间漂移是通过以下步骤的,即:通过在两个不同传输时隙范围内使同步矢量相关,并且通过在不同的估计漂移范围内应用线性回归。在预同步时,每个传感器 102 在拾取用于传输的空时隙之前,在多个时隙范围内进行侦听。可执行交叉检查以确保由传感器 102 占用的时隙不导致在侦听范围内的另一传感器的交叉干扰。然后可使用后同步来确保传感器保持其所分派的时隙。下面更详细地描述由定时逻辑 116 执行的示例处理步骤。

[0034] 在实施例中,将定时逻辑配置成侦听来自其他传感器的脉冲实例以确定其他传感器中的任何传感器是否已经正在所述时隙中的任何时隙上进行传输(并且如果是这样的话是哪个或哪些时隙)。定时逻辑然后选择尚未被其他传感器中的一个传感器使用的时隙中的一个时隙,并且在后续帧中使用所选时隙来从相应的发射机传输脉冲。可在开始从相应的发射机传输脉冲之前在至少一帧的初始周期内执行侦听。在实施例中,该初始周期可包括被延长随机时间的一帧。

[0035] 例如,参考图 4 和 5,在初始阶段期间,每个传感器 102 在侦听模式中开始,并且因此并不预期将存在传输。因此,每个传感器 102 进行侦听以验证不存在其他传输,在该时间期间该传感器 102 是静默的(silent)。在图 4 中描绘了这个阶段的典型侦听窗口。优选地,该窗口将为至少一帧长,以确保没有其他传感器 102 已正在时隙中的任一时隙上进行传输(或者如果有的话,将检测到这些时隙)。注意,每个侦听窗口的起始时间对于每个传感器 102 是不同的,因为其在不同的时间被开启和/或因为其时钟 107 并不是完全相同的。如果在初始帧中未检测到其他传输,则传感器 102 在随机时间 T_i 之后开始传输。由于随机偏移,因此所等待的时间对于每个传感器 102 将是不同的,从而防止所有传感器同时开始传输。如果简单地在不同的时间开启每个传感器 102,这可能是不需要的,例如这可在没有任何特定协调的情况下发生,如果传感器碰巧在不同的时间安装的话。然而,随机时间可有助于确保没有两个传感器同时开始。在图 5 中所示的示例中,传感器 S1 开始传输,并且在具有 $T_{\text{frame}} = 2N \cdot \text{PRI}$ 或者更一般地 $N \cdot T_{\text{slot}}$ 的周期的每个后续帧重复传输。

[0036] 注意,出于说明性目的,在图 5 至 10 中仅示出了在每帧中来自给定的传感器 102 的一个脉冲。然而,将认识到的是,在实施例中,这可表示相应时隙内的一个或多个脉冲,例如如在图 3 中以间隔 PRI 而分开的两个脉冲。

[0037] 参考图 6 至 8,一旦传感器 102 中的一个(例如,在所图示的示例中的 S1)已开始传输,则处于侦听范围的所有其他传感器 102 将检测到该情况并相对于正在传输的传感器 S1 开始同步。可将在 $2N \cdot PRI$ 的预先确定帧(例如,第一帧)中的所接收的信号视为参考。这在图 6 中示出。

[0038] 在实施例中,将定时逻辑配置成确定定时值,该定时值使来自所述帧中的一帧的波形表示与来自所述帧中的另一帧的波形表示之间的相似性度量最大化,其中所述表示之一在时间方面以所述定时值而进行移位(每个波形包括从其他传感器中的一个或多个传感器所接收的脉冲中的一个或多个脉冲)。也就是说,使来自两个帧的功率信号之间的相关最大化的滞后。用以补偿时钟偏差的调整然后可以基于该定时值。例如,补偿可基于一帧的波形与另一帧的波形(例如,两个邻近帧)之间的相关的度量。

[0039] 例如,参考图 7,每个侦听传感器以以下方式估计时钟漂移 τ 。

$$\tau = \arg \max_{\tau} \int |x_0(t)|^2 |x_1(t + \tau)|^2 dt$$

其中, x_1 是来自当前帧的比较信号,并且 x_0 是来自先前帧的参考信号。

[0040] 在数字实施方式中,可将此积分实现为同步矢量 v_0 和 v_1 之间的互相关,就一组离散分量而言,同步矢量 v_0 和 v_1 表示参考信号和比较信号中的每一个。波形之间的相似性的其他度量(或者等价地可最小化的相异性的度量)也是可能的。

[0041] 在实施例中,将定时逻辑配置成在超过两帧范围内累积这样的度量并基于该累积进行调整。例如,如图 8 中所图示的,传感器 102 构建持续时间“ T_2 ”内的时钟漂移的历史,并且然后计算漂移补偿(每帧补偿 Δd)和偏移补偿(在时间 T_2 结束时补偿一次的 Δo)。对每个“ T_2 ”更新总漂移补偿 $d(k \cdot T_2)$:

$$d(k \cdot T_2) = d((k-1) \cdot T_2) - \Delta d.$$

[0042] 在实施例中(假设其不是第一个进行传输的),传感器的定时逻辑被配置成然后在已经针对该时钟补偿获得阈值准确度的条件下开始在所选择的时隙上进行传输之前首先补偿时钟偏差。例如,可针对时间“ T_2 ”的多个时隙重复上述程序,直至传感器以足够的准确度与正在传输的传感器同步($\Delta d < \epsilon$)。当传感器 102 足够准确地同步时,然后传感器找到持续时间 T_{slot} 的空时隙并开始进行传输。

[0043] 在图 9 的示例中,传感器 S2 在与传感器 S1 的传输同步之后开始进行传输。

[0044] 当新的传感器 102 开始传输时,在侦听范围内的所有其他传感器 102 将其包括在内以用于同步。注意,在实施例中,在正在传输的传感器 102 的情况下,用于同步该传感器的参考信号不包括其自身的传输。

[0045] 在图 10 中,示出了用于传感器 S1、S2 和 S3 的参考信号。在这里,用于传感器 S3 的参考包括所有时隙,而在传感器 S1 和 S2 的情况下其不包括所有时隙。

[0046] 已同步的传感器 102 可通过使用传感器的新参考信号(排除其自身的传输)以及如图 7 和图 8 中图示的过程来对每个“ T_2 ”更新其所估计的时钟补偿漂移 d 和偏移补偿 Δo 。只要传感器正在传输,就可以连续地执行此同步。在其他实施例中,只需要与帧长相比相对不频繁地执行时钟同步,例如仅每几分钟、几小时或者甚至几天重新调整一次时钟。

[0047] 总而言之,在实施例中,可将每个传感器 102 中的定时逻辑 116 配置成服从以下的

相同规则集：

(i) 在开启之后, 侦听可选地由额外随机时间进行调制的至少一帧(且不进行传输)；

(ii) 如果在该时间中未发现来自其他传感器 102 的感测脉冲, 则选择任何时隙并在该时隙上开始传输；

(iii) 如果在时隙中的一个或多个时隙上发现来自一个或多个其他传感器 102 的感测脉冲, 则使传感器自身的时钟 107 与从这些一个或多个其他传感器接收到的感测脉冲同步, 并且然后一旦充分地同步, 则选择未认领的时隙并在该时隙上开始传输；

(iv) 可选地, 一旦进行传输, 则继续侦听来自其他传感器 102 的感测脉冲并重复时钟同步(连续地或每隔一段时间) 以保持同步。

[0048] 如果多个类似的传感器 102 在彼此的附近位于一起, 每个被配置成遵循这些规则, 则可确保的是, 它们以同步的方式传输其脉冲(即避免另一个传感器的时隙), 即使未提供显式的中央协调。

[0049] 本发明的可选的另外的方面涉及例如用于存在检测的多模态传感器的系统部署。多模态传感器具有两种或更多种不同的感测模式, 例如超声波感测和被动式红外(PIR) 感测。邻近的传感器可以在没有任何交叉干扰的情况下同时执行 PIR 感测(或其他被动式感测)。但是邻近的传感器很可能通过在相同频率下同时地执行超声波感测(或其他主动式感测) 而导致交叉干扰。

[0050] 有利地, 一种感测模式可以比另一种更准确, 和 / 或一起使用两种或更多种感测模式仍可以更加准确(或者由于传感器融合而具有其他优点)。本发明的另外的实施例涉及优化多模态传感器的系统中的性能。

[0051] 这样的实施例采用至少一个传感器 102, 其具有两种或更多种不同的感测模式, 其中之一是主动感测模式。基于哪个 / 哪些模式在给定时刻在由传感器 102 的(一个或多个) 相邻传感器使用, 该传感器 102 选择在相同时刻将使用其感测模式中的哪个或哪些感测模式。因此, 传感器 102 可以避免同时地使用与其(一个或多个) 相邻传感器相同的主动感测模式, 从而避免或者至少缓解交叉干扰。

[0052] 例如, 传感器 102 可在其(一个或多个) 相邻传感器 102 不在使用超声波感测时选择同时地使用超声波感测和 PIR 感测, 并且在所有其他时间仅使用 PIR 感测。

[0053] 因此, 本发明的实施例提供了一种在感测模式之间动态地切换以使得系统中的每个传感器 102 获得一个或多个主动感测模式中的其“公平份额”的方法。这包括第一传感器在给定时间段之后放弃主动感测模式, 其时隙由在那时尚未使用主动感测模式的第二传感器所获取。

[0054] 有利地, 在实施例中, 可在不需要中央控制器或传感器之间的显式通信的情况下再次提供多模式传感器系统的这种动态优化。

[0055] 将认识到的是, 以上实施例仅仅是以示例的方式描述的。

[0056] 例如, 虽然上文已针对在照明系统中的使用进行了描述, 例如针对在不同的室内和 / 或室外照明中的主动式存在感测系统, 但本发明不限于照明系统, 并且可以在其他区域(诸如其他建筑物控制应用) 中获得应用。此外, 本发明不限于超声波感测, 并且其他选项包括基于射频、微波或其他形式的辐射的主动感测。此外, 本发明不限于用于感测存在的任何特定算法或感测诸如移动之类的存在的任何特定方面。此外, 虽然上文已经依据没

有集中式控制器或其他协调器的完全分布式系统进行了描述,但不排除可以与来自中央元件的一定量的协调相结合地应用本发明,使得这两种技术可以相互补充。本发明可在任何情形中应用,在所述情形中,可能合期望的是,相对于一个或多个其他传感器来控制来自一个传感器的脉冲传输,无论是为了缓解在传感器之间可能发生的任何干扰或其他非期望效果,还是为了获得可通过所述传感器的同步操作来实现的任何期望效果。

[0057] 根据附图、本公开内容以及所附权利要求的研究,对于所公开的实施例的其他变体可由本领域的技术人员实践所要求保护的发明时被理解并实现。在权利要求中,单词“包括”不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可履行权利要求中叙述的数项功能。在相互不同的从属权利要求中叙述某些措施的仅有事实并不指示不能有利地使用这些措施的组合。可将计算机程序存储/分布在适当介质上,诸如与其他硬件一起或作为其他硬件一部分供应的光学存储介质或固态介质,但是还可以以其他形式分布,诸如经由互联网或其他有线或无线电信系统。不应将权利要求中的任何附图标记理解为限制范围。

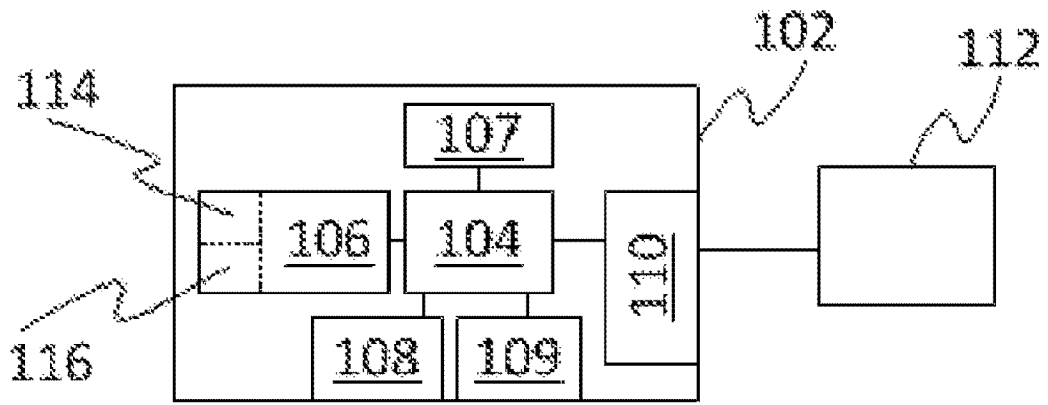


图 1

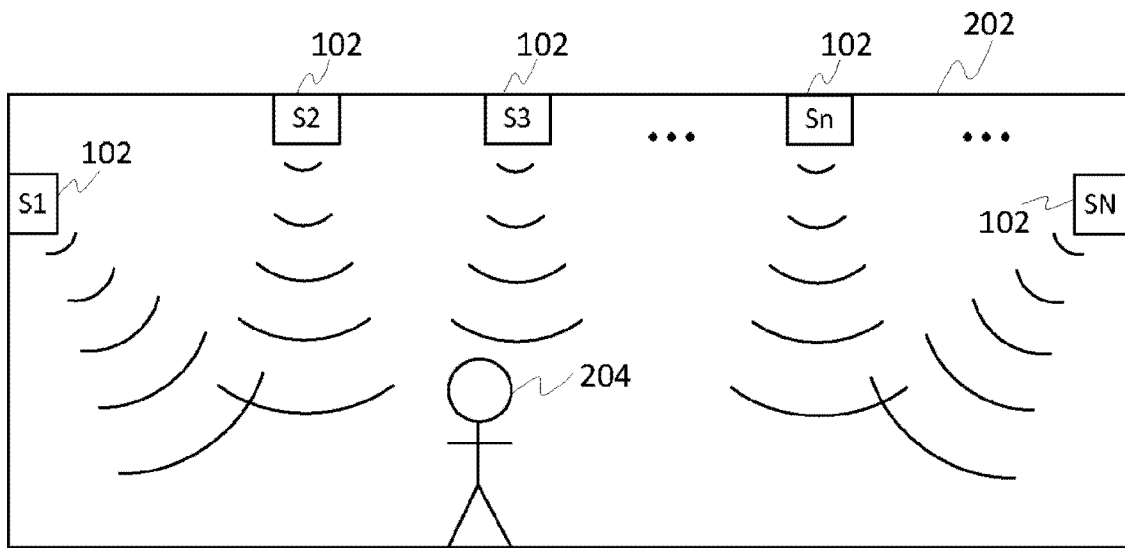


图 2a

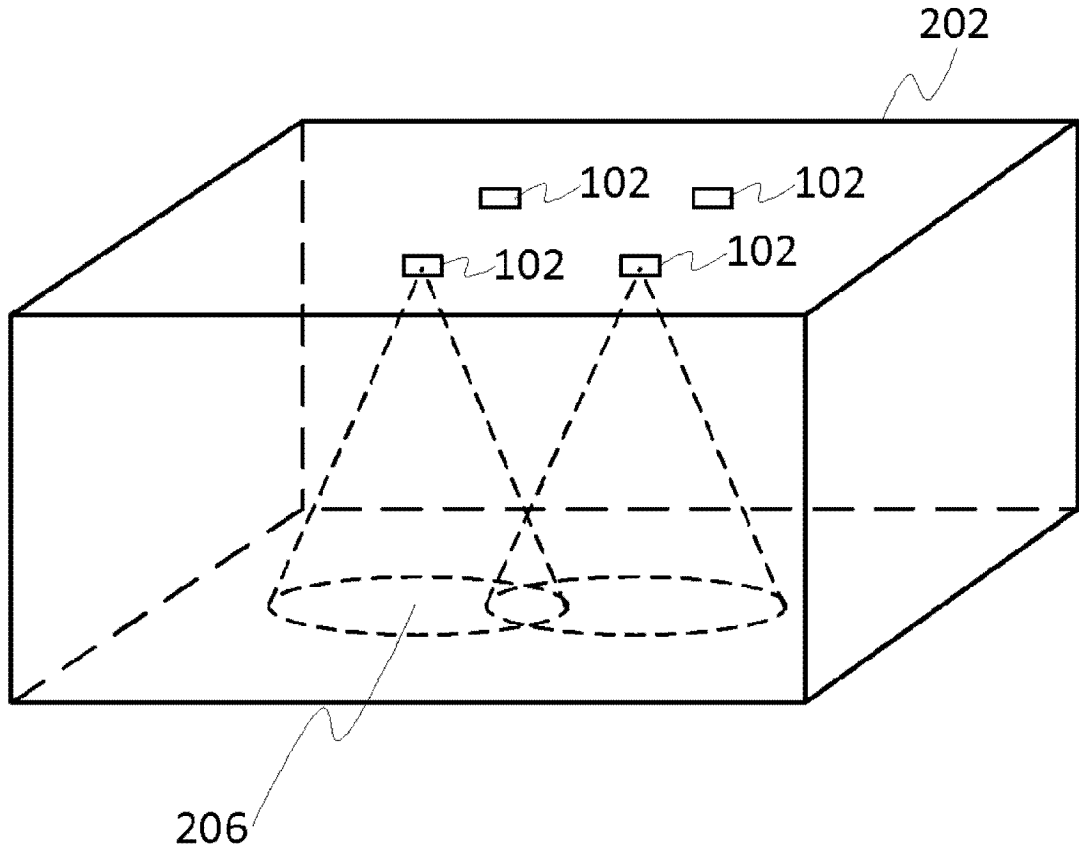


图 2b

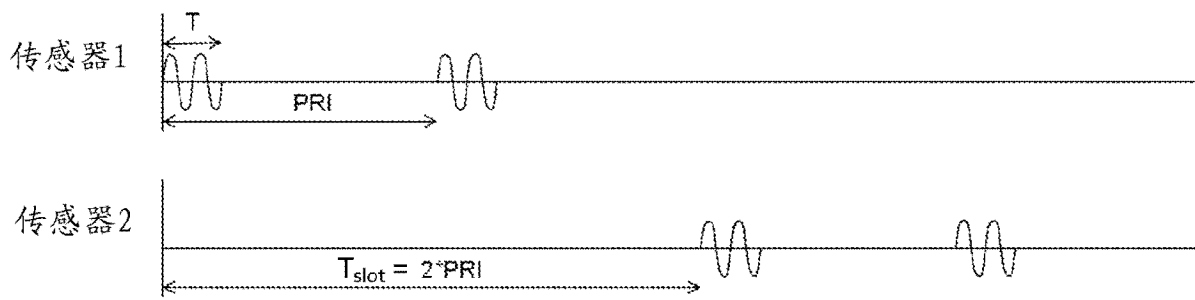


图 3

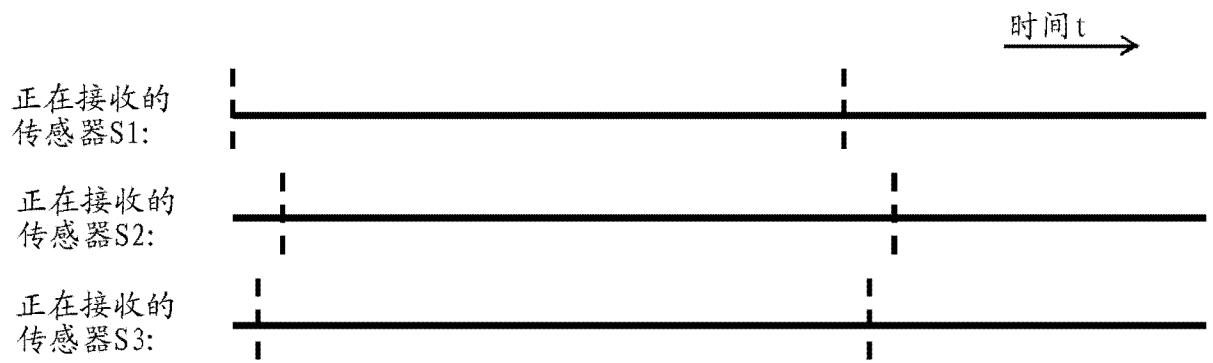


图 4

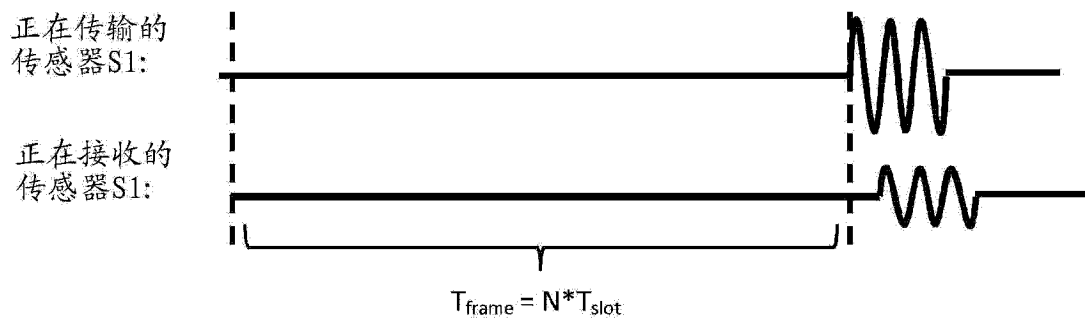


图 5

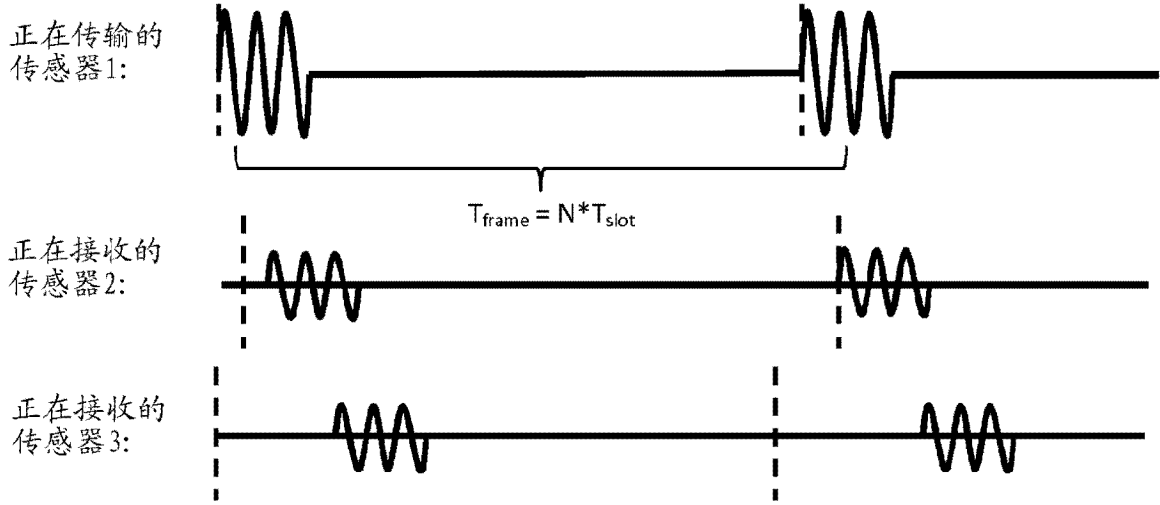


图 6

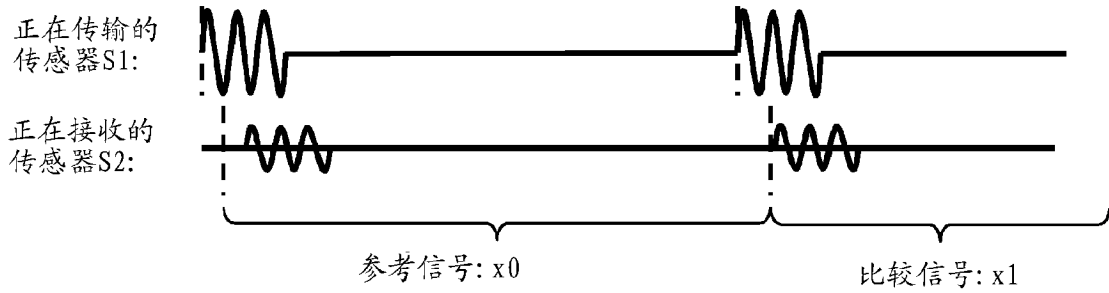


图 7

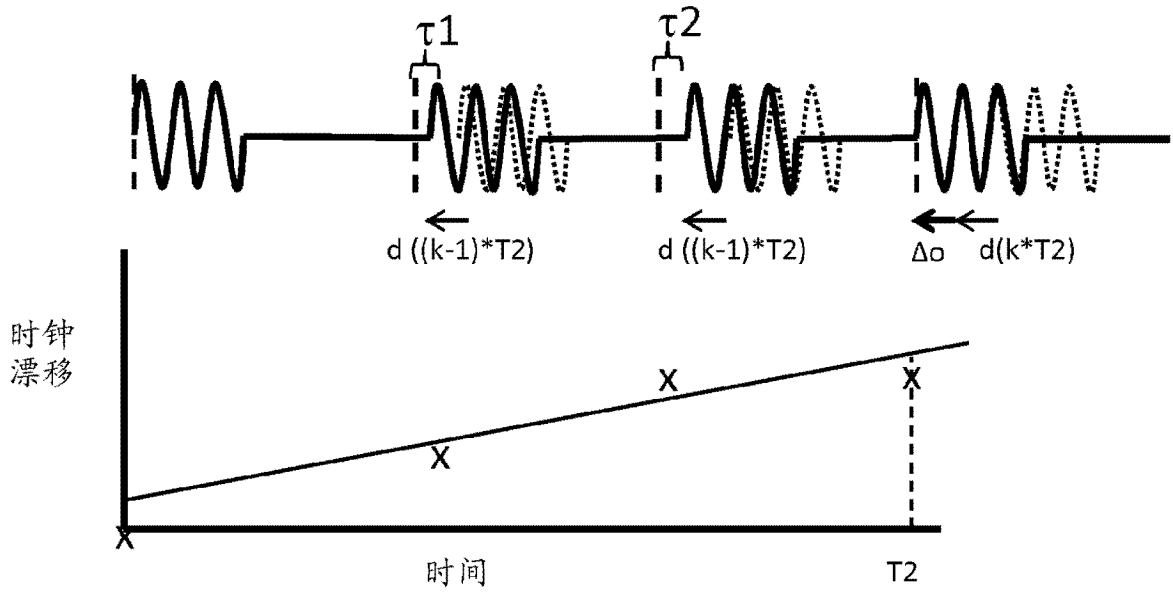


图 8

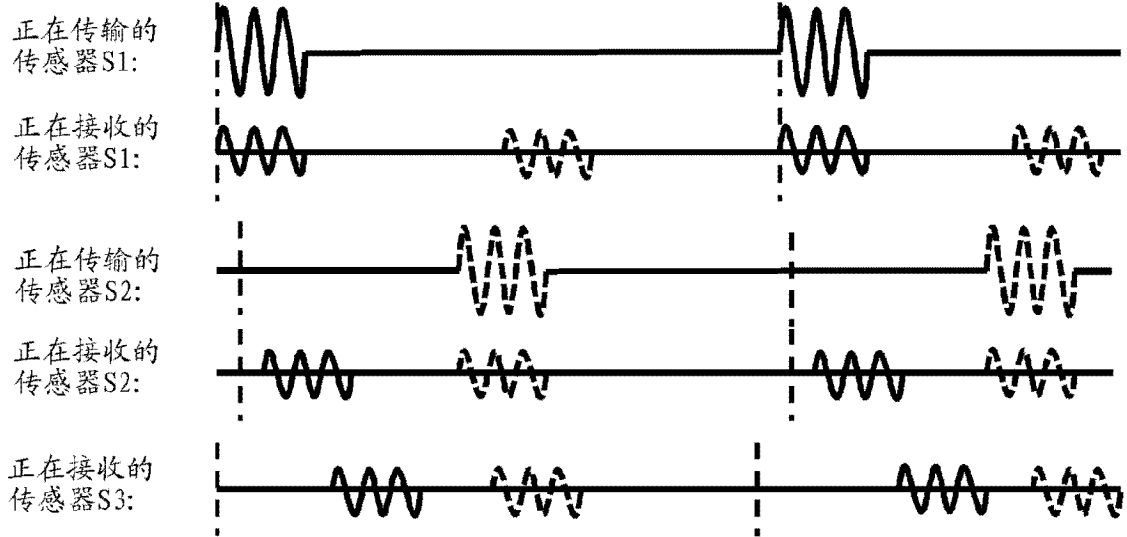


图 9

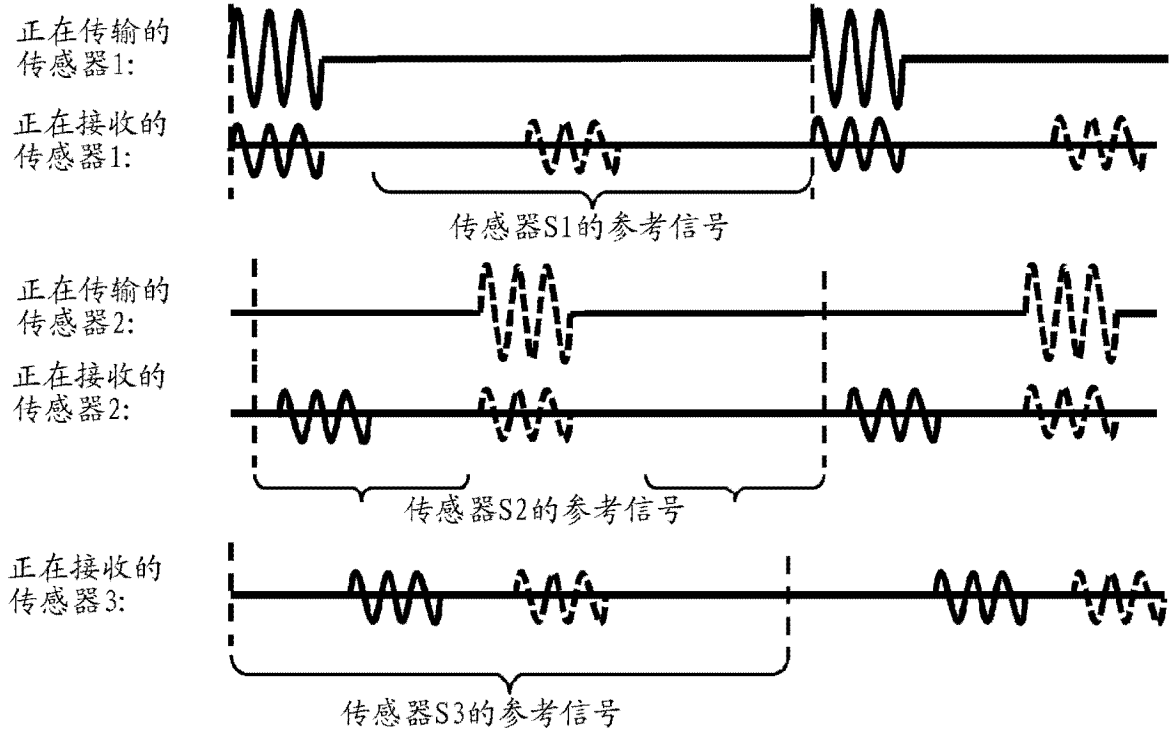


图 10