

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01S 15/74 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580025167.2

[43] 公开日 2007年6月27日

[11] 公开号 CN 1989421A

[22] 申请日 2005.7.20

[21] 申请号 200580025167.2

[30] 优先权

[32] 2004.7.26 [33] US [31] 60/591,074

[32] 2004.12.2 [33] US [31] 60/632,622

[86] 国际申请 PCT/IB2005/052437 2005.7.20

[87] 国际公布 WO2006/013512 英 2006.2.9

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.25

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 E·O·迪克 C·H·范伯克尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王小衡 张志醒

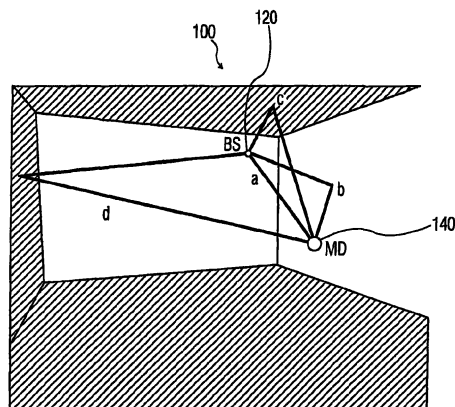
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

[54] 发明名称

低成本声频应答器定位系统

[57] 摘要

一种定位系统包括基站(120, 200)和应答器标签(140, 250), 它们使用声频信号进行通信以确定所述标签在有界的3D空间(310)中的位置。所述基站发射一请求信号(310), 该请求信号使用一特定标签的标识符进行编码。所述特定的标签在一固定的延迟($t_2 - t_1$)之后使用一声频响应信号(330)做出应答。基站根据接收的视线信号(330)及其反射(340)来确定所述标签的位置。可使用指示标签状态的数据或来自相关的传感器(270)或致动器(280)的数据对所述响应信号进行编码。还可使用用于控制所述标签或相关传感器和致动器的数据对所述请求信号进行编码。可通过所述标签执行功率管理方案。



1. 一种定位系统，包括：

基站（120，200），布置在至少部分有界的 3D 空间（100）中并且包括发射器（225）、接收器（230）和计时器（205）；

应答器标签（140，250），与将要在所述至少部分有界的 3D 空间中进行定位的物体相关联，并且包括发射器（275）、接收器（251）和计时器（255）；其中

所述基站的发射器发射第一无线信号（310）用于指令所述应答器标签做出响应；

所述第一无线信号包括声频信号；

所述应答器标签的接收器接收所述第一无线信号，所述应答器标签的计时器（255）响应于接收到第一无线信号以确定自从接收到第一无线信号已经过去的预定时间周期，并且所述应答器标签的发射器（275）响应于应答器标签的计时器以在经过了所述预定的时间周期之后发射第二无线信号（330）；

所述第二无线信号包括声频信号；

所述第二无线信号及其在所述至少部分有界的 3D 空间中的反射（340）在不同的时间由基站的接收器接收；和

通过使用基站的计时器并根据第二无线信号及其反射接收的时间来确定所述至少部分有界的 3D 空间中的应答器标签的位置。

2. 如权利要求 1 所述的定位系统，其中：

所述基站的计时器记下所述第一无线信号发射的时间（ t_0 ）；和
所述基站根据发射时间和接收时间（ t_3 ）之间过去的时间来确定应答器标签的位置。

3. 如权利要求 1 所述的定位系统，其中：

多个相应的应答器标签被与将要在所述至少部分有界的 3D 空间中进行定位的各个物体相关联；

所述多个相应的应答器标签中的每一个都具有一个相关的标识符；和

使用所述应答器标签中的特定一个的相关标识符对第一无线信号进行编码以指令所述特定的一个应答器标签做出响应。

4. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用指示应答器标签状态的数据对第二无线信号进行编码。
5. 如权利要求 4 所述的定位系统, 其中:
使用指示所述应答器标签的电池 (265) 的状态的数据对第二无线信号进行编码。
6. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用指示由所述应答器标签的接收器接收的第一无线信号的质量的数据对第二无线信号进行编码。
7. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用用于控制应答器标签中的功率管理设置的数据对第一无线信号进行编码。
8. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用用于控制与所述应答器标签相关联的传感器 (270) 的操作的数据对第一无线信号进行编码。
9. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用用于控制与所述应答器标签相关联的致动器 (280) 的操作的数据对第一无线信号进行编码。
10. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
多个相应的应答器标签被与将要在所述至少部分有界的 3D 空间中进行定位的各个物体相关联;
所述多个相应的应答器标签中的每一个都具有一个相关的标识符; 和
使用所述多个相应的应答器标签中的至少两个的相关标识符对第一无线信号进行编码以指令所述多个相应的应答器标签中的所述至少两个做出响应。
11. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
多个相应的应答器标签被与将要在所述至少部分有界的 3D 空间中进行定位的各个物体相关联; 和
所述多个相应的应答器标签中的至少两个通过使用 CDMA 编码发射各自的无线信号而对第一无线信号做出响应。
12. 如权利要求 1 所述的定位系统, 其中:
使用来自与所述应答器标签相关联的传感器 (270) 的数据对第

二无线信号进行编码。

13. 如权利要求 12 所述的定位系统，其中：
来自所述传感器的数据指示光强度。

14. 如权利要求 12 所述的定位系统，其中：
来自所述传感器的数据指示声音等级。

15. 如权利要求 12 所述的定位系统，其中：
来自所述传感器的数据指示应答器标签的移动量。

16. 一种用在定位系统中的基站，其被布置在至少部分有界的 3D 空间中，包括：

发射器 (225)；

接收器 (230)；和

计时器 (205)；其中

所述发射器发射第一无线信号 (310) 用于指令在所述至少部分有界的 3D 空间 (100) 中的应答器标签 (140, 250) 做出响应；

所述第一无线信号包括声频信号；

所述应答器标签在接收所述第一无线信号之后的一预定时间周期发射第二无线信号 (330)；

所述第二无线信号包括声频信号；

所述接收器在不同的时间接收第二无线信号及其在所述至少部分有界的 3D 空间中的反射 (340)；和

使用所述计时器并根据第二无线信号及其反射接收的时间来确定所述至少部分有界的 3D 空间中的应答器标签的位置。

17. 如权利要求 16 所述的基站，还包括：

处理器 (210)，用于执行一个算法，以使用所述计时器并根据第二无线信号及其反射接收的时间来确定所述至少部分有界的 3D 空间中的应答器标签的位置。

18. 如权利要求 16 所述的定位系统，其中：

所述基站的计时器 (205) 记下所述第一无线信号发射的时间 (t_0)；
和

所述基站根据发射时间和接收时间 (t_3) 之间过去的时间来确定应答器标签的位置。

19. 一种用在定位系统中的应答器标签，其与将要在至少部分有

界的 3D 空间中进行定位的物体相关联, 包括:

发射器 (275);

接收器 (251); 和

计时器 (255); 其中:

所述接收器从基站接收第一无线信号 (310), 以指令所述应答器标签做出响应;

所述第一无线信号包括声频信号;

所述计时器响应于接收到第一无线信号以确定自从接收到第一无线信号已经过去的预定时间周期;

所述发射器响应于所述计时器以在经过了所述预定的时间周期之后发射第二无线信号 (330);

所述第二无线信号包括声频信号;

所述基站在不同时间接收第二无线信号及其在所述至少部分有界的 3D 空间中的反射 (340); 和

根据在基站处接收第二无线信号及其反射的时间来确定所述至少部分有界的 3D 空间中的应答器标签的位置。

低成本声频应答器定位系统

本申请要求 2004 年 7 月 26 日提交的美国临时专利申请第 60/591074 号的权益，其内容在这里通过参考而被并入本文。

技术领域

本发明总体涉及用于在房间中定位物体的定位系统，更加具体地说，涉及一种在请求-应答 (request-response) 方案中使用声频 (包括超声) 无线信号的定位系统。

背景技术

已经开发出各种方案来检测物体的位置。例如，已经在车辆和手持设备中提供全球定位系统 (GPS) 接收器来检测位置。定位技术还日益广泛地应用在类似实时存货控制、资产跟踪、体育运动、移动机器人技术、虚拟现实和运动拍摄以及安检系统的应用中。一个定位系统能够以可从几米到几千米变化的精度测量人、装置、动物或物体的位置。一些定位系统还可测量物体的方位。另外，已经将声频系统用于水下位置估计中 (例如，军用、声纳、水下导航和海洋生物应用)。

对于室内应用，GPS 和水下方案是不适当的。代替的，已经提出了各种室内位置测量方案。例如，RF-ID 发射机应答器系统使用请求-应答方案进行操作。其它方法使用具有声频响应的 RF 请求。然而，现有的处理方法还不能很好的适用于提供低成本定位系统。

发明内容

本发明通过提供一种声频请求-应答方案来解决上面的和其它的问题，其中基站 (base station) 通过向应答器标签 (tag) 发送声频信号而从所述标签请求响应，并且所述标签通过传送它自己的超声信号而做出响应。基站和应答器标签都用在室内位置 (例如房间) 中，使得应答器标签发送的声频信号的反射能够用于确定应答器标签在房间中的位置。

尤其是，在本发明的一个方面中，一种定位系统包括：一个布置

在至少部分有界的 3D 空间中的基站，并且包括一个发射器、一个接收器和一个计时器。与将要在所述至少部分有界的 3D 空间中进行定位的物体关联的应答器标签也包括一个发射器、一个接收器和一个计时器。所述基站的发射器发射第一声频无线信号用于指令所述应答器标签做出响应。所述应答器标签的接收器接收所述第一无线信号，所述应答器标签的计时器响应于接收到第一无线信号以确定自从接收到第一无线信号已经过去的时间周期，并且所述应答器标签的发射器响应于应答器标签的计时器以在经过了所述预定的时间周期之后发射第二声频无线信号。所述第二无线信号及其在所述至少部分有界的 3D 空间中的反射在不同的时间由基站的接收器接收；和使用基站的计时器并根据第二无线信号及其反射接收的时间来确定所述至少部分有界的 3D 空间中的应答器标签的位置。

还可提供一种相应的基站、应答器标签和程序存储装置。

附图说明

在附图中：

图 1 表示根据本发明的在房间中的定位系统的示图；

图 2 表示根据本发明的基站和应答器标签的方框图；

图 3 表示根据本发明的对于由图 2 的基站和应答器标签发射的声频信号的定时图；

图 4a 表示根据本发明的通过基站接收器检测的超声信号；

图 4b 表示根据本发明的第一信号模板；

图 4c 表示根据本发明的第二信号模板。

具体实施方式

图 1 表示根据本发明的在房间 100 中的定位系统的示图。所述其中提供有定位系统的房间可被认为是例如通过墙壁、天花板和地板而至少部分有界的 3D 空间。一个基站 (BS) 120 被安装在所述房间中的一个固定位置处，优选的安装在一个较高位置，使得在基站和应答器标签或移动装置 (MD) 140 的可能位置之间存在不受阻断的视线。应答器标签可被贴附至将要确定其位置的物体上或者是作为其一部分。另外，所述物体可具有传感器和/或致动器。可将所述定位系统用于

许多不同的应用，其例子如下。

1. 保安系统。一个示例包括记录运动和位置（门/窗开启）或震动（玻璃粉碎）或正在移动的物体（位置和运动）的传感器标签。标签位置是已知的事实使得这种保安系统更容易配置。对于物体移动的情况，基站可评定在哪里获得物体并且是否允许那样做。如果不允许移动，则基站可响起警告。

2. 环境智能用户接口。例子包括：

a. 交互平台表面“屏幕”，用户在其中可以到处移动具有标签的小物体，所述标签的位置用于控制交互应用。可将其用于棋盘游戏等。

b. 交互壁“白色书写板（whiteboard）”，用户可以在其上到处移动具有标签的小磁体。它们的位置被用于唤起（callup）白板屏幕上的信息。

c. 环境对象用户接口，其中房间中某些物体的位置控制着光和情绪（mood）设置。

d. 光控。例如在平台上相对彼此移动三个标签来改变光的颜色和情绪。

3. 博弈（gaming）

a. 交互棋盘游戏

b. 少儿游戏-房间中的具有标签（例如，动作图）的特定物体的位置确定在个人计算机（PC）或在房间中的大屏幕上运行的交互式故事或游戏的故事情节。

c. 少儿捉迷藏游戏

4. 找出丢失的物品-一种系统可告知用户类似钥匙串、遥控装置、钱包等的重要物品当前位于什么地方，或者如果当前例如由于从所述房间中被移开而不能对它们定位，则告知最后在什么地方检测到它们。

5. Alzheimer 病人护理-一种系统可跟踪迷路病人的位置，并能够采取动作，例如当他们靠近时关闭窗口。

6. 老年人护理-可监视物体上的标签以确保一个人已经执行了他或她的每日例行的活动。

7. 监视房子里或其它位置中的孩子-以确保他们避免危险或远离限制区域。

在一个处理方法中，根据本发明的定位系统是声频/超声定位系统，包含每个房间一个单独的基站单元 120 和一个或多个低成本声频应答器标签，例如示例标签 140。该系统通过引入双向声频请求/响应通信方案而在以前的位置估计系统上进行了扩展，其允许基站计算房间中的移动标签的 3D 位置。简单且成本低的标签通过一个适当编码的响应信号以一个在空气介质中传播的声频对请求信号做出响应。声频信号包括大约 $>20\text{kHz}$ 的超声范围、大约 $20\text{kHz}-1\text{MHz}$ 的低超声范围和大约 $20-100\text{kHz}$ 的一部分低超声范围，该范围已经在一些实验中使用并且期望在实践中使用。人类可听见的声音范围在大约 $0-20\text{kHz}$ 。

虽然可使用多个（例如至少三个）基站仅仅基于物体和基站之间的视线（line of sight）传输来确定物体的位置，但单个基站的实施例会提供较低的成本。对于单个基站，一种可能性是使用来自标签的视线信号以及通过从墙壁、天花板、地板和房间中的其它可能表面的反射引起的反射信号来确定标签的位置。另一种可能是对于基站使用检测来自标签的视线信号的方向以及距离的传感器阵列。使用反射的方案会导致较低成本的系统。在任一种情况下，基站都会向所述一个或多个标签发送一个声频信号，之后所述一个或多个标签以一个声频通过一个响应信号做出响应。基站接收该信号，以及反射，并基于接收所述信号和反射的时间、接收信号的幅度特征、所述信号的已知传播速度和房间的已知几何形状计算标签的位置。对于图 1 的示例房间 100，“a”代表通过标签 140 传送的视线信号的路径，而“b”、“c”和“d”代表该信号的主要反射的路径。

可在安装阶段获知房间的几何形状，例如在被安置在房间的指定位置之后标签向基站传送一个信号，或者例如可通过在 PC 上运行的适当应用程序而将所述几何形状编程到基站中，并通过接口 220 与基站 200 通信。

此处所述的结构由于多个原因而导致低成本的标签。例如，由于在标签和基站中并不需要 RF 模块，并且标签和基站之间的时钟同步也是不需要的，所以降低了成本。代替的，可使用低成本的压电超声传感器。驱动电子装置包括相对简单的低频控制和放大器电子装置，其价格与一个集成电路相当。此外，标签并不需要计算它自己的位置，所以处理要求被降低了。另外，声频信号提供了精确的位置估计，而

对于 RF 信号，测量飞行时间 (time-of-flight) 是昂贵的和复杂的，并且使用 RF 信号的信号强度作为距离的量度已知是不可靠的。

另外，所述定位系统通过允许基站和/或标签使用编码信号来传送信息而能够提供增加的功能性，例如对于基站来说请求某一标签做出应答，或者控制标签的行为，或相关的致动器，或者对于标签来说将编码的信息传送回基站以提供标签的状态，或从相关的传感器传送数据。

图 2 表示根据本发明的基站和应答器标签的方框图。方框 205 和 255 表示“计时器”。方框 210 和 260 表示“应答器”。方框 212 和 262 表示“存储器”。方框 215 和 265 表示“电源”。方框 270 表示“传感器”。方框 280 表示“致动器”。基站 200 包括处理器 210、存储器 212、计时器 205、电源 215、发射器 225、接收器 230 和用于对接收信号进行放大的放大器 232。所述标签或移动装置 250 也可以包括处理器 260、存储器 262、计时器 255、电源 265、发射器 275、接收器 280 和用于对接收信号进行放大的放大器 252。发射器 225 和 275 与接收器 230 和 280 在每种情况下都可在声频下操作。

存储器 212 和 262 可存储指令，例如软件、微代码或固件，可通过各自的处理器 210 和 260 执行所述指令以获得此处所述的功能性。因此可将存储器 212 和 262 看作是切实收录可执行指令的程序存储装置。存储器 212 还可根据需要存储其它数据，例如接收信号 400 的样本、一个或多个标签的视线信号和反射的到达时间、标签的先前/当前 3D 位置、位置估计的可靠性、传感器读取的记录，等等。用于基站的电源 215 可以是 AC 电源或电池，而用于标签 250 的电源 265 通常应该是将允许标签在房间中移动的电池，或是给无线装置供电的其它部件，例如太阳能、燃料电池等。基站 200 的计时器 205 用于确定发送请求信号和从标签接收响应信号（包括视线信号及其反射）之间过去的时间。标签 250 的计时器 255 用于在从基站接收请求信号（例如，视线请求信号，其是在任何反射之前接收的）和通过标签发送响应信号之间实现一个延迟。计时器 205 和 255 不必是单独的部件，而可通过各自的处理器 210 和 260 来提供。计时器 255 可以是能够提供通过解码处理信号传送施加的预先设计的固定延迟。发射器 225 和 275 与接收器 230 和 280 可被选择性的结合成用于基站 200 和标签 250 的

各自的传感器。这种传感器能够在发射态和接收态之间切换。接口 220 允许基站与其它装置（例如其它基站、或个人计算机或在其上正运行一个应用程序和使用由基站 200 提供的位置数据的其他装置）通信。例如，基站可向 PC 发送关于接收信号的数据，所述 PC 使用所述数据执行计算用于确定标签的位置。另外，可使一个或多个传感器 270 和致动器 280 与标签 250 相关。

图 3 表示根据本发明的对于由图 2 的基站 (BS) 和应答器标签或移动装置 (MD) 发射的声频信号的定时图。现在将通过进行用于一个标签的一个位置估计的完整循环来逐步的说明所述定位系统的一种可能的操作顺序。

1. 假定在房间中存在多个标签，基站 (BS) 判定需要定位哪个标签。这可例如基于利用位置信息的应用程序的需要来判断。另外，可在自先前的询问已经过去预定的时间周期时或基于自标签的最后询问之后与其它标签相比所述标签最可能已经移过的最大距离的预测来询问一个标签。

2. 基站在时间 t_0 发出一个由箭头 310 代表的声频请求信号。由箭头 320 代表的请求信号的反射并未由标签使用。当出现多个标签时，还可例如使用任何现有的调制技术（例如，ASK、FSK、BPSK、CDMA 等）通过将要询问信号的标签的标识符来编码请求信号。在发射之后，基站立即切换至接收模式并等待来自询问标签的响应信号。基站还在时间 t_0 启动计时器 205 以记录直到来自标签的响应信号及其反射到达所过去的时间。如下面所进一步讨论的，可使用附加的信息对请求信号进行调制或编码。

3. 一旦从基站接收到请求信号，所有“醒着的”，即未处于低功率“睡眠”模式的标签都开始接收和解码请求信号。在一个处理方案中，仅对于在时间 t_1 接收信号的一个标签 T，解码的标识符与标签自身的“标识符”匹配。所有其它标签会忽略请求信号。标签 T 准备以响应信号对基站做出应答。

4. 在由计时器 255 实现的固定延迟 $t_{del}=t_2-t_1$ 之后，标签 T 在时间 t_2 以由箭头 330 代表的响应信号做出响应。响应信号可以是简单、低能的声频脉冲。或者，如下面所进一步讨论的，可将信息调制或编码成响应信号。

5. 响应信号通过房间传播, 首先在时间 t_3 到达基站。正等待响应的基站在时间 t_3 开始记录响应信号 y 。信号 y 包括由箭头 340 代表的标签响应的随后反射。在时间 t_3 , 即在响应的第一(视线)信号分量到达的时刻停止基站的计时器 205。

6. 如果存在, 则基站从 y 对由标签发送的编码信息进行解码。

7. 基站使用 $d=c \cdot (t_3-t_0-t_{del})/2$ 计算自身和标签之间的绝对距离, 其中 c 是以 m/s 表示的声速, t_3 和 t_1 被如上所述的定义, 而 $t_{del}=t_2-t_1$ 是例如由计时器 255 在标签接收请求信号的时间和通过发送其响应信号的时间之间实现的固定的预定时间延迟。

使用距离 d 和记录信号 y 内的声频反射的图案, 基站计算标签的位置。例如, 可以使用下述方法之一: 2004 年 11 月 4 日公开的 PCT 公开文本 W02004/095056 (备案号 PHNL030395EPP), 或 E. O. Dijk 发表的 Indoor Ultrasonic Position Estimation Using A Single Base Station, Technische Universiteit Eindhoven (2004), ISBN90-386-0912-4), 上述两篇文献在这里通过参考而被并入本文。例如, 可使用签名匹配方法, 其中基站接收的信号及其反射的时间序列 (time-series) 签名被与预先存储的模型签名或模板相匹配。例如, 图 4a 表示基站接收器检测的超声信号。标签发射的信号由墙壁、地板和/或天花板以及房间中的其它可能的物体反射, 并以幅度 A 朝向基站的接收器传播作为信号 400。在基站处, 可使用滤波连同解调和模数转换来除去所关注的频带之外的噪音。所述信号在时间 t_1 包括第一峰值 412 (其可以是视线部分)、在时间 t_2 包括第二峰值 414、在时间 t_3 包括第三峰值 416 以及可能更小强度的进一步的反射。可在与不同标签位置相关的签名模板数据库中诸如通过模拟或从来自房间的不同已知位置的标签的记录信号提供不同的签名模板。使用一个比较算法将存储的签名模板 (例如, 模板 420 (图 4b) 和模板 430 (图 4c)) 与接收的信号 400 进行比较以确定哪个模板是最接近的匹配项。然后就将与最近匹配模板相关的位置看作标签的位置。注意可使用各种方法来缩减需要与接收的信号进行比较的模板数量, 例如通过根据其先前位置和移动方向估计标签的当前位置。

8. 对于相同或不同的标签, 所述基站重复上面的循环。

可将各种类型的信息编码成标签发送的响应信号, 例如:

1. 从相关的传感器 270 读取例如:
 - a. 光强度
 - b. 声音等级
 - c. 标签的移动量
 - d. 接触或压力传感器读数
2. 标签状态; 标签电池状态, 例如剩余电量。
3. 请求信号的接收质量, 例如信噪比、信号功率或请求信号相对于请求信号的某一反射的功率的相对功率。

类似的, 除了标签标识符之外, 还可将各种类型的信息编码成基站发送的请求信号, 例如:

1. 用于标签功率管理的指令。例如, 基站可指令一个标签切换至较低功率模式, 其中所述标签“睡眠”一个时间周期并醒来一个预定的时间间隔, 在该时间间隔期间所述标签检查是否正在该间隔期间发送请求信号。或者, 例如基于来自运动检测装置的信号, 如果移动标签, 则可唤醒标签。在任何情况下, 这种功率管理方案都可降低功耗和所需的电池尺寸。参见下面关于“功率管理”的进一步说明。

2. 用于标签传感器的指令。例如, 基站可指令一个标签控制传感器 270 例如用于或多或少频繁的执行某些测量, 或执行不同的测量, 或调节传感器 270 的灵敏度或标度。

3. 用于标签致动器 280 的指令。例如, 基站可指令一个标签控制类似发光体的致动器以使它闪烁, 或控制类似音频装置的致动器以产生人能够听到的声音, 例如用于定位丢失的物体。

功率管理

为了减小功耗, 大多数时间都可将应答器标签保持为低功率的睡眠状态。在该方法中, 标签周期性的醒来并使其内嵌的接收器确定从基站是否存在任何发射。如果存在发射, 则所述标签从低功率状态切换至正常的操作状态, 并开始记录信号。或者, 对于确定的时间周期标签可记录任何信号, 其可包括一个或多个编码的超声发射。因此应答器标签不必所有时间都“在”聆听基站信号。例如, 标签可每隔 200ms 醒来倾听 1ms 的周期。因此, 所述标签对于 995/1000 的时间都处于睡眠状态, 这会相当显著的节省电力。基站可通过对于至少 200ms 发送连续的超声信号来唤醒标签, 所述连续的超声信号将由标签检测。

所述标签将醒来至少例如 100ms。此时，基站将一个编码的请求信号发送到房间中，所述信号在 100ms 的时间窗 (time window) 内由标签接收并被解码。此后，标签将如所述的向基站发送一个响应并返回到低功率“睡眠”模式。在低功率状态期间，标签只给具有计时器的低功率（例如微瓦）唤醒电路供电。在预定的时间间隔之后，例如在上面的例子中为 200ms，该电路将所述标签驱动回到正常的操作模式。

用于功率管理的另一替代方法

另一种替代的功率管理技术包括使用这样一种标签，如果在房间中没有声频信号传输，则它总是处于低功率状态。所述标签在处理器 (260) 中具有低功率唤醒电路，其借助于与接收器 (280) 连接的低功率（例如，微瓦）放大器 252 连续监视接收器 (280)，所述放大器对来自超声接收器传感器的信号进行放大。如果检测到足够强的信号（具有阈值和/或电流积分电路），则可将标签的微处理器从低功率睡眠模式切换至正常的操作模式。

编码标签响应

在该方法中，基站可同时询问一个以上的标签。标签通过以适当的方式将它们的身分编码成信号，使得基站能够分离从各个标签同时接收的编码信号。例如，可使用码分多址 (CDMA) 编码。在一个方案中，基站对所有标签发送一个通用请求以求响应。或者，可以使用两个或多个标签的标识来对请求进行编码。在对于每个标签将信号 y 解码成 n 个单独的信号 y_1 、 y_2 等之后，对于每个标签 i 可使用其信号 y_i 执行位置估计。该方法的优点是系统的整体更新速率得以改进，因为基站可同时询问多个标签。另外，也可将该编码响应与上述的其它类型的编码信息进行结合。

标签位置估计的询问速率

对于标签的位置估计的更新速率取决于系统中的标签的数量。虽然在系统中可以有許多（例如， $\gg 10$ ）标签，但并不意味着每个标签的位置都应该被监视。例如基于基站所具有的关于标签移动的先前的信息，基站可跳过或不频繁询问不活动的或静止的标签，而快速移动的标签可被更频繁的询问。

通过实验已知，在户内环境中，在时间 t_0 发送的 40kHz 的典型的短 ($\leq 1\text{ms}$) 超声信号大约在时间 $t=100\text{ms}$ 或更早时在噪音中变成是

不可检测的。考虑到一个请求-响应包括两次发送，一个是从基站，一个是从标签，所以对于一个标签的位置估计周期大约至多花费 200ms。因此，每秒能够进行至少五次位置更新。对于来回移动的 N 个标签来说，每个标签的平均位置更新速率变为每秒 $5/N$ 次更新。这一性能可通过使用编码标签响应进行改进，例如使用如上所述的 CDMA。因为一般并不是所有的标签都将同时移动，所以这将对单个房间中的定位系统提供可接受的性能。

用于增强位置估计的声频阵列

基站可使用两个或更多超声传感器的阵列检测来自标签的声频响应信号中的额外信息。这种更宽阔的思路的一个简单例子被描述在 2004 年 3 月 9 日提交的荷兰专利申请 No. 04100950.7，其在这里通过参考而被并入本文。使用这种超声传感器的阵列（在接收模式下），可估计引入的超声径视线信号的方向和从标签引入的反射信号的方向。该信息可有助于确定标签的 3D 位置。声频阵列的使用通常在文献中是已知的。例如参见 L. J. Ziomek 发表的“Fundamentals of Acoustic Field Theory and Space-Time Signal Processing”，CRC press（1995）。另外，反射与阵列的结合被简要地描述在上面参考的 E. O. Dijk 发表的题目为“Indoor Ultrasonic Position Estimation Using A Single Base Station”的公开物的第 8.3.3 节。

将声频反射与位置跟踪进行结合

该思想被描述在上面参考的 E. O. Dijk 发表的公开物的第 173 页。可根据超声反射极大的改进 3D 位置估计的鲁棒性/精度。

虽然已经示出和说明了被看作是本发明优选实施例的内容，当然应该理解在不脱离本发明精神的情况下可容易的做出各种形式或细节上的修改和变化。因此本发明并不趋于限制为所述和显示的确切形式，而是应该构成为覆盖可落在后附权利要求范围内的所有修改。

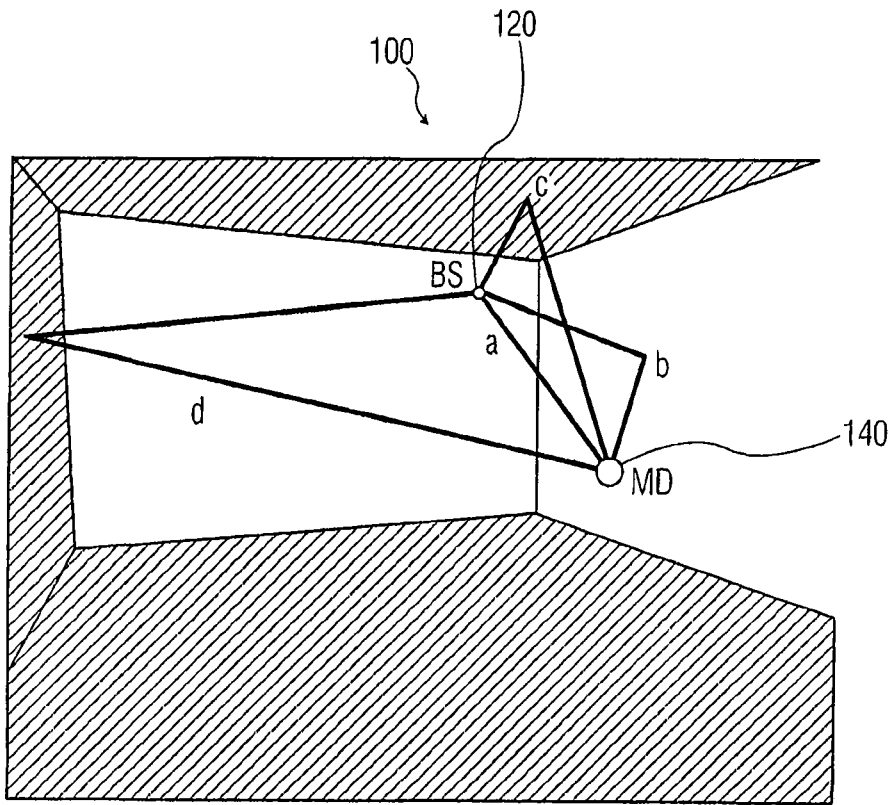


图 1

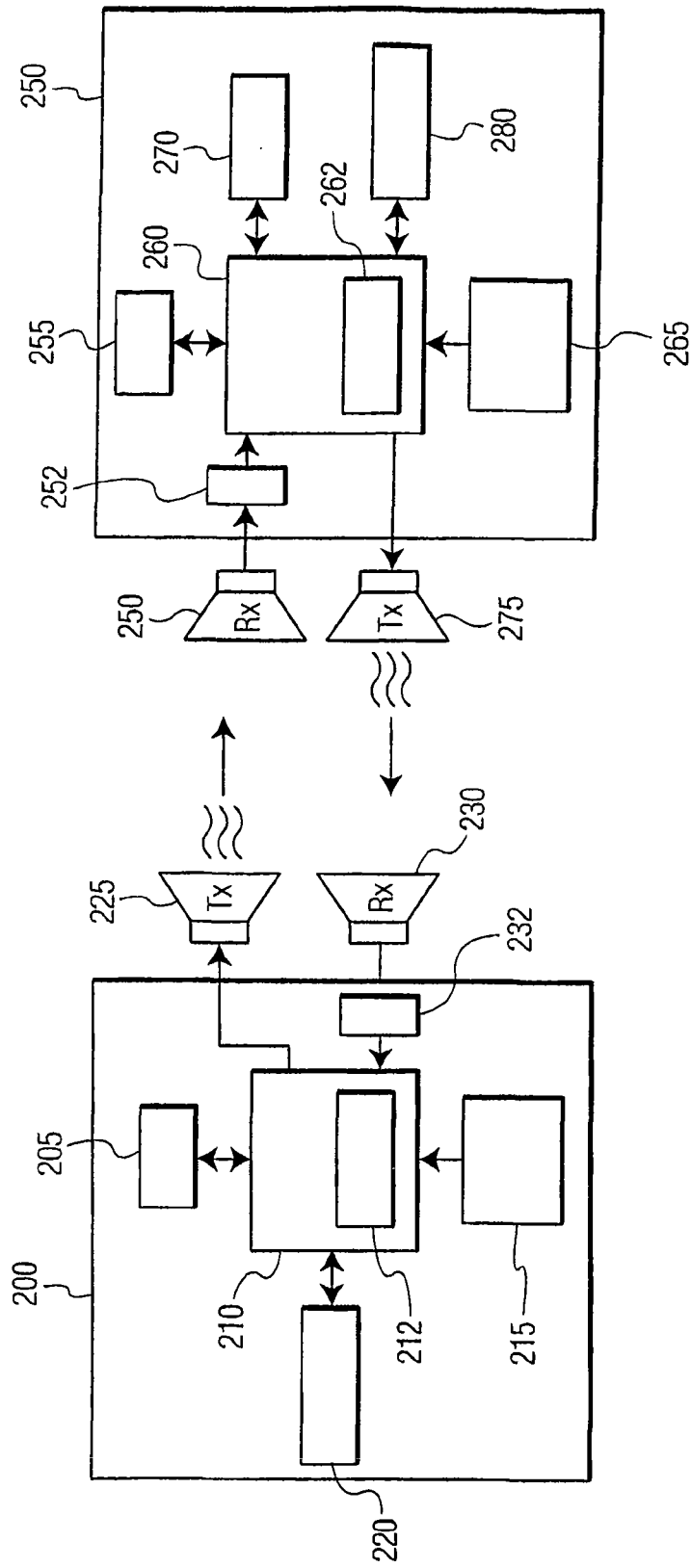


图 2

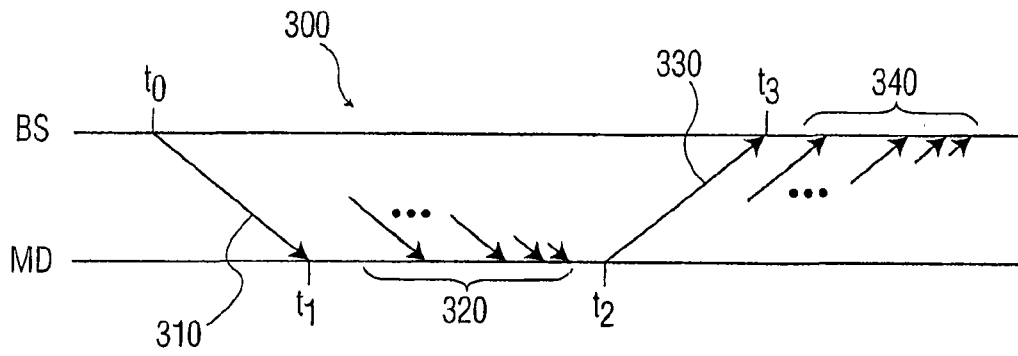


图 3

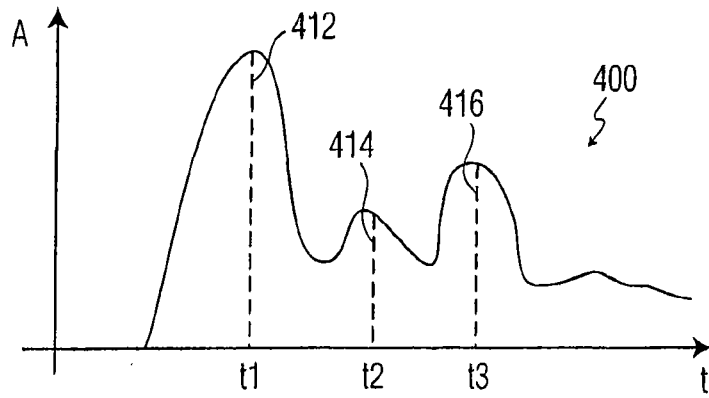


图 4A

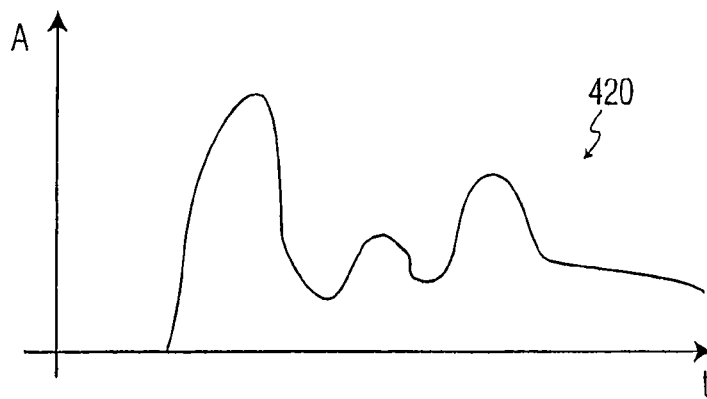


图 4B

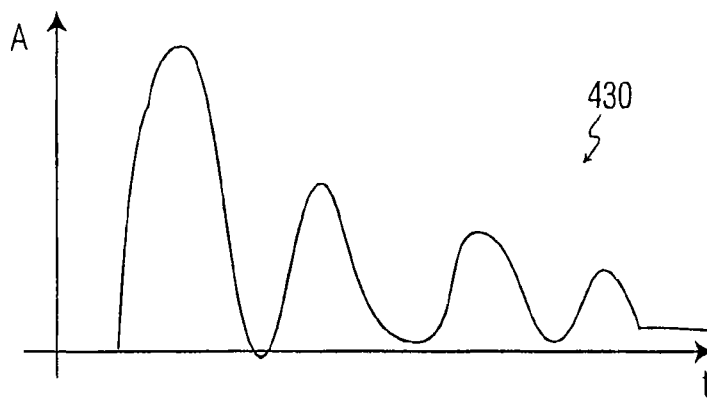


图 4C