



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104219993 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201380013550. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 01. 28

A61B 5/01 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 5/145 (2006. 01)

61/591, 183 2012. 01. 26 US

A61B 5/02 (2006. 01)

61/635, 915 2012. 04. 20 US

H04B 7/24 (2006. 01)

H04B 1/38 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/023370 2013. 01. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/112979 EN 2013. 08. 01

(71) 申请人 阿利弗克公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 大卫·E·艾伯特 詹姆斯·刘易斯

吉姆·诺曼·巴尼特

布鲁斯·理查德·萨奇韦尔

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 程爽 郑霞

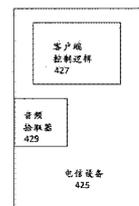
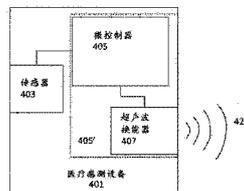
权利要求书3页 说明书23页 附图9页

(54) 发明名称

生物参数的超声波数字通信

(57) 摘要

本发明公开了从第一设备经由超声波数字调制解调器向诸如智能电话等接收器传输数字数据的医疗感测设备和系统。还描述了通过超声波来传输数字生物数据的方法。



1. 一种用于检测生物参数,确定所述生物参数的数字表示,以及作为不可听声音传输来超声地传输所述生物参数的所述数字表示的医疗感测设备,该设备包括:

传感器,其用于检测来自受试者的生物参数;

处理器,其配置用于接收所述生物参数、由所述生物参数确定代表值以及将所述代表值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码所述数字超声波信号,其中所述第一频率和第二频率各自大于 17kHz,此外其中所述数字超声波信号包括报头部分和数据部分;以及

超声波换能器,其包含用于传输所述数字超声波信号的超声波发射器,其中所述处理器配置用于驱动所述超声波换能器以便从所述超声波发射器发射所述数字超声波信号。

2. 根据权利要求 1 的设备,其中所述传感器配置用于检测以下的一项或多项:温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压。

3. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器是微处理器。

4. 根据权利要求 1 的设备,其中所述第一频率为约 18.5kHz,并且所述第二频率为约 19.5kHz。

5. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器配置用于以每位 10 个周期来数字编码所述数字超声波信号。

6. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器配置用于以 200 字节/秒来数字编码所述数字超声波信号。

7. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器进一步配置用于发送处于独立于所述第一频率和第二频率的频率上的校准音调。

8. 根据权利要求 1 的设备,其中所述数字超声波信号包括纠错码部分。

9. 根据权利要求 1 的设备,其中所述超声波发射器包括扬声器。

10. 根据权利要求 1 的设备,其中所述超声波发射器包括压电元件。

11. 一种用于检测生物参数,确定所述生物参数的数字表示,以及作为不可听声音传输来超声地传输所述生物参数的所述数字表示的系统,该系统包括:

医疗感测设备,该设备具有:传感器,其用于检测生物参数;处理器,其配置用于接收所述生物参数,由所述生物参数确定代表值,以及使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来将所述代表值数字编码成数字超声波信号,其中所述第一频率和第二频率各自大于 17kHz;以及超声波换能器,其用于传输数字超声波信号;以及

客户端控制逻辑,其配置成由电信设备执行,并且使该电信设备接收所述数字超声波信号并从所述数字超声波信号中提取所述生物参数的所述代表值。

12. 根据权利要求 11 的系统,其中所述传感器配置用于检测以下的一项或多项:温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压。

13. 根据权利要求 11 的系统,其中所述处理器是微处理器。

14. 根据权利要求 11 的系统,其中所述第一频率为约 18.5kHz,并且所述第二频率为约 19.5kHz。

15. 根据权利要求 11 的系统,其中所述处理器配置用于以每位 10 个周期来数字编码所述数字超声波信号。

16. 根据权利要求 11 的系统,其中所述处理器配置用于以 200 字节/秒来数字编码所

述数字超声波信号。

17. 根据权利要求 11 的系统,其中所述处理器进一步配置用于发送处于独立于所述第一频率和第二频率的频率上的校准音调。

18. 根据权利要求 11 的系统,其中所述数字超声波信号包括报头部分、数据部分和纠错码部分。

19. 根据权利要求 11 的系统,其中所述客户端控制逻辑包括非瞬态计算机可读存储介质,该存储介质储存一组能够由智能电话执行的指令。

20. 根据权利要求 11 的系统,其中所述超声波发射器包括压电元件。

21. 一种用于将数字温度信息超声地传输至电信设备以供进一步处理和传输的数字温度计,该数字温度计包括:

温度传感器,其用于感测受试者的体温;

处理器,其与所述温度传感器通信,并且配置用于生成受试者的体温的数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码所述数字超声波信号,其中所述第一频率和第二频率各自大于 17kHz;以及

超声波换能器,其包含超声波发射器,其中所述处理器配置用于驱动所述超声波换能器以便从所述超声波发射器发射所述数字超声波信号。

22. 根据权利要求 21 的设备,其中所述处理器是微处理器。

23. 根据权利要求 21 的设备,其中所述第一频率为约 18.5kHz,并且所述第二频率为约 19.5kHz。

24. 根据权利要求 21 的设备,其中所述处理器配置用于以每位 10 个周期来数字编码所述数字超声波信号。

25. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器配置用于以 200 字节/秒来数字编码所述数字超声波信号。

26. 根据权利要求 1 的设备,其中所述处理器进一步配置用于发送处于独立于所述第一频率和第二频率的频率上的校准音调。

27. 根据权利要求 1 的设备,其中所述数字超声波信号包括报头部分、数据部分和纠错码部分。

28. 根据权利要求 1 的设备,其中所述超声波发射器包括扬声器。

29. 根据权利要求 1 的设备,其中所述超声波发射器包括压电元件。

30. 一种使用超声波来本地传输生物参数的代表值的方法,该方法包括:

感测来自受试者的生物参数;

由所述生物参数确定代表值;

将所述代表值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码所述数字超声波信号,其中所述第一频率和第二频率为不可听超声波频率;以及

驱动患者附近的超声波换能器以便作为不可听声音信号来发射所述数字超声波信号。

31. 根据权利要求 30 的方法,其中感测生物参数包括感测以下的一项或多项:温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压。

32. 根据权利要求 30 的方法,其中确定代表值包括确定以下的一项或多项:平均值、均

值、中值、最大值、最小值或变化速率。

33. 根据权利要求 30 的方法,其中数字编码所述代表值包括编码所述数字超声波信号以使其包括报头部分和数据部分。

34. 根据权利要求 30 的方法,其中数字编码所述代表值包括编码所述数字超声波信号以使其包括报头部分、数据部分和纠错码部分。

35. 根据权利要求 30 的方法,其中所述第一频率和所述第二频率各自大于 17kHz。

36. 根据权利要求 30 的方法,其中数字编码所述代表值包括以每位 10 个周期来数字编码所述数字超声波信号。

37. 根据权利要求 30 的方法,其中数字编码所述代表值包括以 200 字节 / 秒来数字编码所述数字超声波信号。

38. 根据权利要求 30 的方法,进一步包括发射处于独立于所述第一频率和第二频率的频率上的校准音调。

39. 根据权利要求 30 的方法,进一步包括重复地驱动所述超声波换能器以发射所述数字超声波信号直至接收到接收确认。

40. 根据权利要求 30 的方法,进一步包括在预定的时段内或以预定的重复次数来重复地驱动所述超声波换能器以发射所述数字超声波信号。

41. 一种配置成为本地超声波数据传输设备的集成微处理器,该微处理器包括:

非瞬态计算机可读存储介质,该存储介质存储一组指令用于:接收一值;将该值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码所述数字超声波信号,其中所述第一频率和第二频率为不可听超声波频率;以及向所述数字超声波信号添加报头部分;以及

超声波换能器,其包含用于传输所述数字超声波信号的超声波发射器。

生物参数的超声波数字通信

相关申请的交叉引用

[0001] 本专利申请要求 2012 年 1 月 26 日提交的（名为“ULTRASONIC SOFTWARE MODEM FOR MEDICAL DEVICES”）临时专利申请第 61/591,183 号和 2012 年 4 月 20 日提交的（名为“ULTRASONIC DIGITAL MODEM”）临时专利申请第 61/635,915 号的优先权。

[0002] 本材料可涉及 2010 年 6 月 8 日提交的、名为“Heart Monitoring System Usable with a Smart Phone or Computer”的美国专利申请第 12/796,188 号和 2011 年 5 月 16 日提交的、名为“Wireless, Ultrasonic Personal Health Monitoring System”的美国专利申请第 13/108,738 号。

援引并入

[0003] 本说明书中提及的所有出版物和专利申请均通过引用而并入于此，程度犹如具体地和个别地指出要通过引用而并入每个单独出版物或专利申请。

技术领域

[0004] 本专利申请公开了总体上涉及如下系统、方法和设备的一个或多个发明构思：其包括硬件、固件和软件，用于连接具有与微处理器和声音输出相连的一个或多个传感器的医疗设备，以便与诸如智能电话、平板和计算机等移动通信和 / 或计算设备进行超声波通信。

背景技术

[0005] 大量消费类产品包括提供声音输出的能力，该能力包括可以用于在可听范围内关于设备的状态向用户通信的简单的“哔声”和蜂鸣器。此类设备通常包括音调发生器（例如，压电扬声器）和可以控制来自该音调发生器的输出的控制器（微控制器）。虽然有可能向这些设备添加包括电路、天线和信号处理元件在内的附加元件以使所述设备能够与其他电子设备无线通信（通常通过电磁手段），但此类修改可能会增加大量的成本和复杂性。提供能够使用超声波而不是电磁信号向另一设备——特别是可以储存、处理、分析和 / 或重传信息的电信设备——超声地传输信息——特别是数字信息的设备、方法和系统（具体包括固件、软件和 / 或硬件）将会大有益处。

[0006] 消费类医疗设备（例如，供个人使用的医疗设备，诸如温度计、血糖监测仪、血压袖带、脉搏血氧仪）是将会从用以向电信设备超声地传输数据的简单、可靠和成本有效的方式中获益的技术的一个示例。例如，许多医疗设备包括数字显示器来呈现输出。这样的数字信息通常不会超出设备之外传输。然而，在许多情况下，向一个或多个位置传输数字医疗健康信息以便使医疗信息可由其他人访问和 / 或操纵可能是有益的。例如，让患者记录检测到的健康信息（例如，血压、血糖、体温、遥测等）并向医疗专业人员提供对该信息的访问可能是有用的。访问可以通过向服务器和 / 或网站上传医疗信息来提供；该网站可用于储存、为用户和 / 或合格医疗专业人员提供远程访问，或者分析健康信息。

[0007] 能够从医疗设备传输健康信息的当前可用或提出的系统通常需要专用无线发射

器,或者通过用于传送和 / 或上传此类健康信息的专用子系统来发挥作用。除了需要附加的设备和系统之外,这还被证明在材料和功率要求方面都是昂贵的。

[0008] 本文描述了这样的方法、设备和系统:其用于使用(或适合使用)诸如智能电话、平板计算机、便携式计算机或台式计算机等一个或多个包括麦克风的广泛可用的计算设备(例如,电信设备)来接收和发送已由应用设备编码成可由电信设备听到并继而由电信设备储存、传输和 / 或分析的超声波信号的数字健康信息。

[0009] 名为“Heart Monitoring System Usable with a Smart Phone or Computer”的美国序列号 12/796188(2010 年 6 月 8 日提交)和名为“Wireless, Ultrasonic Personal Health Monitoring System”的美国专利申请号 13/108738(2011 年 5 月 16 日提交)描述了这样的心电图(ECG)监测仪:其将 ECG 数据转换成可由诸如智能电话等电信设备接收并继而储存、分析和 / 或显示的超声波信号。本申请将这些教导扩展到包括诸如温度计、血压传感器、血糖监测仪、脉搏血氧仪等数字医疗设备,在其中可在传输生物参数之前对生物参数进行解译和数字表示。此外,本文描述了用于适配或改造任何现有的控制声音生成源(例如,蜂鸣器)的微处理器以使其能够用于可靠地传输数字超声波信息的方法和系统。

发明内容

[0010] 总体而言,本文描述了用于从具有微处理器和能够提供超声波频率的换能器(即,压电扬声器)的设备超声地传输数字数据的设备、系统和方法。经数字传输的数据可由具有麦克风的接收设备所接收,所述接收设备诸如为电信设备(例如,个人电信设备、诸如 iPhone、DROID 或其他智能电话等电话、iPad 或其他个人计算机、PDA 等)。所传输的数字信息可如下文所更详细描述那样被编码和 / 或加密。

[0011] 具体而言,本文描述了用于控制超声波数字信息(例如,医疗 / 生物参数或信息)的传输以使其能够在确认或不确认信息接收(例如,双工或半双工通信)的情况下可靠地传输的方法。在一些变体中,传输的超声波信息以两个超声波频率编码(例如,一个频率对应于数字 0,而另一频率对应于数字 1)。在一些变体中,使用第三(或附加)频率来传输可由接收器使用的校准音调(calibration tone)。校准音调可处于独立于表示数字 1/0 的频率的频率,并且可持续发射、在数据传输之间发射,或者与数据传输并发地发射。在一些变体中,校准音调是恒定的;在一些变体中,校准信号 / 音调的一部分是恒定的(例如,振幅),但音调被配置用于指示定时(例如,到下一数据传输的倒计时)。接收设备(例如,电信设备)可以使用校准音调 / 信号来校准对处于数字频率上(例如,数字 0/ 数字 1)的信息的接收。

[0012] 如前所述,在接收设备(例如,电信设备,诸如智能电话或计算机)与超声波传输设备之间提供超声波通信可能是有用的。例如,实现半双工协议以便使电信设备(例如,智能电话 / 计算机)能够向感测设备(源设备或超声波传输设备)提供已经成功接收到数据(具有正确的 CRC)并应停止重新传输该数据的确认(ACK)将会是有帮助的。这样的半双工协议的另一用途将会是通过从接收设备(例如,电信设备)发送诸如校准数据、个人信息等参数或信息来配置超声波传输设备。如上所述,超声波传输设备可以在独立于数字超声波频率的第三(或更多)频率上传输校准信号,该校准信号可由接收设备(例如,电信设备)所接收和使用。

[0013] 在一些变体中,超声波传输设备的微控制器通过从与用以进行超声波传输的同一换能器(例如,压电换能器)接收确认信号而被配置为双工(例如,半双工)配置。例如,在从换能器传输一段预定时间之后,微控制器可被配置用于“监听”换能器,以确定是否接收到确认信号。虽然用于超声波信号传输的换能器可能并非特别适配用于超声波信号的接收,但发明人已经凭经验观察到由进行发射的换能器对超声波信号的接收。确认信号可以是单脉冲、一连串脉冲或者脉冲模式。

[0014] 本文所述的任何变体均可配置用于作为单工系统(例如,仅传输)来操作。当作为单工系统操作时,超声波传输设备可被配置成在预定时间量中和/或以预定重复次数重复地传输信息。在一些变体中,超声波传输设备可被配置成在数秒、数分钟或数小时内连续地传输数字超声波信息。

[0015] 本文还描述了被配置成具有用于向接收器超声地传输数字信息的数字调制解调器协议和逻辑的超声波调制解调器的超声波数字发射器,所述接收器可配置成电信设备。因此,可以用超声波调制解调器协议(逻辑)来配置系统,以便结构化包括报头部分和/或数据部分的数字数据信号。信号可分解为分组或任何其他数字信息计量单位(字节、分组、字等)。信号可被配置成包括一个或多个纠错码。

[0016] 例如,本文描述了配置成超声波调制解调器的微控制器。在一些变体中,微控制器包括允许设备驱动从扬声器(例如,压电扬声器元件)的超声波传输的逻辑(例如,硬件、软件、固件或它们的一些组合)。还描述了配置或适配微控制器使之作为超声波调制解调器进行操作的方法。例如,在一些变体中,微控制器可被编程作为超声波调制解调器进行操作。

[0017] 本文还描述了配置用于接收由超声波数字调制解调器声学传输的超声波数字数据的接收器。总体而言,电信设备(例如,智能电话)可被配置用于充当用以接收超声波数字数据的接收器。因此,电信设备可包括配置用于接收、解码、解译、显示、分析、储存和/或传输通过来自数字超声波调制解调器的超声波传输而发送的数据的硬件、软件和/或固件。在一些变体中,可在电信设备上执行逻辑(例如,客户端软件和/或固件、应用等),以使该电信设备可以充当数字超声波数据的接收器。因此,本文描述了用于接收和解译(例如,解码)通过数字超声波调制解调器传输的数据的可执行逻辑,以及包括用于接收和解译(例如,解码)通过数字超声波调制解调器可执行逻辑传输的数据的可执行逻辑的设备。总体而言,该可执行逻辑被配置成存储于非瞬态介质中以使其可在以后(或重复地)执行。

[0018] 本文还描述了配置成包括数字超声波调制解调器的特定设备和系统。这些设备中的任何设备均可包括数字信息来源(例如,诸如医疗设备(例如,温度计、脉搏血氧仪等)之类的设备)、声换能器(例如,能够发射超声波信号的扬声器)和控制器(例如,微控制器),该控制器被配置用于将来自数字信息来源的数字信息编码成要通过声换能器传输的超声波信号。在一些变体中,声换能器被配置用于既发射可听(例如,低于超声波的)声音(处于正常人类听觉范围内的嗡嗡声、哔哔声等),又在超声波频率(例如,高于 17kHz)上发射。

[0019] 在本文所述的一个示例中,如本文所述那样修改/改造 Texas Instrument 的 AFE4110 数字温度计,以便超声地数字编码温度数据并且超声地(作为穿过空气的超声压力波)将其传输至位于距温度计一定距离处的电信设备(例如,智能电话)。设备的微控制

器（来自 Texas Instruments 的 MSP430 型控制器）被配置成用于传输超声波数字数据的超声波调制解调器，其执行固件 / 软件从而致使微控制器对温度数据信号进行编码（经由微处理器）以供在相连的压电扬声器上传输。扬声器可以是与预设于温度计中并且用于可听地（例如，以人类的正常听觉范围）通知用户温度稳定的扬声器相同的扬声器。因此，可以改造温度计，使之通过执行微控制器中的控制逻辑以处理来自温度计的数据并在超声波频率范围内（例如，>17kHz）在压电扬声器上传输经编码信号而以非常低的成本包括数字超声波调制解调器。

[0020] 例如，在一些变体中，本文描述了包括如下设备的医疗感测设备和系统：该设备使用超声波来数字地将由所述医疗感测设备接收到的生物参数传输至一个或多个电信设备（例如，智能电话），在所述电信设备上可以进一步处理和 / 或传输信息。可执行逻辑还可以称为适配器，其用于适配医疗感测设备以使它们可以将生物参数信息超声地传输至电信设备以供进一步处理。还描述了用于随电信设备使用以使该电信设备可以接收和翻译超声编码的健康指标信息信号的系统和 / 或子系统。这些子系统可以包括客户端软件（例如，应用），所述客户端软件要在电信设备（例如，电话）上运行，以便将超声波健康信息（或生物参数）信号翻译成可由电信设备上传、储存和 / 或分析的数字信号。

[0021] 医疗感测设备可以是任何用于接收生物参数（诸如患者生命体征）的设备。生物参数还可称为生物特征数据。例如，医疗感测设备可以是温度计、血压换能器、血糖监测仪、脉搏血氧仪等。本文提及的医疗感测设备或系统通常为数字系统，这是因为它们可以显示生物参数的数值（例如，数字）表示。例如，设备可将模拟生物参数（例如，温度、血糖、血压或任何其他健康指标信息）转换成可向用户显示或以其他方式呈现的数字信号。例如，医疗感测系统可包括用于取得受试者体温的数字温度计、用于呈现患者血压的血压袖带、血糖（葡萄糖）监测仪、脉搏血氧仪等，包括这些设备的组合。家用医疗感测系统或设备是特别受关注的，尤其是那些具有监测或收集来自患者的生理参数并在显示器上呈现信息的传感器的医疗感测系统或设备。

[0022] 本文所使用的“生物参数”或“信息”可包括任何由医疗感测系统处理、感测和 / 或计算的患者信息，特别是数字编码的生物参数。例如，生物参数可包括温度、血压、血糖水平、pH、氧合、脉搏率、呼吸速率，或者任何其他生物测量，特别是包括诊断和健康监测等有关医学病例的生物测量。

[0023] 本文所使用的“电信设备”包括智能电话（例如，iPhone™、droid™ 或其他个人通信设备）、平板计算机（例如，ipad™、平板 PC 等）和 / 或包括（或者可适配以包括）能够接收超声波的麦克风的台式计算机。电信设备可包括用于将通过超声波编码的数字信号翻译成可被显示、上传 / 传输、储存和 / 或分析的数字信号的逻辑。

[0024] 因此，在一些变体中，本文描述了用于超声地传输数字生物参数的医疗感测设备。在一些变体中，所述设备可包括：用于检测来自患者的生物参数的传感器；用于将所述生物参数的数字表示编码成超声波信号的处理器；以及用于传输来自处理器的超声波信号的超声波换能器。

[0025] 例如，医疗感测设备可包括用于转换生物参数的换能器（例如，温度传感器、压力传感器等）。设备还可包括用于处理来自一个或多个传感器的信号的控制单元（例如，微控制器）。处理器可包括信号发生器，该信号发生器由经感测和 / 或处理的患者生物参数信息来

生成信号；该信号可被编码以供传输。信号可编码成数字分组（例如，字、字节等）。例如，信号可包括起始位、停止位、标识生物参数类型或来源的一个或多个信息位（例如，分组标识符）、生物参数的数字表示以及在一些变体中的循环冗余校验（CRC）部分。在一些变体中，信号（包括生物特征测量或数据部分）可具有时间戳和 / 或日期戳。

[0026] 因此，在一些变体中，系统或设备可配置成使得测量在时间 x 做出，并且储存在设备（例如，温度计、血糖仪等）上，并且在以后的时间超声地传输到电信设备（例如，智能电话或平板），并最终上传（例如，上传至云端）。在一些变体中，若干个时间 / 日期戳记的测量可储存在设备上，并且可一起以脉冲串传输至电信设备。如下文更详细地描述，虽然设备可能主要是单向的（例如，从生物特征设备向电信设备发送数据），但是在一些变体中，设备可被配置用于至少接收确认信号和 / 或电信设备接近指示符。在一些变体中，超声波换能器还可被配置用于接收来自电信设备的确认信号（ACK）。确认可指示出电信设备接收到发送的消息（数据），或者指示出电信设备准备好接收发送的数据，或者同时指示出上述两者。

[0027] 超声波换能器可以是任何适当的换能器，包括压电晶体换能器。

[0028] 在一些变体中，用于超声传输数字生物参数的系统包括：医疗感测设备，其具有：用于检测生物参数的传感器、用于将所述生物参数的数字表示编码成超声波信号的处理单元，以及用于传输超声波信号的超声波换能器；以及客户端控制逻辑，其配置成由电信设备执行并接收超声波信号，并且将其转换回生物参数的数字表示。

[0029] 处理器可通过使用任何适当的信号处理技术——包括但不限于频移键控——来将数字生物参数信号（通常为数字值）转换成超声波信号。

[0030] 客户端控制逻辑亦可称为软件（尽管其可为软件、硬件、固件等），或者称为客户端应用。客户端控制逻辑可在电信设备上执行。客户端控制逻辑还可例如包括用于将生物参数的数字表示传递到其他设备上（例如，将其上传到网站或服务器）的组件。在一些变体中，客户端控制逻辑可配置用于在电信设备上本地显示或以其他方式呈现信息。

[0031] 本文还描述了用于传输数字健康参数的系统，该系统包括：超声波换能器，其中该超声波换能器能够在露天环境下以约 17kHz（例如，19kHz，或者以 20kHz 为中心）以上的频率传输信号；以及信号发生器，其配置用于生成对应于生物参数的数字表示的超声波信号，其中标识符与至少一个约 17kHz（例如，19kHz，或者以 20kHz 为中心）以上的频率相关联。

[0032] 作为示例，本文描述了数字温度计，该温度计用于将数字温度信息超声地传输至电信设备以供进一步处理和传输。数字温度计可包括：温度传感器，用于感测患者体温；信号发生器，用于生成对应于患者体温的数字表示的信号；以及超声波换能器，用于将患者体温的数字表示作为包含一个或多个 19kHz 以上的频率的超声波信号进行传输。

[0033] 还描述了操作方法，包括发送数字超声波生物参数信息的方法和由电信设备接收该信息的方法。例如，本文描述了在电信设备上无线地接收来自医疗感测设备的数字生物参数的方法，该方法包括以下步骤：在电信设备上接收来自医疗感测设备的超声波信号，该超声波信号对生物参数的数字表示加以编码；以及将超声波信号转换成电子信号。在一些变体中，该方法包括将电子信号传输至外部站点的步骤。在一些变体中，该方法包括由电子信号确定生物参数类型的步骤。如前所述，可以编码超声波信号以标识生物参数信号的类型。例如，信号可被编码以指示其为心率、血压测量、体温等。

[0034] 本文还描述了从医疗感测设备向电信设备无线传输数字生物参数的方法,该方法包括:感测生物参数;创建所述生物参数的数字表示;以及将生物参数的数字表示作为超声波信号进行传输。

[0035] 本文还描述了用于检测生物参数,确定所述生物参数的数字表示,以及作为不可听声音传输来超声地传输该生物参数的数字表示的医疗感测设备。此类设备可包括:传感器,用于检测来自受试者的生物参数;处理器,其配置用于接收所述生物参数,由该生物参数确定代表值,以及将该代表值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码数字超声波信号,其中第一频率和第二频率各自高于 17kHz,并且其中数字超声波信号包括报头部分和数据部分;以及超声波换能器,其包含用于传输数字超声波信号的超声波发射器,其中所述处理器配置用于驱动超声波换能器以便从超声波发射器发射数字超声波信号。

[0036] 可以使用任何适当的传感器,特别是配置用于感测诸如温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压等生物参数的传感器。

[0037] 一般而言,处理器是微处理器。如前所述,微处理器可被适配成超声波调制解调器,以将生物信息编码成超声波数字数据以供传输。例如,处理器可配置用于使用约 18.5kHz 的第一频率和约 19.5kHz 的第二频率将生物数据编码成数字信息。处理器可配置用于以任何适当速率对数字超声波信号进行数字编码。例如,以大约每位 10 个周期和/或以 200 字节/秒来对数字超声波信号进行数字编码。

[0038] 如上所述,在这些变体的任何变体中,处理器还可配置用于以某一频率发送校准音调。在一些变体中,该校准音调为连续音调,并且校准音调通常独立于第一频率和第二频率(“0”和“1”频率),以指示设备的存在和信号强度。

[0039] 数字超声波信号一般可包括纠错码。

[0040] 一般而言,超声波发射器包含扬声器;例如,超声波发射器包含压电元件。

[0041] 本文还描述了用于检测生物参数,确定所述生物参数的数字表示,以及作为不可听声音传输来超声地传输该生物参数的数字表示的系统,该系统包括:医疗感测设备,其具有:传感器和处理器,所述传感器用于检测生物参数,所述处理器配置用于接收所述生物参数、由所述生物参数确定代表值以及使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率将所述代表值数字编码成数字超声波信号,其中第一频率和第二频率各自高于 17kHz,和用于传输数字超声波信号的超声波换能器;以及客户端控制逻辑,其配置成由电信设备执行,并且致使该电信设备接收数字超声波信号并从所述数字超声波信号提取所述生物参数的代表值。

[0042] 如上所述,传感器可配置用于检测以下各项中的一项或多项:温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压。

[0043] 一般而言,处理器还可配置用于发送处于独立于第一频率和第二频率的频率上的校准音调;校准音调可以是连续的或离散的,并且可以指示设备的存在和信号强度。在一些变体中,校准音调指示出到下一数据传输的时间。

[0044] 一般而言,数字超声波信号可包括报头部分、数据部分和纠错码部分。客户端控制逻辑可包含非瞬态计算机可读存储介质,该存储介质储存一组能够由智能电话执行的指令。

[0045] 例如,本文描述了用于将数字温度信息超声地传输至电信设备以供进一步处理和传输的数字温度计,该数字温度计包括:温度传感器,其用于感测受试者的体温;处理器,其与所述温度传感器通信,并且配置用于生成受试者的体温的数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码数字超声波信号,其中第一频率和第二频率各自大于 17kHz;以及超声波换能器,其包含超声波发射器,其中所述处理器配置用于驱动超声波换能器以便从超声波发射器发射数字超声波信号。

[0046] 如同本文所述的任何设备和系统那样,第一(0)频率和第二(1)频率可为任何适当频率,特别是包括处于不可听(例如,超声波)范围内的频率。例如,第一频率可为约 18.5kHz 并且第二频率可为约 19.5kHz。

[0047] 在一些变体中,处理器配置用于发送处于独立于第一频率和第二频率的频率上的校准音调,以指示设备的存在和信号强度。

[0048] 本文还描述了使用超声波本地传输生物参数的代表值的方法,该方法包括:感测来自受试者的生物参数;由该生物参数确定代表值;将代表值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码该数字超声波信号,其中第一频率和第二频率为不可听超声波频率;以及驱动患者附近的超声波换能器以便作为不可听声音信号来发射数字超声波信号。

[0049] 一般而言,感测生物参数可包括感测任何一个或多个生物参数,包括以下各项中的一项或多项:温度、葡萄糖、脉搏氧合或血压。

[0050] 确定代表值可包括确定生物参数的平均值(average)、均值(mean)、中值、最大值、最小值或变化速率中的一项或多项。在一些变体中,生物参数处于相对标度上(例如,百分比变化),而在一些变体中,生物参数处于绝对标度上(例如,温度、压力、浓度等)。

[0051] 对代表值进行数字编码可包括编码数字超声波信号以使其包括报头部分和数据部分(以及纠错码,其可称为 CRC“部分”,尽管其可能不是分立区段)。对代表值进行数字编码可包括以每位 10 个周期来数字编码所述数字超声波信号;对代表值进行数字编码可包括以 200 字节/秒来数字编码所述数字超声波信号。

[0052] 本文所描述的任何方法均可包括发射处于独立于第一频率和第二频率的频率上的校准音调。校准音调可指示出设备的存在和信号强度。校准音调可以是连续的。

[0053] 本文所描述的任何变体均可包括证实或确认对传输的接收的步骤。例如,半双工通信包括接收从电信设备向传输设备的确认(ACK)。在一些变体中,所述方法包括重复地驱动超声波换能器以发射数字超声波信号直至接收到接收确认。或者,在一些变体中,所述方法包括在预定时间段内或以预定重复次数来重复地驱动超声波换能器以发射数字超声波信号。

[0054] 本文还描述了集成微处理器,该微处理器被配置成本地超声波数据传输设备,该微处理器包括非瞬态计算机可读存储介质,该介质储存一组指令用于:接收数值,将该数值数字编码成数字超声波信号,其中使用对应于数字 0 的第一频率和对应于数字 1 的第二频率来编码数字超声波信号,其中第一频率和第二频率为不可听超声波频率,向所述数字超声波信号添加报头部分;以及包含用于传输数字超声波信号的超声波发射器的超声波换能器。

附图说明

[0055] 图 1 是人类听觉范围和阈值的绘图表示,来自

<http://en.labs.wikimedia.org/wiki/Acoustics>。

[0056] 图 2 是伴随年龄的听力损失的绘图表示,来自

www.neuroreille.com/promenade/english/audiometry/audiometry.htm。

[0057] 图 3 是图示常见声音的强度和频率的听力图,来自 www.hearinglossky.org/hlasurvival1.html。

[0058] 图 4A 是被配置用于将编码一个或多个生物参数的数字数据超声地传输至诸如智能电话等电信设备的系统的示意图。

[0059] 图 4B 是包括被配置用于将编码一个或多个生物参数的数字数据超声地传输至诸如智能电话等电信设备的医疗感测设备的系统的示意图。

[0060] 图 5 示出了如前文所述在超声范围内使用频率键移编码而成的数字信号的一个变体。

[0061] 图 6 是图示作为超声波信号来传输编码数据的一个方法的示例性流程图。

[0062] 图 7A- 图 7E 是用于作为超声波信号来传输信号(例如,分组传输)的方法的示例性流程图。

[0063] 图 8 示出了被配置用于接收和解码如本文所讨论那样超声地传输的数据的接收器的解调器和分组解码器的流程图的一个示例。

具体实施方式

[0064] 总体而言,本文描述了用于将数字信息(例如,生物参数信息的数字表示)从第一设备超声地传输到可继而处理和/或传输该生物参数信息的电信设备的系统。

[0065] 例如,能够超声传输数字生物参数信息的系统可包括用于感测生物参数(例如,生命体征)的传感器,用于将生物参数的数字表示配置成“数字”超声波信号的处理器,以及用于转换超声波信号使之可以露天传输到有电信能力的设备的换能器。处理器可以是控制器(例如,微控制器)的一部分,受控于控制器,或者与控制器通信。有电信能力的设备(电信设备)通常包括能够接收超声波范围内的音频信号的接收器(音频接收器),以及用于将超声波信号转换回电子信号以供进一步处理或传输的处理器。

[0066] 应当理解,本发明的应用并不局限于在以下描述中所阐述的构造、实验、示例数据和/或组件布置的细节。本发明能够具有其他实施方式或以各种方式来实践或实现。还应当理解,本文所采用的术语是出于描述目的,而不应被视为限制性的。

[0067] 在以下对本公开的实施方式的详细描述中,阐述了许多具体细节以便提供对本公开的更透彻的理解。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是,本公开内的概念可以在无需这些具体细节的情况下实践。在其他情况下,未详细描述公知的特征,以避免不必要地使描述复杂化。

[0068] 人类听觉范围通常被称为是在 20Hz 到 20kHz。在理想的实验室条件下,儿童的最大听觉范围实际上低至 12Hz 并且高达 20kHz。然而,如图 1 中所示,阈值频率——即,最小可测强度——在 10kHz 至 20kHz 之间迅速上升到痛觉阈值。因此,大于约 16kHz 的声音必须相当强才能被听到。几乎从一出生起,这些较高频率的阈值声级就在增大。如图 2 中所

示,平均 20 岁的人在 8kHz 范围内丧失了大约 10dB,而在 90 岁的时候,在这个频率上一般人已经丧失了超过 100dB。

[0069] 使用非常高频率的声音的示例产品是蚊子报警器 (Mosquito alarm)——这是一种有争议的设备,其故意发射恼人的 17.4kHz 警报,并且用于阻止年轻人在街头滞留。由于在这个频率上的成人听力损失,它通常只被年龄在 25 岁以下的人听到。类似地,学生在校期间通过在他们的蜂窝电话上使用处于 15-17kHz 内的“蚊子”铃声来利用成人听力损失。学生能够听到“蚊子”铃声,而他们的成人教师却不能。术语“超声波”通常是指由高于人类感知的范围。然而,已经证明,听觉频率的上限一般随个人并随年龄而有所不同。由于该上限的差异,术语“超声波”在本文及随附权利要求书中定义为意指“17kHz 或更高的声音频率。”

[0070] 然而,有趣的是,很少有环境声音或噪声高于约 10kHz。参考图 3,大多数日常声音出现在低于约 4kHz 的频率上。因此,对超声波范围内的信号的使用不仅对于周围的人是无声的,而且提供非常理想的信噪比 (SNR)。

[0071] 声学工程师安全地假设任何高于约 20kHz 的频率对于感知到的声音都没有影响,并且他们滤除掉高于这个范围的一切声音。低于 20kHz 但仍处于超声波范围内的声音通常很少被关注,并且已经相应地建立了标准采样程序。公知的是,对模拟信号进行采样——无论采样的是无线电信号还是可听声音信号——都要求采样频率 f_s 使得 $f_s/2 > f$, 其中 f 为正弦波频率。出于这个原因,音响系统被设计成以目前标准的 44.1kHz 采样率对声音进行采样,所述采样率被设置成略高于针对 20kHz 声音上限计算得出的 40kHz 的奈奎斯特-香农采样率 (Nyquist-Shannon sampling rate)。使用现有的解调过程、计算机、电话、蜂窝电话、立体声音响系统等对超声波范围内的 FM 窄带信号的实际解调将会产生原始信号的非常差的再现。这不幸是由于正如上文所讨论,处于超声波范围内的载波信号还将会因为在这些较高频率上存在非常少的自然“噪声”而具有非常低的信噪比。

[0072] 用于测量生理信号 (例如,生物参数) 以及无线地和无声地传输关于这些测量的数字信息的设备、方法和系统使用具有与传统电话传输方法相比大为改善的信噪比的超声波信号。还提供了使用现有计算机和智能电话技术,以优异的精度接收和解调超声波信号的方法和算法。

[0073] 图 4A 示出了包括数据输入 433 (例如,提供任何种类的数字信息) 和微控制器 405 的系统的原理概况图。所述微控制器可包括或被耦合至用于对生物参数的数字表示进行编码的处理器,并且如下文所更详细描述,这样的编码信号可被转换成超声波信号。例如,编码信号可由超声波换能器 407 超声地传输。在一些变体中,微处理器和换能器可以耦合在一起或形成为同一组件 405' 的一部分,或者,微处理器可包括压电/扬声器元件。该超声波信号 420 继而可由电信设备 425 接收,该电信设备 425 包括音频拾取器 (接收器) 429。电信设备 425 可运行客户端控制逻辑 427,从而使电信设备准备好接收和翻译超声波信号以使得其可被处理,例如,将其转换回电子信号,并解译出其为何种信号类型 (例如,脉搏率、温度等)。

[0074] 图 4B 示出了如下系统的原理概况图,该系统包括医疗感测设备 401 (例如,温度计、血糖监测仪等),该医疗感测设备 401 具有用于检测来自患者的生物参数 (例如,温度、脉搏率、血糖等) 的传感器 403 和微控制器 405。所述微控制器可包括或耦合至用于对生物

参数的数字表示进行编码的处理器,并且如下文所更详细描述,这样的编码信号可被转换成超声波信号。例如,编码信号可由超声波换能器 407 超声地传输。该超声波信号 420 继而可由电信设备 425 接收,该电信设备 425 包括音频拾取器(接收器)429。电信设备 425 可运行客户端控制逻辑 427,从而使电信设备准备好接收和翻译超声波信号以使得其可被处理,例如,将其转换回电子信号,并解译出其为何种信号类型(例如,脉搏率、温度等)。

[0075] 因此,医疗感测设备 401 包括配置用于感测诸如温度、脉搏、压力(例如,血压)等一个或多个生理信号的传感器(或传感器组装件)。传感器可产生表示感测到的生理信号的电信号,并且这些信号可被转换成向微控制器或其他关联组件输入的一个或多个数字信号。该数字信号通常可在设备上显示(未示出),并且还可作为数字信号的一部分进行电编码,继而可以超声编码(例如,通过诸如频移键控等技术)成超声波并从设备发射。信号的编码可由任何适当的电路进行,该电路例如包括微控制器,诸如 MSP430(例如,来自 Texas Instruments 的 AFE4110)。

[0076] 中心频率可从任何适当的超声波频率中选择,包括(但不限于)20kHz。通常,本文所述的医疗感测设备被配置成仅进行传输,以便向电信设备传输数据(但不从其接收数据)。在一些变体中,医疗感测设备被配置用于既发送又接收超声波(声音)频率信息。此外,在一些变体中,可以使用多个信道(频道)。

[0077] 在一个实施方式中,超声波信号具有处于从约 18kHz 至约 24kHz 范围内的中心频率。在另一实施方式中,调频超声波信号具有处于从约 20kHz 至约 24kHz 范围内的中心频率。

[0078] 图 5 示出了已使用键移进行编码的数字信号的一个变体。在这个变体中,在两个不同的频率上调制超声波信号,一个频率指示高(“1”)而另一频率指示低(“0”)。例如,可将针对 0 和针对 1 的频率选择成以 20kHz 为中心(例如,19.5kHz 和 20.5kHz)。

[0079] 传感器可以包括可操作用于对用户期望监控的生理信号进行检测的任何合适的传感器。此类生理信号的非限制性示例包括但不限于:呼吸、心跳、心率、脉搏血氧饱和度,光电血管容积图(photoplethysmogram,PPG)、温度等。可以使用呼吸检测器。还可以检测到心跳和心率。例如,能够以使用脉搏血氧饱和度传感器的非侵入性方式来间接地监控某人的血红蛋白的氧合,而非直接从血样进行测量。将传感器放置在人身体的较薄部位,诸如指尖或耳垂,并且使同时含有红光波长和红外光波长的光从一侧穿到另一侧。测量这两个波长中每一个的吸光度的变化,并将差异用于估计人体血液的氧饱和度以及皮肤中的血容量的变化。继而可以使用脉搏血氧仪传感器或者利用使用单一光源的光学传感器来获得光电血管容积图(PPG)。PPG 可用于测量血流量和心率。继而可以如本文所述地使用和传递该数据的数字表示。

[0080] 转换器组装件可继而将生物参数的数字(电)编码转换成可供传输的超声波信号。在图 4 中所示的实施方式中,转换器组装件包括用于输出超声波信号的超声波换能器 407。合适的超声波发射器(包括换能器)的非限制性示例包括但不限于:微型扬声器、压电蜂鸣器等。

[0081] 在电信设备 425 内,超声波信号可例如由诸如智能电话、个人数字助理(PDA)、平板个人计算机、掌上个人计算机、笔记本计算机、台式计算机、服务器计算机等设备中的麦克风 429 所接收。

[0082] 可以将信号的音量保持在较低以节省功率,但由于该声音基本上是不可听的,因此较高的音量也是可能的。例如,可以在超声波频率上进一步增大信号的音量,而不考虑“收听者”的存在,这是因为他们无法听到该信号。

[0083] 如上所述,电信设备可包括用于接收和处理超声波信号的客户端逻辑(例如,软件)。例如,智能电话上的软件可以解码超声波信号。数据的处理可以提供与用户相关的附加信息,包括信息的类型(例如,生物参数的性质)。例如:可以将信号编码成使得其含有(在起始标识符之后):10个脉冲,指示出其为温度计读数(例如,4位数字,其中最后一位在小数点之后);12个脉冲,指示出其为血压读数(例如,3位数的收缩压、3位数的舒张压和3位数的脉搏率);14个脉冲,指示出其为脉搏血氧仪数据(例如,3位数的 O_2 饱和度和3位数的脉搏率);16个脉冲,指示出其为血糖仪数据(例如,3位数的血糖水平)等。在数字与EOM(end of message,消息结束)指示符之间可以存在“分隔符”。在实践中,可以将信号发送若干次,以便能够在接收到的数据之间进行对比以供验证。

[0084] 在一个变体中,可以将信号编码成使得(假设8位字节,外加起始位和停止位):一定数目的AA或55用以允许同步,一个表示版本号的字节,分组的一字节长度的其余部分,一字节分组标识符(0x01针对血压,0x02针对脉搏血氧饱和度,0x03针对血糖,等等),数据,以及8位CRC。

[0085] 如前所述,信号可具有时间戳和/或日期戳。在一些变体中,设备或系统可被配置用于进行多个测量,并将它们成批地或以脉冲串发送到电信设备。例如,可以在时间 t_1 、 t_2 等之时做出测量,并将其储存在设备上(例如,温度计、血糖仪等),并且在稍后时间(t_n)超声地传输至电信设备(例如,智能电话、平板计算机等)。数据可由电信设备处理和/或上传至外部服务器等(例如,云端)。

[0086] 可以选择所传输的超声波数据的波特率(baud rate)以便允许快速传输。例如,如果使用约300波特的波特率,则传输可能需要不到一秒,即使对于成批信号亦是如此。在一些变体中,波特率大约为400。

[0087] 如前所述,来自传感器的原始信号和导出的信息可以在智能电话上本地显示和储存,以及通过因特网连接而传输至网络服务器。网络服务器上的软件可以提供网络浏览器界面,该界面用于从智能电话接收的信号和信息的实时或回顾显示,并且还包括进一步的分析 and 报告。

[0088] 本文所使用的“超声波信号发送”一般是指使用超声波信号进行的对诸如生物参数的大小连同生物参数测量的起点等信息的传输。如前所述,可以对这些超声波信号进行编码以允许传输和处理。继而可以通过任何适当方法将编码信号转换到超声波范围内。例如,可以使用一个或多个频率对应于各个信号值,例如,DTMF或频移至超声波频率中的DTMF。转换信号的另一示例是使用幅移键控。又一示例是使用频移键控。另一示例是使用相移键控。在一些实施方式中,可以使用多频信号发送,诸如扩频通信或者多频载波信号发送。多频载波信号发送的一个示例是指定一组由诸如40Hz与100Hz之间(诸如约65Hz)的间隔之类的间隔隔开的预定频率(例如,介于20kHz与22kHz之间,或介于20kHz与24kHz之间,或一般介于19kHz和20kHz之间的下界与等于或略低于针对预定接收器的采样率的奈奎斯特频率(Nyquist frequency)的上界之间),并且对于每个这样的频率,编码“1”位作为载波信号的存在,诸如该频率上的正弦波,并且编码“0”位作为这样的信号的缺失。这

样的多频信号的接收器可继而执行快速傅里叶变换或本领域中已知的相关技术,以便标识在每个相关频率上是否有载波可用,并推断出一组位,从而编码数字。在多频载波信号发送的一些实施方式中,例如,当信号不够明确时,可随着时间推移而取多个样本并求平均,继而可以如上文所述地处理平均信号。在多频载波信号发送的一些实施方式中,可以使用维特比解码器 (Viterbi decoder) 来解码位模式,例如,如果频率靠近至足以造成干扰。一般而言,可以采用通信领域技术人员已知的技术,特别是关于调制和解调(例如,调制解调器)的技术。此类技术的示例包括被指定为出于所有目的而通过引用全文并入于此的由国际电信联盟 T 部门颁布的 V. x (其中 x 为整数) 的各种调制解调器标准。

[0089] 在一些实施方式中,服务器可以执行信号分析以确定编码数据,而不是(或者额外地)在电信设备上的信号分析。在一些实施方式中,可以将信号储存在服务器上,并将其提供给有关人员用于对传输和/或接收技术进行改进。

[0090] 如上所述,信号发送可由发射器来执行。发射器可包括硬件系统,该硬件系统并入了信号发生器诸如处理器,诸如连接至存储器(例如, DRAM 或 SRAM,其在一些实施方式中可与处理器相集成)的微处理器、微控制器或数字信号处理器,所述存储器含有可由处理器执行的程序指令和/或由该程序所使用的数据。发射器还可并入耦合至处理和/或合并到处理器中的持久性存储器,诸如闪速存储器。信号发生器可生成如上所述传输的超声波信号。在一些实施方式中,可将用于传输的波形储存在持久性存储器中。在一些实施方式中,发射器包括电源和/或电池,或者使用用以向医疗感测设备上的其他组件供电的电源。如前所述,发射器可包括换能器,例如,将电脉冲转换成超声波振动的压电换能器。发射器可包括与处理器耦合(直接地或间接地耦合,例如,经由音频数模转换器(DAC),该音频 DAC 在一些实施方式中可与处理器相集成)的放大器,该放大器通过其输出向换能器提供电脉冲。在一些实施方式中,发射器可包括实时时钟和/或用于接收广播时间信号的接收器。在一些实施方式中,发射器可包括加密器,该加密器例如可以是在处理器上执行的程序指令,或者可以是独立的集成电路。在一些实施方式中,发射器可包括纠错码发生器和/或检错码发生器,该纠错码发生器和/或检错码发生器例如可以是在处理器上执行的软件指令,或者可以是独立的集成电路。本文关于声波信号发送的传输和接收而描述的技术可以在本文所述的发射器处以本领域技术人员将会很容易理解的方式来执行。

[0091] 在一些变体中,从医疗感测设备到电信设备的传输是单向的。这样的配置是期望的,这是因为其可允许多个先前未实现的优势,包括简单的设计、更低费用、更低的功耗等。这些优势在与其中医疗感测设备包括额外的接收器(包括用于接收声波信号的麦克风,或者天线)的系统相比时尤其是事实。然而,在一些配置中,医疗感测设备可适于从电信设备接收简单的指示信号,而无需添加诸如天线或麦克风等接收器。例如,在一些变体中,可以使用作为 20kHz 传感器的超声波换能器(例如,压电扬声器)来实现返回确认(ACK)。例如,在接收、解码和验证 CRC 之后,电信设备(例如,电话)可以产生短 20kHz 脉冲串,以便向传感器发信号通知其已进行正确接收,从而指示出不必重新传输。在其他变体中,来自电信设备的信号可以指示出其已准备好接收来自生物特征设备的传输。还可以使用成对的或多个定时信号/确认。

[0092] 在一个示例中,将设备或系统配置成使得超声传输的数据包括前向纠错(FEC),从而允许接收器纠正 N 个数目的位错误。如果系统被配置成使得生物特征设备(医疗感测设

备) 单一传输(例如, 单向), 则这可能特别有用。FEC 可帮助确保正确地接收数据。

[0093] 在一些实施方式中, 可以处理通过超声波信号发送来发送的数据, 以使其包括纠错码, 诸如 BCH 码、常数权重码、卷积码、组码、诸如二进制格雷码之类的格雷码 (Golay code)、戈帕码 (Goppa code)、阿达玛码 (Hadamard code)、海戈巴格码 (Hagelbarger code)、汉明码 (Hamming code)、基于拉丁方的码、词典码 (Lexicographic code)、诸如低密度奇偶校验码之类的稀疏图码、LT 或“喷泉”码、在线码、Raptor 码、里德-所罗门码 (Reed-Solomon code)、里德-缪勒码 (Reed-Muller code)、重复-积累码、诸如三模冗余码之类的重复码、Tornado 码、Turbo 码, 或者本领域技术人员已知的其他纠错码。在各实施方式中, 这样的码可以应用在单一维度或多个维度中, 可以结合, 并且可以与诸如奇偶或循环冗余检验之类的检错码相结合。在接收器处, 或者在接收来自接收器的通信的服务器处, 可以根据它们的相应技术来解码和应用纠错码, 以便纠正传输和 / 或接收错误。

实施例 1: 数字温度计

[0094] 在一个实施例中, 可以配置数字温度计以使其包括数字超声波调制解调器。在该实施例中, 已经适配基于 Texas Instrument MSP430 数字温度计的数字温度计以使之包括固件, 从而使其可以将温度读数 (数字数据) 超声地传输至移动通信设备 (例如, iPhone)。虽然该实施例特定于 APE4110 微处理器 (来自 Texas Instruments 的 MSP430 微处理器的一种变体), 但亦可使用其他微处理器并类似地以固件、软件和 / 或硬件对其加以适配以便发挥功能。

[0095] 一般而言, 设备可采集数据 (例如, 温度计温度读数) 并对其进行编码以供超声波传输。编码信号可包括错误检查 (例如, CRC 编码、汉明码等), 并且可被加密。例如, 数据可以是例如使用高级加密标准 (AES) 加密的数据。美国专利 5, 481, 255 和 5, 452, 356 全都描述了可随本文所述数据使用的数据加密方法和技术。

[0096] 例如, 可以将从温度计接收的数据编码和 / 或加密成一个或多个数据分组以供传输。微处理器可以对数据进行编码, 并且可以继而通过驱动压电扬声器来传输分组。如上所述, 可以使用频移键控 (FSK), 其中相应地使用两个独立的超声波频率 (例如, 18817Hz 和 19672Hz) 来传输布尔 0 和布尔 1。控制逻辑 (数据超声波调制解调器逻辑) 可以同时对其进行配置、编码和加密, 并且还可控制驱动由扬声器 (例如, 压电换能器) 对编码 / 加密数据的准备好的分组的传输。控制逻辑还可控制传送定时, 以便使每个数据位之间有足够的间距。此外, 控制逻辑还可重复传输和对传输的起始进行定时。

[0097] 例如, 在一个变体中, 温度计通常测量温度, 并且一旦温度已安定到某个值, 温度计会发出可听的哔声以提醒用户可以读取该值。该温度计 (在最初未修改的配置下) 包括微控制器 (例如, AFE4110) 和压电扬声器; 微控制器驱动扬声器以发出哔声。通过如本文所述地修改 / 配置微控制器以使其包括用于数字超声波调制解调器的控制逻辑, 温度计可适于“无线地” (经由超声波) 将温度计数据传输至被配置用于接收和解码 / 解密信号的设备, 诸如运行数字超声波调制解调器接收器逻辑的智能电话。

[0098] 在该实施例中, 微处理器可包括以下 (示例性) 代码来实现上述功能。图 6 和图 7A- 图 7E 示出了描述用于传输数据的方法的流程图。示例性控制逻辑如下:

```
[0099] // Transmit byte and add it to the CRC calculation

[00100] unsigned short TransmitWithCRC(unsigned char ByteToSend, unsigned
short CRC)

[00101] {

[00102]     Transmit(ByteToSend);

[00103]     return CalcCRC(ByteToSend, CRC);

[00104] }

[00105] // Transmits given temperature using FSK

[00106] int TransmitTemp(int TempInC)

[00107] {
```

```
[00108] unsigned short CRC = 0xFFFF; // Initial CRC Value

[00109] // The following 5 bytes are not included in the CRC

[00110] // calc, and are not transmitted Hamming encoded

[00111] TransmitEncoded(0x55);

[00112] TransmitEncoded(0x55);

[00113] TransmitEncoded(0x55);

[00114] TransmitEncoded(0xC0);

[00115] TransmitEncoded(0xFF);

[00116] // Start of payload

[00117] CRC = TransmitWithCRC(0x02, CRC); // Version number of the
rest of this packet

[00118] CRC = TransmitWithCRC(0x03, CRC); // Length of the rest of
the packet

[00119] CRC = TransmitWithCRC(0x00, CRC); // Packet identifier
for temperature

[00120] CRC = TransmitWithCRC(((TempInC & 0xFF00) >> 8), CRC);

[00121] CRC = TransmitWithCRC((TempInC & 0x00FF), CRC);

[00122] // End of payload

[00123] Transmit((CRC & 0xFF00) >> 8); // Transmit upper byte
of CRC

[00124] Transmit(CRC & 0x00FF); // Transmit lower byte of
CRC

[00125] return 0;

[00126] }

[00127] // Compile time calculate timer values
```

```
[00128] #define CLK_RATE 4328000

[00129] #define CC_VAL(S) CLK_RATE/S

[00130] #define FSK_0_CC0 CC_VAL(18817) // 18817Hz for FSK 0

[00131] #define FSK_0_CC1 FSK_0_CC0/2

[00132] #define FSK_1_CC0 CC_VAL(19672) // 19672Hz for FSK 1

[00133] #define FSK_1_CC1 FSK_1_CC0/2

[00134] #define FSK_IDLE_CC0 CC_VAL(21640) // 21640Hz for Idle, and
guard periods

[00135] #define FSK_IDLE_CC1 FSK_IDLE_CC0/2

[00136] // Routines to set timers to produce the three frequencies previously
calculated

[00137] //

[00138] #define Transmit0() TA0CCR0 = FSK_0_CC0; TA0CCR1 = FSK_0_CC1

[00139] #define Transmit1() TA0CCR0 = FSK_1_CC0; TA0CCR1 = FSK_1_CC1

[00140] #define TransmitIdle() TA0CCR0 = FSK_IDLE_CC0; TA0CCR1 =
FSK_IDLE_CC1

[00141] // Transmit one byte fsk with Hamming encoding

[00142] int Transmit(unsigned char ByteToTransmit)

[00143] {

[00144]     int retval = -1;

[00145]     // Transmit lower nibble+parity first

[00146]     retval = TransmitEncoded(HammingTableEncode(ByteToTransmit &
0x0F));

[00147]     if ( retval < 0 )

[00148]     {
```

```
[00149]     return retval;

[00150] }

[00151] // Then transmit upper nibble+parity

[00152] retval = TransmitEncoded(HammingTableEncode((BytetoTransmit &
0xF0) >> 4));

[00153]     return retval;

[00154] }

[00155] // Transmit 8 bits that is already Hamming encoded

[00156] int TransmitEncoded(unsigned char BytetoTransmit)

[00157] {

[00158]     // Start transmitting the start bit

[00159]     // setting timer0 clock to SMCLK, up count, no interrupts

[00160]     TA0CTL = MC__UP | TASSEL__SMCLK;

[00161]     BitCount = 10;

[00162]     Bitstate = 0;

[00163]     TA1R = 0;

[00164]     TA1CCR0 = TA1R + (BIT_TIME/4);           // Bit time is divided by
four to allow guard periods

[00165]     TransmitIdle();

[00166]     // setting timer1 clock to SMCLK, up count, interrupts

[00167]     TA1CTL = MC__CONTINUOUS | TASSEL__SMCLK;

[00168]     // Add Stop bit;

[00169]     TxByte = (unsigned int)BytetoTransmit | 0x100;

[00170]     // Enable timer1 interrupt
```

```
[00171]     TA1CCTL0 = CCIE;

[00172]     // Wait for ISR to transmit

[00173]     while ( TA1CCTL0 & CCIE );

[00174]     // Return number of bits transmitted

[00175]     return 8;

[00176] }

[00177] // Timer 1 A0 interrupt routine

[00178] #pragma vector = TIMER1_A0_VECTOR

[00179] __interrupt void timerA0(void)

[00180] {

[00181]     TA1CCR0 += BIT_TIME/4;

[00182]     // Test if we are done with the byte

[00183]     if ( BitCount == 0 )

[00184]     {

[00185]         // If we are done, disable this interrupt to signal

[00186]         // to the transmit routine that we are done

[00187]         TA1CCTL0 &= ~CCIE;

[00188]         TA1CTL &= ~MC__CONTINUOUS;

[00189]         TA0CTL = TASSEL__SMCLK;

[00190]     }

[00191]     // Inter-bit state machine

[00192]     // First 1/4 of bit period transmit idle

[00193]     // Second and third quarters transmit the bit
```

```
[00194] // Last quart transmit idle
[00195] switch ( Bitstate )
[00196] {
[00197] case 0:
[00198]     TransmitIdle();
[00199]     Bitstate = 1;
[00200]     break;
[00201] case 1:
[00202]     if ( BitCount == 10 ) // If start bit
[00203]     {
[00204]         // Start bit is a 0
[00205]         Transmit0();
[00206]     }
[00207]     else
[00208]     {
[00209]         if ( TxByte & 0x0001 )
[00210]         {
[00211]             Transmit1();
[00212]         }
[00213]         else
[00214]         {
[00215]             Transmit0();
[00216]         }
```

```
[00217]         TxByte = TxByte >> 1;

[00218]     }

[00219]     Bitstate = 2;

[00220]     break;

[00221] case 2:

[00222]     Bitstate = 3;

[00223]     break;

[00224] case 3:

[00225]     TransmitIdle();

[00226]     BitCount--;

[00227]     Bitstate = 0;

[00228]     break;

[00229] }

[00230] }

[00231] // Hamming encoding routines

[00232] // number of uncoded data bits and data values

[00233] #define DATA_BITS      4

[00234] #define DATA_VALUES    (1 << DATA_BITS)

[00235] // table of Hamming codes hammingCodes[x] is the x encoded

[00236] const unsigned char hammingCodes[DATA_VALUES] =

[00237] {

[00238]     0x00,    /* 0 */

[00239]     0x71,    /* 1 */
```

```
[00240]    0x62,    /* 2 */
[00241]    0x13,    /* 3 */
[00242]    0x54,    /* 4 */
[00243]    0x25,    /* 5 */
[00244]    0x36,    /* 6 */
[00245]    0x47,    /* 7 */
[00246]    0x38,    /* 8 */
[00247]    0x49,    /* 9 */
[00248]    0x5A,    /* A */
[00249]    0x2B,    /* B */
[00250]    0x6C,    /* C */
[00251]    0x1D,    /* D */
[00252]    0x0E,    /* E */
[00253]    0x7F,    /* F */
```

```
[00254] };
```

```
[00255] // HammingTableEncode: This function uses a lookup table to determine
the
```

```
[00256] //                Hamming code for a DATA_BITS long value.
```

```
[00257] unsigned char HammingTableEncode(unsigned char data)
```

```
[00258] {
```

```
[00259]     return hammingCodes[data];
```

```
[00260] }
```

超声波数字调制解调接收器

[0261] 如上文所述,可以使用接收器(数字超声波调制解调接收器)来接收传输的超声波信号。该接收器可以是包括有能力接收超声波信号的麦克风和能够分析信号的处理器

(例如,微处理器)的专用设备,或者其可以是适于在执行控制逻辑(例如,数字超声波调制解调接收器逻辑)时接收超声波信号的、具有微处理器和麦克风的设备。

[0262] 例如,图 8 图示了示例说明用于接收、解调和检测数字超声波信号的方法的流程的一个变体。在该示例中,应用(接收控制逻辑)经由麦克风输入来接收二进制 FSK 编码数据。例如,所述输入可来自智能电话上的麦克风。如上文所讨论,二进制 FSK 编码使用两个频率,一个“标记”(mark)频率 F_m 表示二进制 1,和一个“空间”(space)频率 F_s 表示二进制 0。在这样的实现中,不使用载波。

[0263] 所述应用包含两个在很大程度上独立的组件:解调器和分组解码器,其中所述解调器从原始音频数据中提取标记频率成分和空间频率成分,而所述分组解码器监控用于分组传输的解调信号并对其进行解码。在图 8 中对此进行了图示。解调器以采样率 S 接收来自麦克风硬件的音频样本,使得 $S > 2 * \max(F_m, F_s)$ 。音频样本由两个频率检测器来处理,所述频率检测器(相应地)计算接收到的信号的标记频率成分和空间频率成分的强度。在本实现中使用戈泽尔算法(Goertzel algorithm)来进行频率检测。为了在标记频率与空间频率之间达到足够的频率分辨率,对 G 个样本的滑动窗口应用戈泽尔算法,其中 $G = S / \text{abs}(F_m - F_s)$ 。

[0264] 将针对标记频率和空间频率的戈泽尔算法的输出传递给独立的低通滤波器,该低通滤波器具有等于波特率的通带。继而从标记频率信号的滤波输出中减去空间频率信号的滤波输出。这产生如下波形:其当没有传输发生时约为 0,当“标记”频率活跃时上升至正值,并且当“空间”频率活跃时下降至负值。

[0265] 继而将这个解调波形传递给分组解码器。针对从麦克风硬件接收的每个原始音频样本,解调器产生解调波形的单一解调样本。分组解码器接收来自解调器的解调样本。解码器保持接收到的最后 N 个样本的缓存,其中 N 等于同步序列的长度。对于每个新样本,解码器评估缓存中的过去的 N 个样本,以确定它们是否含有同步序列。使用两阶段测试——首先是排除大多数因随机噪声而造成的假阳性的计算上简单的评估,继而是排除其余假阳性的计算上开销较高的评估。

[0266] 一旦接收到有效的同步序列,解码器就储存接收到的信号的属性(例如,最大标记/空间振幅等)。使用这些均衡参数来校准用于读取分组的其余部分的解码器阈值。本示例中的解码器继而依次读取每个编码的字节。其使用储存的均衡参数来确定针对每个字节的起始位的最小振幅阈值。一旦接收到对于给定字节的有效起始位,就基于解调波形的正负号来评估后续位,而无需针对解码的最小阈值。

[0267] 如果未接收到有效的起始位,则解码器中止读取分组,并且在恢复监听新的分组之前等待静默,或者直到已经过固定的时间量。分组中的每个逻辑字节实际上是作为两个编码字节传输的——第一编码字节含有该逻辑字节的汉明编码低效半字节,并且第二编码字节含有汉明编码高效半字节。

[0268] 第一逻辑字节读数为分组版本,针对所支持的版本号对此进行检查。接下来,读取分组长度,指定随后的数据字节的数目。如果分组长度超过对于指定分组版本的最大长度,则拒绝该分组。随后,读取每个逻辑数据字节。

[0269] 在读取数据字节之后,读取两个逻辑校验和字节,并且将接收到的校验和值与针对接收到的数据字节计算得到的值进行对比。如果这两个校验和值匹配,则将分组视为有

效,并且使其可用于应用的其余部分。如果它们不匹配,则拒绝该分组。所述两个逻辑校验和字节表示分组的末尾。在接收分组之后,解码器恢复监听新的分组。

[0270] 一旦接收到数据(并且在一些变体中,对数据进行解密),可以对其进行进一步处理和/或储存,和/或显示,和/或使用电信设备的任何通信能力来进行传输。例如,可以将数据显示在智能电话上,并且还可将其上传到医学数据库中以供存储和/或以后审阅。

[0271] 尽管本文所述的系统被配置用于传输数字信息,但本文所述的技术、设备和系统还可被配置用于传输模拟信号。一般而言,所描述的技术包括使用定时器(例如,位于微控制器中的定时器)从而向压电元件进行传输以生成超声波信号。或者,在一些变体中,系统使用D/A转换器来驱动扬声器以便进行非数字输出。此外,在一些变体中,系统输出不是压电元件,而是更传统的扬声器(尽管是在超声波范围内)。在传输期间,可进行附加的数模(D/A)转换。

[0272] 从以上的描述显然可知,当前公开并要求保护的一个或多个发明构思良好地适于实现本文所阐述的目标和获得本文所阐述的优点,以及在当前公开并要求保护的一个或多个发明构思中固有的优点。虽然已针对本公开的目的而对本发明实施方式进行了描述,但是应当理解,可以做出本领域技术人员将会很容易想到的并且在当前公开并要求保护的一个或多个发明构思的精神内实现的许多改变。

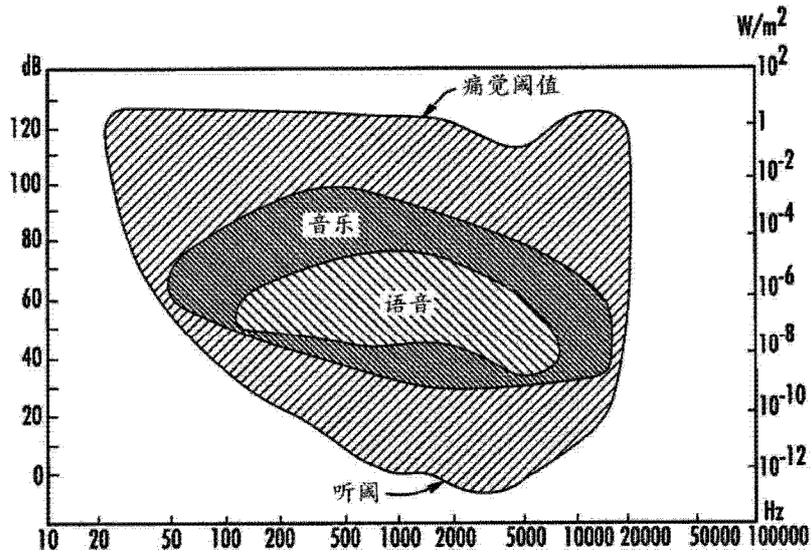


图 1(现有技术)

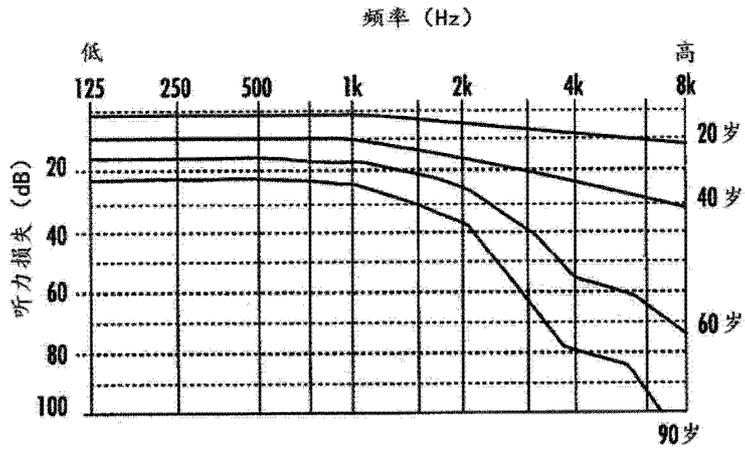


图 2(现有技术)

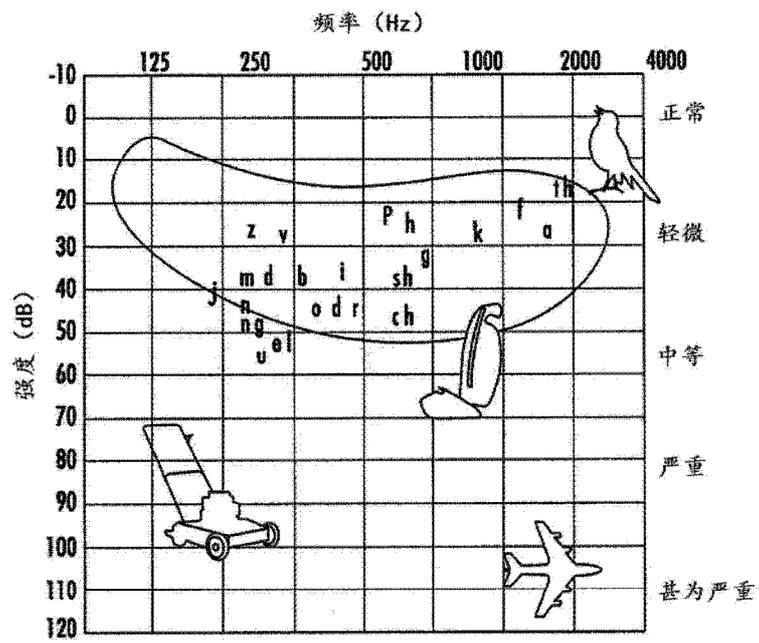


图 3(现有技术)

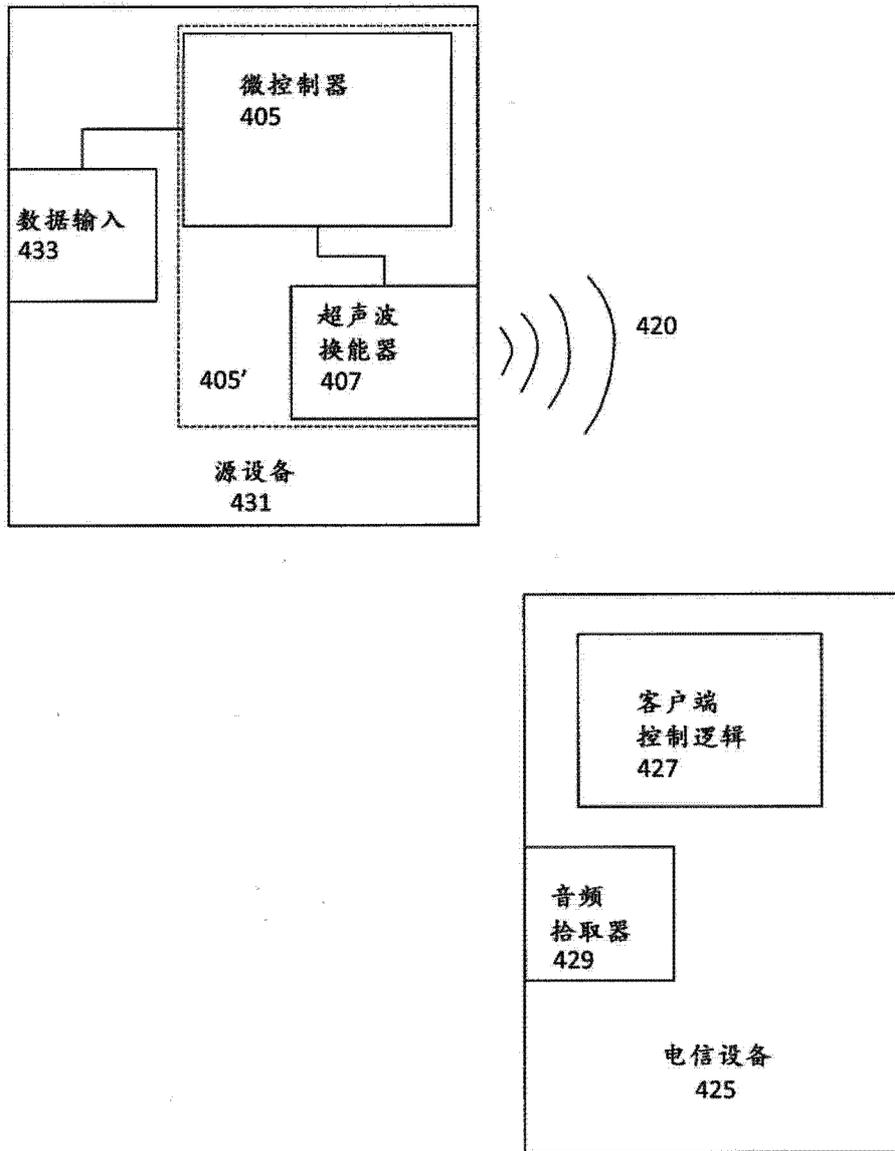


图 4A

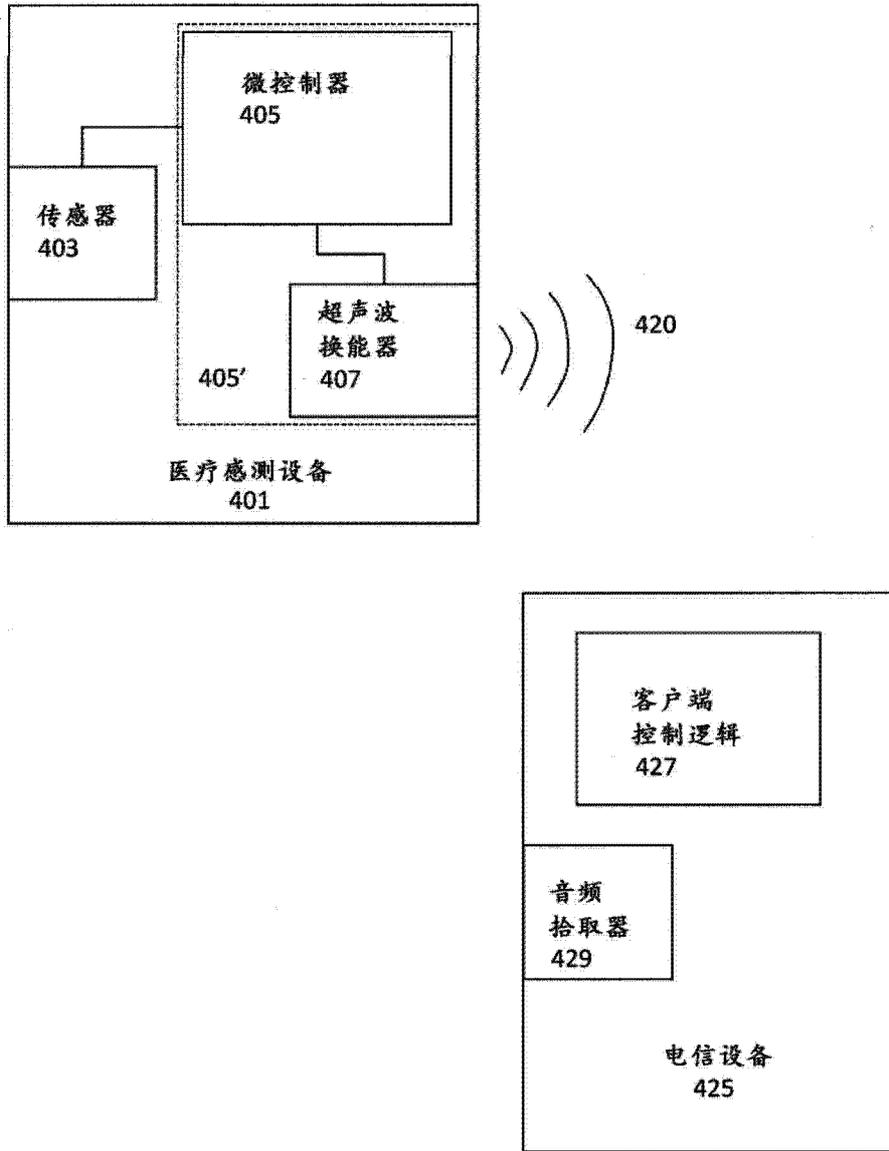
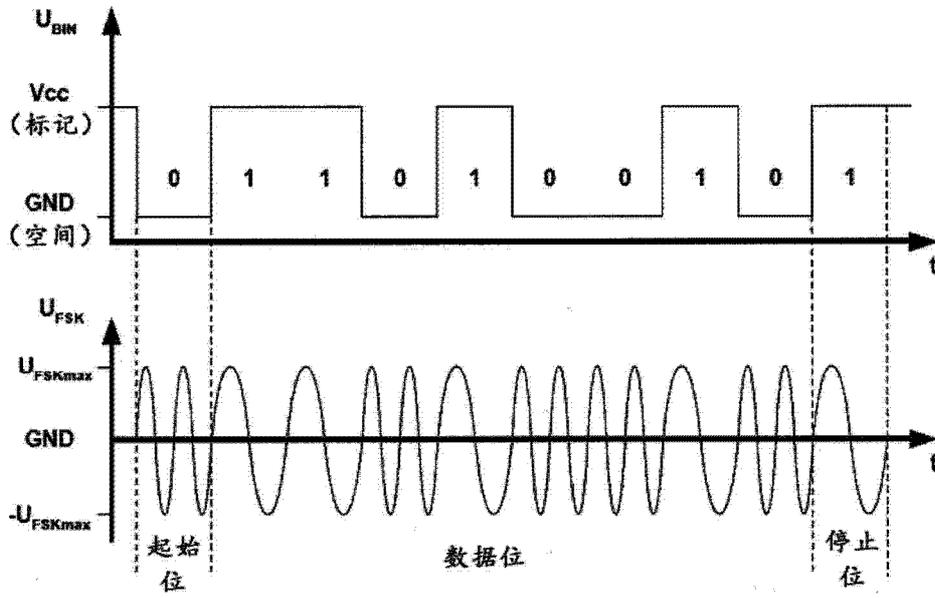


图 4B



注意：波形未按比例绘制。

图 5

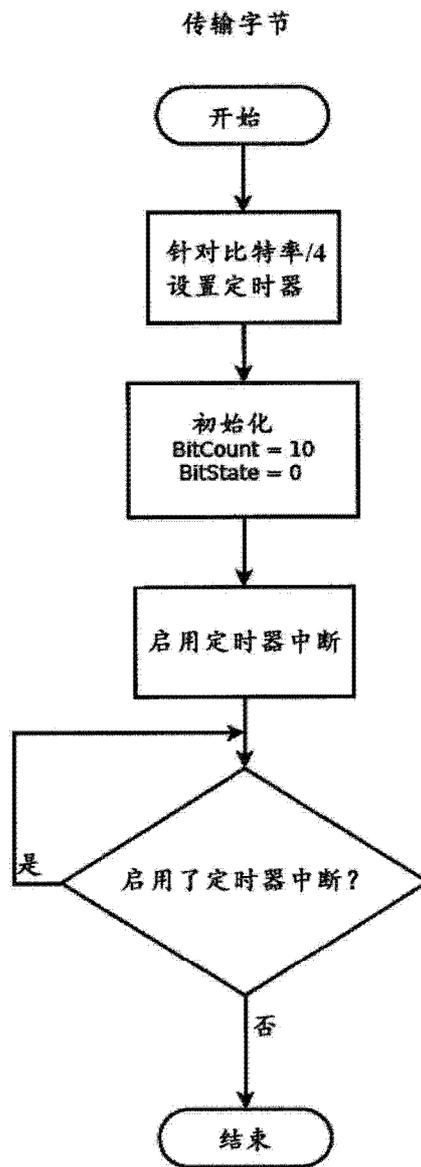


图 6

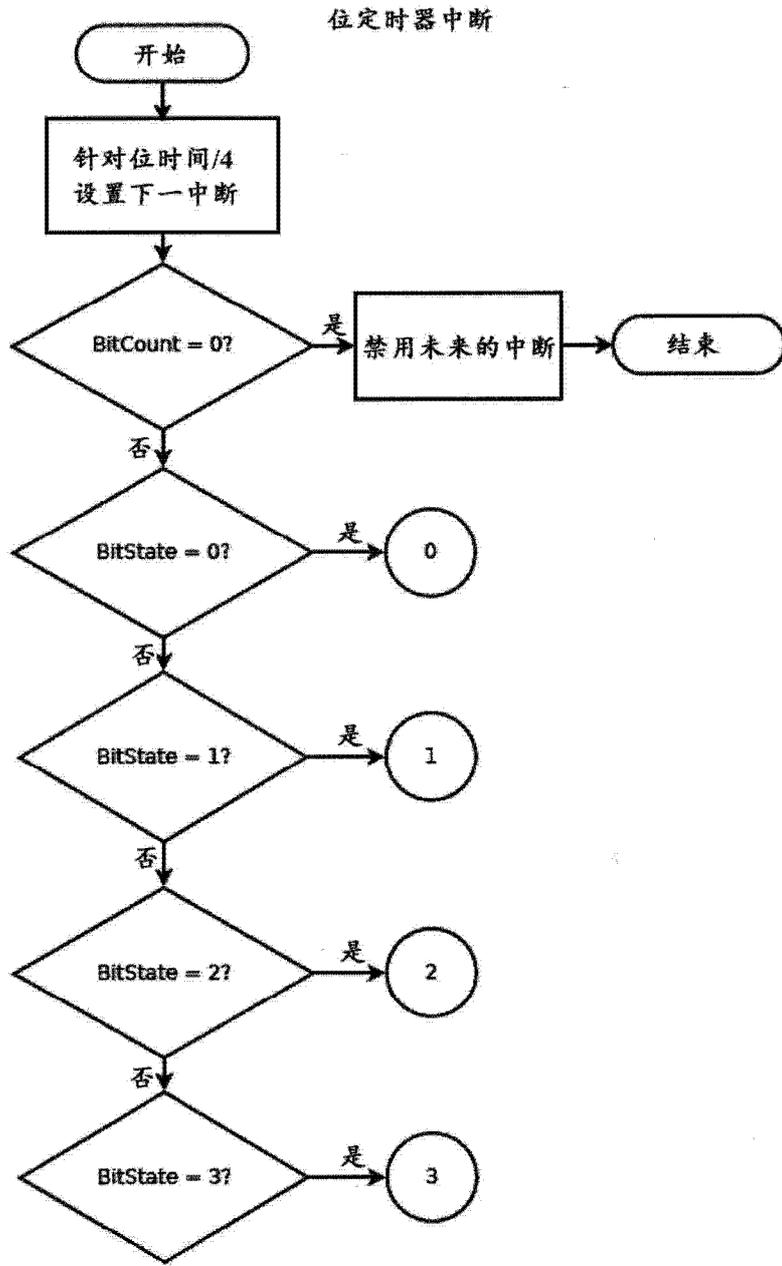


图 7A

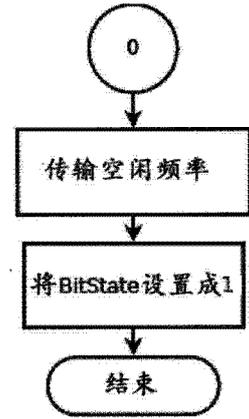


图 7B

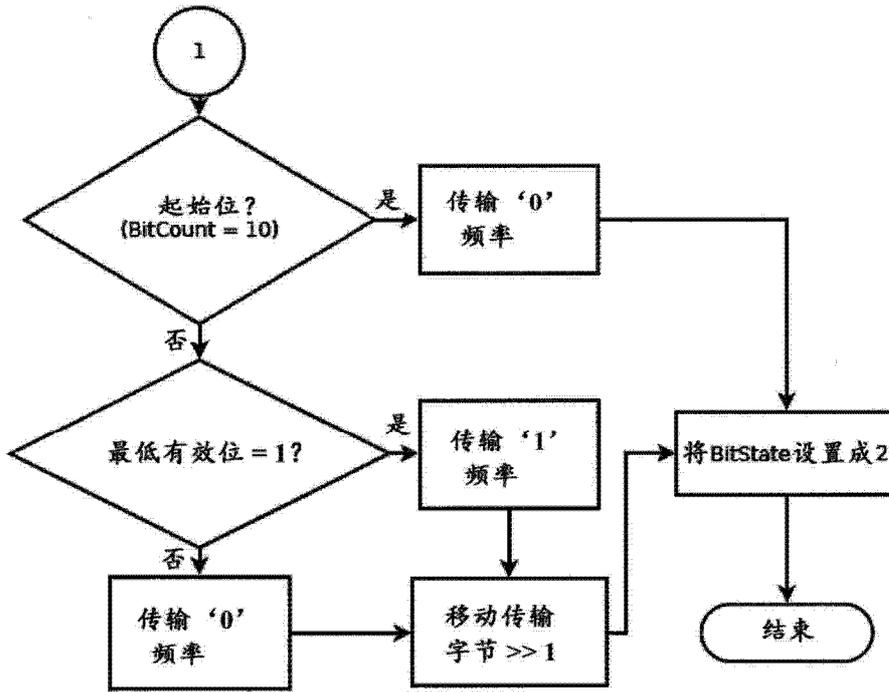


图 7C

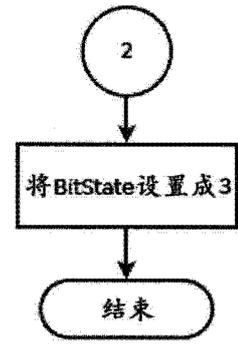


图 7D

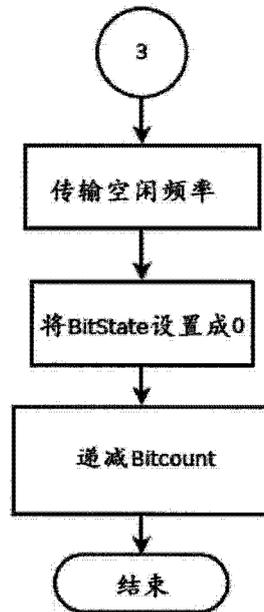


图 7E

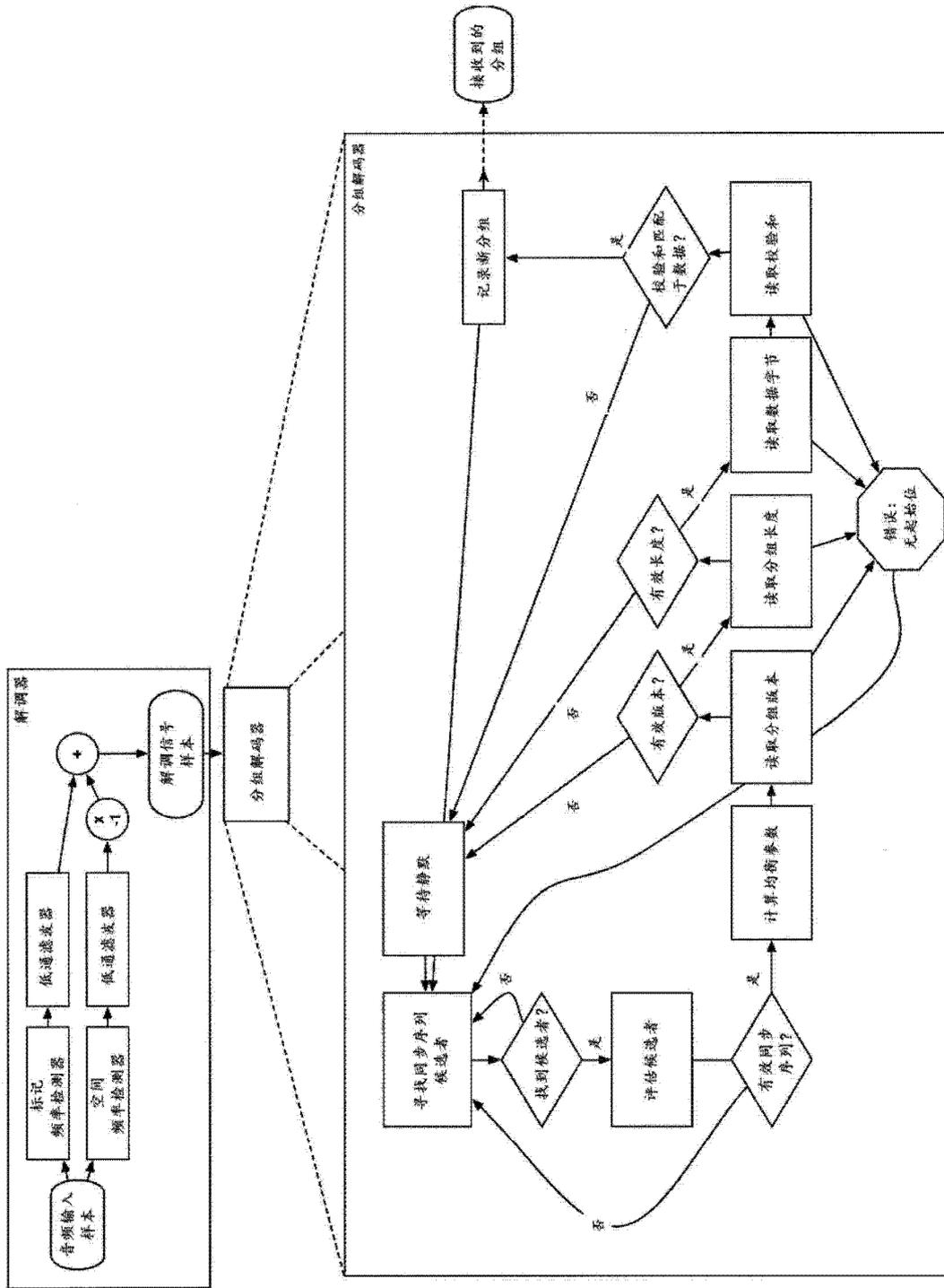


图 8