

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 12 月 28 日 (28.12.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/219604 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 5/08 (2006.01) *A61B 5/05* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/107858

(22) 国际申请日: 2016 年 11 月 30 日 (30.11.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610447657.1 2016年6月20日 (20.06.2016) CN

(71) 申请人: 北京大学 (PEKING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号, Beijing 100871 (CN)。

(72) 发明人: 张大庆 (ZHANG, Daqing); 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学信息科学技术学院,

Beijing 100871 (CN)。王皓 (WANG, Hao); 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学信息科学技术学院, Beijing 100871 (CN)。吴丹 (WU, Dan); 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学信息科学技术学院, Beijing 100871 (CN)。王亚沙 (WANG, Yasha); 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学信息科学技术学院, Beijing 100871 (CN)。

(74) 代理人: 北京万象新悦知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING WANXIANGXINYUE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区颐和园路 1 号北京资源燕园宾馆六层 1625 号, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: RESPIRATION DETECTION METHOD

(54) 发明名称: 一种呼吸检测方法

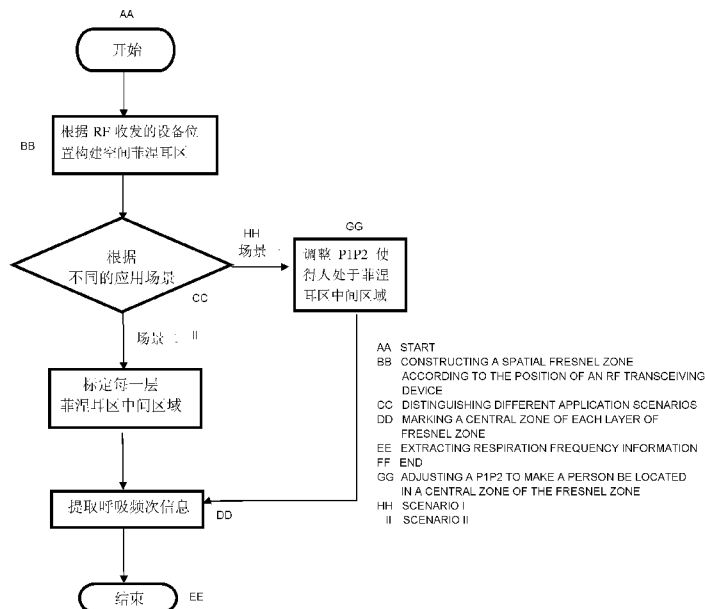


图 1

(57) Abstract: A respiration detection method, wherein a position where human respiration can be detected can be marked, and an RF can be used to detect human respiration at any position by adjusting the position of an RF transceiving device. The method comprises: arranging a radio frequency signal transceiving device; obtaining a space layout of a Fresnel zone determined by the transceiving device; making a human body be located in a central zone of a certain Fresnel zone in the Fresnel zone space layout; and calculating and obtaining a respiration frequency according to a radio frequency signal received by a receiving end. The method can solve the

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

problem of how to realize optimal respiration detection when a human body is at different positions. In addition, it is unnecessary for the human body to carry or be close to any device. The method has advantages of being non-intrusive, convenient and low in cost, and a detection result is certain and reliable. The method has remarkable effects in the technical field of respiration detection, and is in particular applicable to long-term respiration detection.

(57) 摘要: 一种呼吸检测的方法, 可标定人体呼吸可被检测的位置, 可通过调整RF收发设备的位置, 利用RF检测任意位置的人体呼吸。包括: 放置无线射频信号收发设备、获得收发设备所确定的菲涅耳区的空间布局、使人体处于菲涅耳区空间布局中某个菲涅耳区的中间区域、根据接收端接收到无线射频信号计算得到呼吸频率。该方法能够解决当人体处于不同位置时如何实现最佳的呼吸检测的问题。此外, 无需人体携带或贴靠任何设备, 具有非侵扰性、方便、低成本的优点, 检测结果确定可靠, 在呼吸检测技术领域具有突出效果, 尤其适合长期的呼吸检测。

一种呼吸检测方法

技术领域

本发明涉及呼吸检测方法，尤其涉及一种利用射频信号检测人体呼吸的方法。

背景技术

呼吸是人体重要生命体征，直接反应人体健康状态。呼吸检测对于许多疾病的早期诊断、治疗非常关键。呼吸检测方法大致分为两类：接触式和非接触式。最传统的方法是接触式，例如医用的胸阻抗扫描器等穿戴设备，但是面临价格高昂、有侵扰性、且必须随时贴身携带等困难，难以用于长期呼吸检测；目前基于射频信号的非接触式呼吸检测受到人们的关注，相比于接触式检测，它无需人体携带或贴靠任何设备，且射频信号（如 WiFi）已经广泛存在，具有非侵扰性、方便、低成本的优点，尤其适合长期的呼吸检测。

在非接触式呼吸检测技术方面，文献[1]-[4]记载了基于 WiFi 射频信号检测呼吸的可行性研究，并设计检测方法和实现了相应的检测系统。但是，现有这些基于 WiFi 射频信号的呼吸检测方法存在的共性问题：只能检测到人体处于某些特定位置时的呼吸；也就是，对处于不同位置的人体呼吸进行检测，有的能够检测到，有的却检测不到。现有检测方法也无法识别出检测盲区，无法解决针对人体处于不同位置情况下如何实现最佳的呼吸检测的问题。

引用文献：

[1] Jian Liu, Yan Wang, Yingying Chen, Jie Yang, Xu Chen, and Jerry Cheng. 2015. Tracking Vital Signs During Sleep Leveraging Off-the-shelf WiFi. In Proceedings of the 16th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing. ACM, 267–276.

[2] Xuefeng Liu, Jiannong Cao, Shaojie Tang, and Jiaqi Wen. 2014. Wi-Sleep: Contactless sleep monitoring via WiFi signals. In Real-Time Systems Symposium (RTSS), 2014 IEEE. IEEE, 346–355.

[3] Xuefeng Liu, Jiannong Cao, Shaojie Tang, Jiaqi Wen, and Peng Guo. 2016. Contactless Respiration Monitoring via WiFi Signals. Mobile Computing, IEEE Transactions on(2016).

[4] Chenshu Wu, Zheng Yang, Zimu Zhou, Xuefeng Liu, Yunhao Liu, and Jiannong Cao. 2015. Non-Invasive Detection of Moving and Stationary Human With WiFi. Selected Areas in Communications, IEEE Journal on 33, 11 (2015), 2329–2342.

发明内容

为了克服上述现有技术的不足，本发明提供一种呼吸检测的方法，利用无线射频信号(RF)检测人体呼吸，根据 RF 收发设备的位置标定人体呼吸可被检测的位置和识别出检测盲区，可通过调整 RF 收发设备的位置，实现针对任意给定位置的人体呼吸进行检测。

为了便于说明，本文约定：“RF”表示无线射频信号。

本发明的原理是：文献 5(Hristo D Hristov. 2000. Fresnal Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antennas. Artech House, Inc.) 记载了 RF 信号分布空间为椭圆层次形状的空间菲涅耳区；本发明以 RF 收发设备的位置为椭圆焦点，依据上述文献 5 记载，构建椭圆层次形状的空间菲涅耳区，是一个多层空间。在每一层空间菲涅耳区中间区域呼吸时，会对接收信号波形引起显著的影响模式，利于呼吸频率检测；而在每一层空间菲涅耳区边界区域呼吸时，对接收信号的波形的影响是最微弱的，不利于呼吸频率检测。因此每一层空间菲涅耳区的中间区域附近为人体呼吸频率可被检测的位置；每一层空间菲涅耳区的边界附近为人体呼吸难以被检测的位置（检测盲区）。可通过调整 RF 收发设备的位置，达到调整椭圆焦点继而调整空间菲涅耳区布局的目的。为了在给定人体位置下检测人体呼吸频率，可通过移动空间菲涅耳区的椭圆焦点使得人体所处位置正好落在某一层空间菲涅耳区中间区域附近，从而实现针对任意给定位置的人体呼吸进行检测。若 RF 信号采用不同频率的多载波技术（如 WiFi 采用正交频分多路复用 OFDM 技术），则上述菲涅耳区空间布局的构建、可检测范围与检测盲区的识别，要分别针对每个频率的子载波分别确定并分别适用上述方法。最后具体可根据文献 [1]-[4] 的记载的任一检测方法，针对接收信号，对波形进行预处理后，计算得到波峰波谷的数量，即为人体呼吸次数。

本发明提供的技术方案如下：

一种呼吸检测的方法，包括如下步骤：

- A. 确定获得装有至少一根发射天线和至少一根天线的 RF 收发设备 P1,P2，以及该 RF 的波长 λ ；
 - A1. 其中使用的收发天线是垂直极化的全向天线；
 - A2. 若人体胸脯垂直于地面，则收发天线垂直地面摆放；
 - A3. 若人体胸脯平行于地面，则收发天线平行地面摆放；
- B. 以确定的 RF 收发设备 P1, P2 为椭圆焦点，确定 n 层菲涅耳区；
 - B1. 确定的 n 层菲涅耳区的边界是以 P1, P2 为焦点的一簇同心椭圆；

B2. 令 Q_i 是第 i 层同心椭圆的轨迹, 则 Q_i 的轨迹满足:

$$|P_1Q_i| + |Q_iP_2| - |P_1P_2| = n \lambda / 2 \quad (\text{式 } 1)$$

其中, $|P_1Q_i|$ 是 Q_i 到发射设备 P_1 的距离; $|Q_iP_2|$ 是 Q_i 到接收设备 P_2 的距离; $|P_1P_2|$ 为收发设备的距离; λ 为 RF 收发设备的波长; n 为菲涅尔区的最大层数, 可根据实际情况设置取值;

B3. 确定最内层椭圆是第 1 菲涅耳区的边界, 以此类推, 次内层椭圆是第 2 菲涅耳区的边界; 确定第 1 和第 2 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 2 菲涅耳区, 同样以此类推确定第 $i-1$ 和第 i 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 i 菲涅耳区;

C. 场景一是任意给定人体的位置, 调整 RF 收发设备的位置实现呼吸检测; 场景二是任意给定 RF 收发设备的位置, 标定人体呼吸可被检测的位置; 针对不同场景:

C1. 针对场景一, 调整 P_1 , P_2 位置从而调整菲涅耳区的空间布局, 使得新的空间布局下, 人体位置刚好处于某个菲涅耳区的中间区域附近;

C2. 针对场景二, 根据 P_1 和 P_2 位置所确定的菲涅耳区的空间布局, 标定每一层菲涅耳区的中间区域附近, 即为呼吸可被检测的区域; 标定每一层菲涅耳区的边界附近, 即为呼吸难以被检测的区域;

D. 针对 C1 所述场景一条件满足的情况下, 可通过进一步调整 P_1 和 P_2 位置获得最佳检测位置; 具体是: 进一步调整 P_1 和 P_2 位置, 使得: 以 P_1 和 P_2 为焦点并过人体位置的椭圆在人体位置处的内侧法线方向与人体朝向大致重合, 调整得到的 P_1 和 P_2 位置即为最佳检测条件;

E. 呼吸频率计算;

以文献[1]记载的方法为例, 首先利用 Hample 滤波器和滑动平均方法对原始振幅信号进行预处理, 然后使用伪波峰/波谷去除 (Fake Peak Removal) 方法统计波峰波谷即可获得呼吸频次的统计。

当 RF 信号采用不同频率的多载波技术 (如 WiFi 采用正交频分多路复用 OFDM 技术) 时, 分别针对每个频率的子载波采用上述方法构建菲涅耳区空间布局, 识别人体呼吸可检测范围和不可检测的盲区, 再完成人体呼吸检测。

与现有技术相比, 本发明的有益效果是:

本发明提供一种呼吸检测的方法, 利用射频信号检测人体呼吸, 根据无线射频信号 (RF)

收发设备的位置标定人体呼吸可被检测的位置，识别出检测盲区，并可通过调整 RF 收发设备的位置，实现针对任意给定位置的人体呼吸进行检测。

本发明提供的技术方案可应用在两种典型场景：一是任意给定人体的位置，调整 RF 收发设备的位置实现呼吸检测；二是任意给定 RF 收发设备的位置，标定人体呼吸可被检测的位置。因此，本发明提供的技术方案能够解决当人体处于不同位置时如何实现最佳的呼吸检测的问题。此外，由于本发明无需人体携带或贴靠任何设备，且射频信号（如 WiFi）已经广泛存在，本发明提供的技术方案具有非侵扰性、方便、低成本的优点，检测结果确定可靠，在呼吸检测技术领域具有突出效果，尤其适合长期的呼吸检测。

附图说明

图 1 本发明实施例提供的人体呼吸方法的流程框图。

具体实施方式

下面结合附图，通过实施例进一步描述本发明，但不以任何方式限制本发明的范围。

本发明提供一种呼吸检测的方法，利用射频信号检测人体呼吸，根据无线射频信号（RF）收发设备的位置标定人体呼吸可被检测的位置，可通过调整 RF 收发设备的位置，实现针对任意给定位置的人体呼吸进行检测。本发明的具体实施方式如下：

A. 放置射频信号收发设备，确定获得装有至少一根发射天线和至少一根接收天线的 RF 收发设备 P1 和 P2，该 RF 收发设备的波长为 λ ；RF 收发设备可以是笔记本电脑、MiniPC 以及任何支持 RF 信号收发的设备；

A1. 其中使用的收发天线是垂直极化的全向天线

A2. 若人体胸脯垂直于地面，则收发天线垂直地面摆放

A3. 若人体胸脯平行于地面，则收发天线平行地面摆放

B. 以确定的 RF 收发设备 P1 和 P2 为椭圆焦点，通过 B1~B3 确定 n 层菲涅耳区，由内层到外层分别为第 1 菲涅耳区到第 n 菲涅耳区；

根据需要 n 可取任意自然数，取决于关注的范围，n 越大，该层菲涅耳区距离收发设备越远；

B1. 确定的 n 层菲涅耳区的边界是以 P1 和 P2 为焦点的一簇同心椭圆；

B2. 令 Q_i 是第 i 层同心椭圆的轨迹，则 Q_i 的轨迹满足式 1：

$$|P_1 Q_i| + |Q_i P_2| - |P_1 P_2| = n \lambda / 2 \quad (式 1)$$

其中, $|P_1Q_i|$ 是 Q_i 到发射设备 P_1 的距离; $|Q_iP_2|$ 是 Q_i 到接收设备 P_2 的距离; $|P_1P_2|$ 为收发设备的距离; λ 为 RF 收发设备的波长; n 为菲涅尔区的最大层数, 可根据实际情况设置取值。

根据文献 5 (Hristo D Hristov. 2000. Fresnal Zones in Wireless Links, Zone Plate Lenses and Antennas. Artech House, Inc.) 中记载的 RF 信号分布空间为椭圆层次形状的空间菲涅耳区, 式 1 表示了空间菲涅耳区第 i 层同心椭圆的轨迹 Q_i 。

B3. 设定最内层椭圆 (第 1 层同心椭圆的轨迹) 是第 1 菲涅耳区的边界 (最内层椭圆是由 Q_1 根据 B2 式确定的轨迹; 最内层椭圆形成的椭圆边界围绕的区域是第 1 菲涅耳区), 以此类推, 次内层椭圆 (第 2 层同心椭圆) 是第 2 菲涅耳区的边界; 设定第 1 和第 2 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 2 菲涅耳区, 同样以此类推, 设定第 $i-1$ 和第 i 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 i 菲涅耳区;

C. 场景一是任意给定人体的位置, 调整 RF 收发设备的位置实现呼吸检测; 场景二是任意给定 RF 收发设备的位置, 标定人体呼吸可被检测的位置; 针对不同场景:

C1. 针对场景一, 调整 P_1 和 P_2 位置从而调整菲涅耳区的空间布局, 使得新的空间布局下, 人体刚好处于某个菲涅耳区的中间区域附近;

C2. 针对场景二, 根据 P_1, P_2 位置所确定的菲涅耳区的空间布局, 标定每一层菲涅耳区的中间区域附近, 即为呼吸可被检测的区域; 标定每一层菲涅耳区的边界附近, 即为呼吸难以被检测的区域。

D. 针对 C1 所述场景 (1) 条件满足的情况下, 进一步调整 P_1, P_2 位置, 使得: 以 P_1, P_2 为焦点并过人体位置的椭圆, 该椭圆在人体位置处的内侧法线方向与人体朝向大致重合, 即为最佳检测条件。

E. 呼吸频率计算, 利用文献[1]记载的呼吸频率计算方法, 对接收端接收到信号的波形进行预处理后, 计算波峰波谷的数量, 即对应呼吸次数。

以下实施例使用中心频率为 5.24GHz 的 WiFi 信号作为 RF 信号, 由于 WiFi 采用 OFDM 技术, 对应有 56 个不同频率的子载波。在本实施例中, 每一个子载波单独适用本发明专利提及的方法。以 5.24GHz 的中心子载波信号为例, 该子载波信号的波长 λ 为 5.725cm; 使用搭载 WiFi 全向天线、WiFiIntel 5300 网卡的 MiniPC 作为 RF 接收设备, 使用搭载 WiFi 全向天线的 TP-Link WDR5300 路由器作为 RF 发射设备。

本实施例中, 针对 4mx3m 的房间空间设定 n 等于 50, 针对 RF 收发设备的每一组固定位

置, 均可得到该位置下的第 1 菲涅耳区~第 50 菲涅耳区和第 1 菲涅耳区的边界~第 50 菲涅耳区的边界; 人体位于第 1 菲涅耳区~第 50 菲涅耳区范围内, 即可检测获得人体呼吸频率。

以 4mx3m 的房间为例, 根据本发明提供的呼吸检测方法, 执行如下步骤:

A. 将 RF 接收设备 (MiniPC) 上的接收天线垂直地面放置, 该设备的位置标记为 P1; 将 RF 发射设备的路由器 (TP-Link WDR5300 路由器) 上的发射天线垂直地面放置, 该设备的位置标记为 P2; 设定 P1 与 P2 的间距为 1m, 人体胸脯垂直于地面 (人体坐着或站立);

B. 以 P1 和 P2 为椭圆焦点, 在 4m×3m 的房间, 本实施例设定 RF 信号的空间菲涅耳区为 50 层菲涅耳区:

B1. 确定的 n 层菲涅耳区的边界是以 P1 和 P2 为焦点的一簇同心椭圆;

B2. 令 Q_i 是第 i 层同心椭圆的轨迹, 则 Q_i 的轨迹满足式 1;

B3. 确定最内层椭圆是第 1 菲涅耳区的边界, 以此类推, 次内层椭圆是第 2 菲涅耳区的边界; 确定第 1 和第 2 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 2 菲涅耳区, 同样以此类推确定第 i-1 和第 i 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 i 菲涅耳区; 本实施例中设定 n 等于 50, 可得到第 1 菲涅耳区~第 50 菲涅耳区和第 1 菲涅耳区的边界~第 50 菲涅耳区的边界;

C. 场景一是任意给定人体的位置, 调整 RF 收发设备的位置实现呼吸检测; 场景二是任意给定 RF 收发设备的位置, 标定人体呼吸可被检测的位置; 针对不同场景分别执行 C1 或 C2:

C1. 针对场景一, 调整 P1 和 P2 位置, 从而调整菲涅耳区的空间布局, 使得新的空间布局下, 人体刚好处于某个菲涅耳区的中间区域;

具体地, 从内层向外层, 以 RF 收发设备连线的中垂线为例:

(a) 假设人此时位于 RF 收发设备连线的中垂线的第 14.9cm 处, 即处于第 2 菲涅耳区的中间区域, 则可直接测量呼吸;

(b) 假设人此时位于 RF 收发设备连线的中垂线的第 12cm 处, 即处于第 1 菲涅耳区的边界附近, 则调整 P1 和 P2 的位置, 使得在新的菲涅耳区布局中, 人体刚好处于某个菲涅耳区的中间区域附近即可。

C2. 针对场景二, 根据 P1 和 P2 位置所确定的菲涅耳区的空间布局, 标定每一层菲涅耳区的中间区域附近, 即为呼吸可被检测的区域; 本实施例中, 从内层向外层, 以收发设备连线的中垂线为例, 最佳检测区域依次位于 14.5cm、19cm (第 1 菲涅耳区和第 2

菲涅耳区的中间区域)等处;标定每一层菲涅耳区的边界附近,即为呼吸难以被检测的区域,同样从内层向外层,以收发设备连线的中垂线为例,无法检测区域依次位于 12cm、17cm 等处。

D. 针对 C1 所述场景(1)条件满足的情况下,进一步调整 P1,P2 位置,使得:以 P1, P2 为焦点并过人体位置的椭圆,该椭圆在人体位置处的内侧法线方向与人体朝向大致重合在 10 度以内,即为最佳检测条件。

E. 呼吸频率计算,可采用文献[1]记载的方法,首先依次利用窗口大小为 5 秒的 Hamperl 滤波器和窗口大小为 20 秒的滑动平均方法对原始振幅信号进行预处理,然后使用 Fake Peak Removal 方法统计波峰波谷数量,即可统计获得呼吸频次。

需要注意的是,公布实施例的目的在于帮助进一步理解本发明,但是本领域的技术人员可以理解:在不脱离本发明及所附权利要求的精神和范围内,各种替换和修改都是可能的。因此,本发明不应局限于实施例所公开的内容,本发明要求保护的范围以权利要求书界定的范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种呼吸检测的方法，包括如下步骤：

A) 放置无线射频信号收发设备，包括发射设备 P1 和接收设备 P2，所述发射设备 P1 装有至少一根发射天线；所述接收设备 P2 装有至少一根接收天线；所述无线射频信号的波长设为 λ ；所述发射天线和接收天线是垂直极化的全向天线；

B) 以所述收发设备 P1 和 P2 为椭圆焦点，以 P1 和 P2 为焦点的一簇同心椭圆构成多层菲涅耳区的边界，每两层相邻的菲涅耳区的边界所围成的椭圆环为一层菲涅耳区，由此得到所述收发设备 P1 和 P2 所确定的菲涅耳区的空间布局；所述菲涅耳区的空间布局包括多层菲涅耳区；

C) 根据 P1 和 P2 位置所确定的菲涅耳区的空间布局，标定每一层菲涅耳区的中间区域附近为呼吸可被检测的区域；标定每一层菲涅耳区的边界附近为呼吸难以被检测的区域；

D) 当人体处于所述难以被检测的区域时，调整 P1 和 P2 的位置从而调整菲涅耳区的空间布局，使得人体位置处于新的菲涅耳区空间布局中某个菲涅耳区的中间区域；

E) 接收端接收到无线射频信号，根据所述无线射频信号的波形，计算得到呼吸频率，完成呼吸检测。

2、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，在 B) 所述以 P1 和 P2 为焦点的一簇同心椭圆中，设定所述菲涅耳区的空间布局包括 n 层菲涅耳区，设定 n 层菲涅耳区的第 i 层同心椭圆的轨迹为 Q_i ，所述 Q_i 通过式 1 得到：

$$|P_1Q_i| + |Q_iP_2| - |P_1P_2| = n\lambda/2 \quad (\text{式 } 1)$$

式 1 中， $|P_1Q_i|$ 是 Q_i 到发射设备 P1 的距离； $|Q_iP_2|$ 是 Q_i 到接收设备 P2 的距离； $|P_1P_2|$ 为收发设备的距离； λ 为 RF 收发设备的波长；n 为菲涅耳区的最大层数。

3、如权利要求 2 所述呼吸检测的方法，其特征是，在 B) 中，设定第 1 层同心椭圆的轨迹是第 1 菲涅耳区的边界，由第 1 菲涅耳区的边界形成的椭圆边界围绕的区域是第 1 菲涅耳区；以此类推，第 2 层同心椭圆是第 2 菲涅耳区的边界；设定第 1 菲涅耳区边界和第 2 菲涅耳区边界围成的椭圆环是第 2 菲涅耳区；同样以此类推，设定第 i 层同心椭圆是第 i 菲涅耳区的边界；设定第 i-1 菲涅耳区边界和第 i 菲涅耳区边界围成的椭圆环为第 i 菲涅耳区；由此得到所述收发设备 P1 和 P2 所确定的菲涅耳区的空间布局。

4、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，在 D) 中，当人体胸脯垂直于地面时，

P1 和 P2 的天线垂直地面摆放；当人体胸脯平行于地面时，P1 和 P2 的天线平行地面摆放。

5、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，在 D) 中，优选地，通过进一步调整 P1 和 P2 位置获得最佳检测条件；具体是：进一步调整 P1 和 P2 位置，使得：以 P1 和 P2 为焦点并过人体位置的椭圆在人体位置处的内侧法线方向与人体朝向大致重合，调整得到的 P1 和 P2 位置即为最佳检测条件。

6、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，在 E) 中所述计算呼吸频率采用文献 [1] (Jian Liu, Yan Wang, Yingying Chen, Jie Yang, Xu Chen, and Jerry Cheng. 2015. Tracking Vital Signs During Sleep Leveraging Off-the-shelf WiFi. In Proceedings of the 16th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing. ACM, 267–276.) 记载的呼吸频率计算方法，计算得到呼吸频率。

7、如权利要求 6 所述呼吸检测的方法，其特征是，所述计算得到呼吸频率，首先利用 Hampl 滤波器和滑动平均方法对无线射频信号进行预处理，然后利用 Fake Peak Removal 方法统计波峰波谷数目，由此获得呼吸频率。

8、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，使用搭载 WiFi 全向天线、WiFiIntel 5300 网卡的 MiniPC 作为无线射频信号接收设备。

9、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，使用搭载 WiFi 全向天线的 TP-Link WDR5300 路由器作为无线射频信号发射设备。

10、如权利要求 1 所述呼吸检测的方法，其特征是，当无线射频信号采用不同频率的多载波技术时，分别针对每个频率的子载波构建子载波的菲涅尔区空间布局，根据子载波的菲涅尔区空间布局识别人体呼吸可检测范围和不可检测的盲区；由此完成人体呼吸检测。

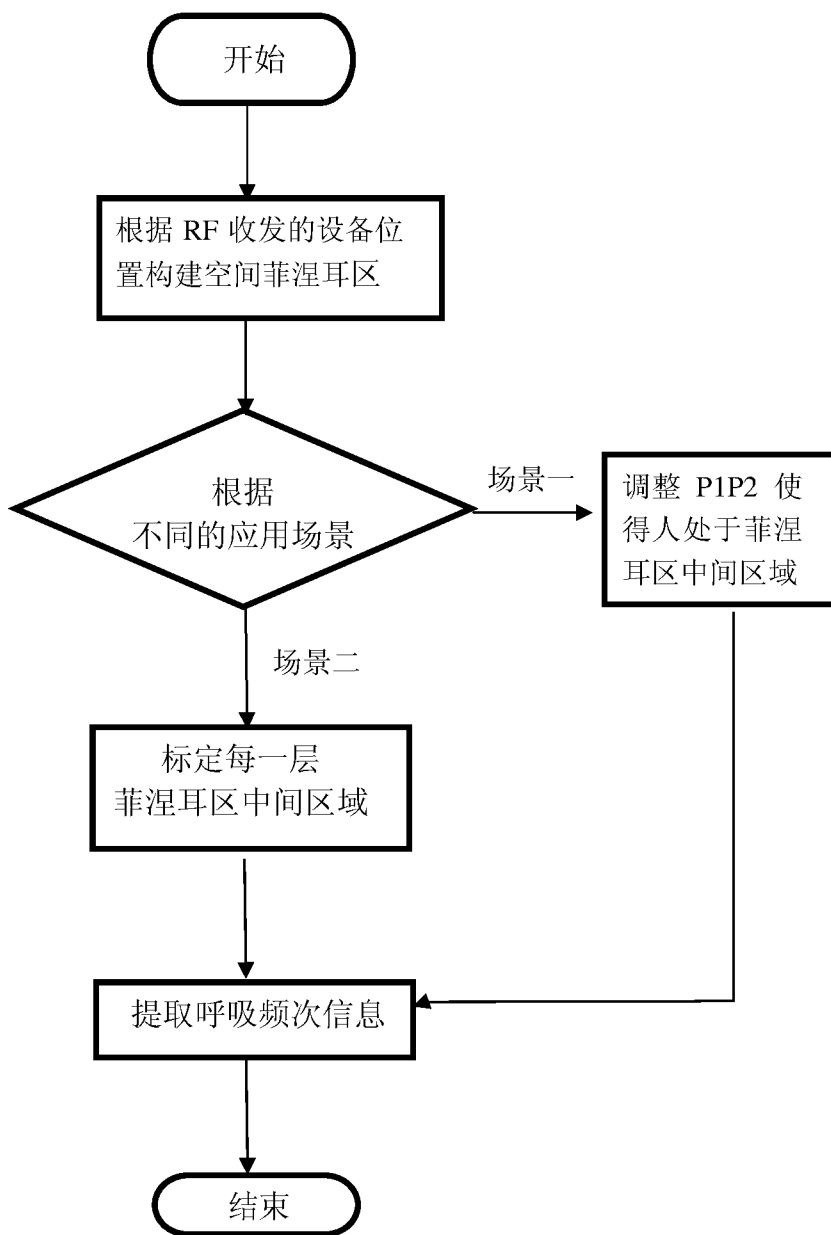


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/107858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/08 (2006.01) i; A61B 5/05 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 5/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: wireless, radio frequency, antenna, transmit-receive, fresnel, adjust, respirat+, detect+, contactless, non-invasive, position, receiv+, transmit+, Fresnel zone, layer, boundar+, ellipse, focus+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105997086 A (PEKING UNIVERSITY), 12 October 2016 (12.10.2016), description, paragraphs [0036]-[0069], claims 1-10, and figure 1	1-10
Y	CN 102046076 A (KAI PHARMACEUTICALS INC.), 04 May 2011 (04.05.2011), description, paragraphs [0027]-[0031]	1-10
Y	CN 103140772 A (FRANCE TELECOM), 05 June 2013 (05.06.2013), description, paragraphs [0056]-[0061] and [0213]-[0217], and figure 4	1-10
A	CN 103068304 A (ROYAL DUTCH PHILIPS ELECTRONICS LTD.), 24 April 2013 (24.04.2013), the whole document	1-10
A	CN 101553163 A (NONINVASIVE MEDICAL TECHNOLOGIES, INC.), 07 October 2009 (07.10.2009), the whole document	1-10
A	US 8264672 B1 (SPRINT COMMUNICATIONS COMPANY L. P.), 11 September 2012 (11.09.2012), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 February 2017 (07.02.2017)	Date of mailing of the international search report 24 February 2017 (24.02.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Meng Telephone No.: (86-10) 62413511

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/107858

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105997086 A	12 October 2016	None	
CN 102046076 A	04 May 2011	CA 2720871 A1	08 October 2009
		AU 2009231586 A1	08 October 2009
		WO 2009124297 A1	08 October 2009
		US 2010130873 A1	27 May 2010
		US 8454528 B2	04 June 2013
		US 2010152600 A1	17 June 2010
		US 2010240999 A1	23 September 2010
		US 2010249633 A1	30 September 2010
		US 2010249630 A1	30 September 2010
		US 2010292568 A1	18 November 2010
		EP 2265169 A1	29 December 2010
		KR 20110008080 A	25 January 2011
		JP 2011519288 A	07 July 2011
CN 103140772 A	05 June 2013	US 9176222 B2	03 November 2015
		EP 2612166 A1	10 July 2013
		FR 2964289 A1	02 March 2012
		CN 103140772 B	29 April 2015
		EP 2612166 B1	19 November 2014
		US 2013154872 A1	20 June 2013
		WO 2012089942 A1	05 July 2012
CN 103068304 A	24 April 2013	EP 2603144 A1	19 June 2013
		EP 2417908 A1	15 February 2012
		JP 2013538602 A	17 October 2013
		US 2013135137 A1	30 May 2013
		WO 2012020365 A1	16 February 2012
CN 101553163 A	07 October 2009	AU 2007297614 A1	27 March 2008
		CA 2663946 A1	27 March 2008
		WO 2008036396 A2	27 March 2008
		EP 2068703 A2	17 June 2009
		US 2009240133 A1	24 September 2009
		JP 2010504155 A	12 February 2010
US 8264672 B1	11 September 2012	None	

A. 主题的分类 A61B 5/08(2006.01)i; A61B 5/05(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) A61B5/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT:呼吸, 检测, 非接触, 非侵入, 无线, 射频, 天线, 收发, 发射, 接收, 椭圆, 焦点, 费涅尔, 菲涅尔, 菲涅耳, 调整, 位置, 边界, respirat+, detect+, contactless, non-invasive, position, receiv+, transmit+, Fresnel zone, layer, boundar+, ellipse, focus+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105997086 A (北京大学) 2016年 10月 12日 (2016 - 10 - 12) 说明书第[0036]-[0069]段, 权利要求1-10, 附图1	1-10
Y	CN 102046076 A (KAI医药公司) 2011年 5月 4日 (2011 - 05 - 04) 说明书第[0027] - [0031]段	1-10
Y	CN 103140772 A (法国电信公司) 2013年 6月 5日 (2013 - 06 - 05) 说明书第[0056]-[0061]、[0213]-[0217]段, 附图4	1-10
A	CN 103068304 A (皇家飞利浦电子股份有限公司) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 全文	1-10
A	CN 101553163 A (奈鹰唯医学科技公司) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文	1-10
A	US 8264672 B1 (SPRINT COMMUNICATIONS COMPANY L.P.) 2012年 9月 11日 (2012 - 09 - 11) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2017年 2月 7日		国际检索报告邮寄日期 2017年 2月 24日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 张萌 电话号码 (86-10)62413511

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/107858

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105997086	A	2016年 10月 12日	无			
CN	102046076	A	2011年 5月 4日	CA	2720871	A1	2009年 10月 8日
				AU	2009231586	A1	2009年 10月 8日
				WO	2009124297	A1	2009年 10月 8日
				US	2010130873	A1	2010年 5月 27日
				US	8454528	B2	2013年 6月 4日
				US	2010152600	A1	2010年 6月 17日
				US	2010240999	A1	2010年 9月 23日
				US	2010249633	A1	2010年 9月 30日
				US	2010249630	A1	2010年 9月 30日
				US	2010292568	A1	2010年 11月 18日
				EP	2265169	A1	2010年 12月 29日
				KR	20110008080	A	2011年 1月 25日
				JP	2011519288	A	2011年 7月 7日
CN	103140772	A	2013年 6月 5日	US	9176222	B2	2015年 11月 3日
				EP	2612166	A1	2013年 7月 10日
				FR	2964289	A1	2012年 3月 2日
				CN	103140772	B	2015年 4月 29日
				EP	2612166	B1	2014年 11月 19日
				US	2013154872	A1	2013年 6月 20日
				WO	2012089942	A1	2012年 7月 5日
CN	103068304	A	2013年 4月 24日	EP	2603144	A1	2013年 6月 19日
				EP	2417908	A1	2012年 2月 15日
				JP	2013538602	A	2013年 10月 17日
				US	2013135137	A1	2013年 5月 30日
				WO	2012020365	A1	2012年 2月 16日
CN	101553163	A	2009年 10月 7日	AU	2007297614	A1	2008年 3月 27日
				CA	2663946	A1	2008年 3月 27日
				WO	2008036396	A2	2008年 3月 27日
				EP	2068703	A2	2009年 6月 17日
				US	2009240133	A1	2009年 9月 24日
				JP	2010504155	A	2010年 2月 12日
US	8264672	B1	2012年 9月 11日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)