



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109431465 A

(43)申请公布日 2019.03.08

(21)申请号 201811255133.8

(22)申请日 2018.10.26

(71)申请人 南京邮电大学

地址 210003 江苏省南京市新模范马路66号

(72)发明人 叶宁 马铭辰 徐康 王娟
黄海平 程晶晶 林巧民 王汝传
凌鑫元 陈龙鹏 贾成栋

(74)专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司 32243

代理人 王素琴

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/113(2006.01)

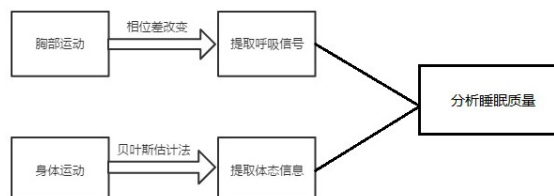
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法

(57)摘要

本发明提出一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,该方法能够简单有效的监测老年人睡眠状况。与很多已经研究出来的睡眠质量监测方法不同,本方法基于RFID技术,结合现有的定位算法,并在此基础上提高定位精度,有效监测睡眠状况。



1. 一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,使用无源RFID标签、信号接收器、阅读器和上位机等设备,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:把阅读器根据定位的实际区域按照一定的规则布置,把RFID标签贴在人体的两侧以获得体态信息,把RFID标签贴在人体胸部以获得呼吸信息;考虑到有些用户用胸部呼吸,而其他用户则用腹部呼吸,为了更好地捕捉呼吸信息,在人体的上半身放置三个标签,除了在胸部以外,下腹部和上半身的中间位置都放置RFID标签,同时利用多标签融合来增强监测;

步骤二:收集人体两侧RFID标签的参数信息,当阅读器采集到各类参数信息 Γ 后,位置感知的坐标结果 $S=f(\Gamma)$,采用贝叶斯估计法进行处理;

t 时刻下待测标签处于 x 位置的可能性可视为是一种形如 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 的概率分布,其中 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N$ 是 t 时刻下 N 个阅读器分别测量得到的参数信息,考察标签位于 x 处的可能性,各个阅读器之间的测量结果独立,根据贝叶斯公式有:

$$P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N) = p(x) \frac{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x)}{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)}$$

其中:

$$p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x) = \prod_{n=1}^N p(\Gamma_n|x)$$

$p(\Gamma_n|x)$ 表示假如标签处于 x 处,第 n 个阅读器测得参数为 Γ_n 的概率,由已知的阅读器位置可以根据几何关系给出, $p(x)$ 及 $p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 当数值确定时亦可视为常数,因此,与成本函数最小化估计方法类似,若通过遍历搜索平面寻找使 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 最大的 x 值,则可将该值视为标签的估计位置 S ;

另外,如果 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_{t-1}$ 是 t 时刻前某一阅读器采样得到的所有参数信息,则 t 时刻下标签所处位置 S 还可由下式给出:

$$p(S_t) = p(\Gamma_t|S_{t-1}) p(x_{t-1})$$

当给定初始位置后,通过不断迭代可以利用上一时刻标签所处于位置估计下一时刻标签位置,与人体体位标签位置进行对比后可得到人体的体态信息;

步骤三:由于人体在呼吸时胸部的运动,致使标签与阅读器之间的距离会有周期性的变化,针对于此,根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号;

步骤四:采用傅立叶变换(FFT)分析测量期间收集的位移值;FFT的峰值对应呼吸率,应用基于FFT的低通滤波器来滤除高频噪声,接着再提取呼吸信号;

步骤五:针对夜间睡眠时的呼吸信号可能会很微弱,利用多标签传感器融合增强监测。

2. 根据权利要求1所述的一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,其特征在于:所述步骤一与步骤五中的利用多标签传感器融合增强监测,直观上是用多标签来代替单个标签,多个标签形成标签阵列来提高信号强度,通过汇总标签的数据流并将它们融合起来,以便原始数据流彼此重新加强,并增强周期性信号。

3. 根据权利要求1所述的一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,其特征在于:所述步骤三中,所述根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号,具体

的操作流程如下：

假设标签和阅读器之间的距离是 d ，当无线电波在读写器天线和标签之间来回传播时，无线电波传播的总距离是 $2d$ ，然后读写器按照下公式输出反向散射无线电波的相位值：

$$\theta = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \times 2d + c \right) \bmod 2\pi$$

其中 λ 是波长， c 是表示读写器和标签电路受影响的固定相位偏移量，与天线和标签的距离无关；反向散射通信中每个 $\lambda/2$ 距离的变化，相位值以 2π 为周期重复；RFID的阅读器测量用户衣服上的标签反向散射信号的相位值；测量到的相位值的变化指示着呼吸运动，根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号；

由于在睡眠时人体移动速度相对较低并且采样率较高，因此两个连续相位采样点的标签位移在波长的一半内，计算两个连续阶段读数的位移如下：

$$\Delta d_{i+1} = d_{i+1} - d_i = \frac{\lambda}{4\pi} (\theta_{i+1} - \theta_i)$$

其中， Δd_{i+1} 表示 $i+1$ 时刻的位移， θ_{i+1} 和 θ_i 表示同频道下两个连续相位测量值；

接下来通过下式计算 N 次采样后的总位移：

$$D_j = \sum_{i=1}^N \Delta d_{i+j}$$

将位移值进行归一化处理后，可以得出位移值不受跳频影响。

4. 根据权利要求1所述的一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法，其特征在于：所述步骤四中，傅立叶变换(FFT)分析的具体方法为，基于健康人休息时的呼吸频率通常低于每分钟40次呼吸，首先应用FFT将时域位移值转换到频域，并将低通滤波器的截止频率设置为0.67Hz；之后，使用逆FFT将其转换回时域位移值；计算过零事件的时间戳记为 t_i ，并计算即时呼吸频率：

$$\overline{f_{BR}(t_i)} = \frac{M-1}{2(t_i - t_{i-M})}$$

其中 M 表示缓冲的零交叉点的数量。

一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,属于电子信息领域,特别是涉及电子定位领域。

背景技术

[0002] 目前,世界范围内大概有38%的人存在睡眠性问题和睡眠障碍性疾病,因此早期的睡眠监测,研究睡眠规律对睡眠相关疾病的诊断和治疗意义重大。现阶段的睡眠监测方法主要依靠脑电、眼电、肌电和心电进行监测,在医院中还要求患者长时间佩戴多种传感器,该方法存在操作复杂、电极繁多、监测价格昂贵和测试者有心里压力等问题,严重影响患者的睡眠质量,不能达到预期的监测效果。此外,市场上的关于睡眠监测方面的智能设备,品种过于单一,功能具有一定的局限性,并且缺乏人性化、智能化的设计,很难被人们接受。例如智能枕、智能床垫等监测产品的出现,它们基本局限于睡眠时间的监测,缺乏多种功能的融合实现,并且也不能对患者的各个个体指标有更为全面的数据监测和分析,远不能达到睡眠质量检测的要求。

[0003] 近年来随着RFID技术的发展,RFID技术已经在很多领域得到广泛的应用。RFID技术不再局限于货物供应链的管理、门禁系统以及高速公路收费系统等等。近年来,传感器与射频识别技术的结合,拓展了射频识别系统的功能。RFID技术凭借非接触、非视距、高精度、短时延、传输范围大和成本低等优点在中距离定位系统中得到广泛的应用。Chen,Y.等人研究了超宽射频识别(UWD-RFID)技术进行目标定位,使用基于到达时间定位(Time of Arrival, TOA)的方法,这种方法由接收信号传播时间来估计距离,要求接收器和发送器必须精确地同步。Hekimian-Williams,C.等人展示如何利用多个接收天线的相位差(PDOA)来计算准确的定位,这种方法有良好的准确性、灵敏度和鲁棒性。

发明内容

[0004] 本发明提供一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,基于RFID技术,结合现有的定位算法,并在此基础上提高定位精度,能够简单有效的监测老年人睡眠状况。

[0005] 一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,使用无源RFID标签、信号接收器、阅读器和上位机等设备,包括如下步骤:

[0006] 步骤一:把阅读器根据定位的实际区域按照一定的规则布置,把RFID标签贴在人体的两侧以获得体态信息,把RFID标签贴在人体胸部以获得呼吸信息;考虑到有些用户用胸部呼吸,而其他用户则用腹部呼吸,为了更好地捕捉呼吸信息,在人体的上半身放置三个标签,除了在胸部以外,下腹部和上半身的中间位置都放置RFID标签,同时利用多标签融合来增强监测;

[0007] 步骤二:收集人体两侧RFID标签的参数信息,当阅读器采集到各类参数信息 Γ 后,位置感知的坐标结果 $S=f(\Gamma)$,采用贝叶斯估计法进行处理;

[0008] t 时刻下待测标签处于 x 位置的可能性可视为是一种形如 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 的

概率分布,其中 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N$ 是 t 时刻下 N 个阅读器分别测量得到的参数信息,考察标签位于 x 处的可能性,各个阅读器之间的测量结果独立,根据贝叶斯公式有:

$$[0009] \quad P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N) = p(x) \frac{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x)}{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)}$$

[0010] 其中:

$$[0011] \quad p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x) = \prod_{n=1}^N p(\Gamma_n|x)$$

[0012] $p(\Gamma_n|x)$ 表示假如标签处于 x 处,第 n 个阅读器测得参数为 Γ_n 的概率,由已知的阅读器位置可以根据几何关系给出, $p(x)$ 及 $p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 当数值确定时亦可视为常数,因此,与成本函数最小化估计方法类似,若通过遍历搜索平面寻找使 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 最大的 x 值,则可将该值视为标签的估计位置 S ;

[0013] 另外,如果 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_{t-1}$ 是 t 时刻前某一阅读器采样得到的所有参数信息,则 t 时刻下标签所处位置 S 还可由下式给出:

$$[0014] \quad p(S_t) = p(\Gamma_t|S_{t-1}) p(x_{t-1})$$

[0015] 当给定初始位置后,通过不断迭代可以利用上一时刻标签所处于位置估计下一时刻标签位置,与人体体位标签位置进行对比后可得到人体的体态信息;

[0016] 步骤三:由于人体在呼吸时胸部的运动,致使标签与阅读器之间的距离会有周期性的变化,针对于此,根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号;

[0017] 步骤四:采用傅立叶变换 (FFT) 分析测量期间收集的位移值;FFT 的峰值对应呼吸率,应用基于 FFT 的低通滤波器来滤除高频噪声,接着再提取呼吸信号;

[0018] 步骤五:针对夜间睡眠时的呼吸信号可能会很微弱,利用多标签传感器融合增强监测。

[0019] 进一步地,所述步骤一与步骤五中的利用多标签传感器融合增强监测,直观上是用多标签来代替单个标签,多个标签形成标签阵列来提高信号强度,通过汇总标签的数据流并将它们融合起来,以便原始数据流彼此重新加强,并增强周期性信号。

[0020] 进一步地,所述步骤三中,所述根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号,具体的操作流程如下:

[0021] 假设标签和阅读器之间的距离是 d ,当无线电波在读写器天线和标签之间来回传播时,无线电波传播的总距离是 $2d$,然后读写器按照下公式输出反向散射无线电波的相位值:

$$[0022] \quad \theta = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \times 2d + c \right) \bmod 2\pi$$

[0023] 其中 λ 是波长, c 是表示读写器和标签电路受影响的固定相位偏移量,与天线和标签的距离无关;反向散射通信中每个 $\lambda/2$ 距离的变化,相位值以 2π 为周期重复;RFID 的阅读器测量用户衣服上的标签反向散射信号的相位值;测量到的相位值的变化指示着呼吸运动,根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号;

[0024] 由于在睡眠时人体移动速度相对较低并且采样率较高,因此两个连续相位采样点

的标签位移在波长的一半内,计算两个连续阶段读数的位移如下:

$$[0025] \quad \Delta d_{i+1} = d_{i+1} - d_i = \frac{\lambda}{4\pi} (\theta_{i+1} - \theta_i)$$

[0026] 其中, Δd_{i+1} 表示*i*+1时刻的位移, θ_{i+1} 和 θ_i 表示同频道下两个连续相位测量值;

[0027] 接下来通过下式计算*N*次采样后的总位移:

$$[0028] \quad D_j = \sum_{i=1}^N \Delta d_{i+j}$$

[0029] 将位移值进行归一化处理,可以得出位移值不受跳频影响。

[0030] 进一步地,所述步骤四中,傅立叶变换(FFT)分析的具体方法为,基于健康人休息时的呼吸频率通常低于每分钟40次呼吸,首先应用FFT将时域位移值转换到频域,并将低通滤波器的截止频率设置为0.67Hz;之后,使用逆FFT将其转换回时域位移值;计算过零事件的时间戳记为 t_i ,并计算即时呼吸频率:

$$[0031] \quad \overline{f_{BR}(t_i)} = \frac{M-1}{2(t_i - t_{i-M})}$$

[0032] 其中*M*表示缓冲的零交叉点的数量。

[0033] 本发明提出一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,该方法能够简单有效的监测老年人睡眠状况。与很多已经研究出来的睡眠质量监测方法不同,本方法基于RFID技术,结合现有的定位算法,并在此基础上提高定位精度,有效监测睡眠状况。

附图说明

[0034] 图1为基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测系统的结构框图。

[0035] 图2为基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测系统工作流程图。

具体实施方式

[0036] 下面结合说明书附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明。

[0037] 一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法,使用无源RFID标签、信号接收器、阅读器和上位机等设备,包括如下步骤:

[0038] 步骤一:把阅读器根据定位的实际区域按照一定的规则布置,把RFID标签贴在人体的两侧以获得体态信息,把RFID标签贴在人体胸部以获得呼吸信息;考虑到有些用户用胸部呼吸,而其他用户则用腹部呼吸,为了更好地捕捉呼吸信息,在人体的上半身放置三个标签,除了在胸部以外,下腹部和上半身的中间位置都放置RFID标签,同时利用多标签融合来增强监测。

[0039] 所述多标签融合,直观上是用多标签来代替单个标签,多个标签形成标签阵列来提高信号强度,通过汇总标签的数据流并将它们融合起来,以便原始数据流彼此重新加强,并增强周期性信号。

[0040] 步骤二:收集人体两侧RFID标签的参数信息,当阅读器采集到各类参数信息 Γ 后,位置感知的坐标结果 $S=f(\Gamma)$,采用贝叶斯估计法进行处理。

[0041] t 时刻下待测标签处于 x 位置的可能性可视为是一种形如 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 的概率分布,其中 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N$ 是 t 时刻下 N 个阅读器分别测量得到的参数信息,考察标签位于 x 处的可能性,各个阅读器之间的测量结果独立,根据贝叶斯公式有:

$$[0042] \quad P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N) = p(x) \frac{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x)}{p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)}$$

[0043] 其中:

$$[0044] \quad p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N|x) = \prod_{n=1}^N p(\Gamma_n|x)$$

[0045] $p(\Gamma_n|x)$ 表示假如标签处于 x 处,第 n 个阅读器测得参数为 Γ_n 的概率,由已知的阅读器位置可以根据几何关系给出, $p(x)$ 及 $p(\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 当数值确定时亦可视为常数,因此,与成本函数最小化估计方法类似,若通过遍历搜索平面寻找使 $P(x|\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_N)$ 最大的 x 值,则可将该值视为标签的估计位置 S 。

[0046] 另外,如果 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_{t-1}$ 是 t 时刻前某一阅读器采样得到的所有参数信息,则 t 时刻下标签所处位置 S 还可通过下式给出:

$$[0047] \quad p(S_t) = p(\Gamma_t|S_{t-1}) p(x_{t-1})$$

[0048] 当给定初始位置后,通过不断迭代可以利用上一时刻标签所处于位置估计下一时刻标签位置,与人体体位标签位置进行对比后可得到人体的体态信息。

[0049] 步骤三:由于人体在呼吸时胸部的运动,致使标签与阅读器之间的距离会有周期性的变化,针对于此,根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号。所述根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号,具体的操作流程如下:

[0050] 假设标签和阅读器之间的距离是 d ,当无线电波在读写器天线和标签之间来回传播时,无线电波传播的总距离是 $2d$,然后读写器按照下公式输出反向散射无线电波的相位值:

$$[0051] \quad \theta = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \times 2d + c \right) \bmod 2\pi$$

[0052] 其中 λ 是波长, c 是表示读写器和标签电路受影响的固定相位偏移量,与天线和标签的距离无关;反向散射通信中每个 $\lambda/2$ 距离的变化,相位值以 2π 为周期重复;RFID的阅读器测量用户衣服上的标签反向散射信号的相位值;测量到的相位值的变化指示着呼吸运动,根据胸腔的周期性变化引起相位值的变化来提取呼吸信号。

[0053] 由于在睡眠时人体移动速度相对较低并且采样率较高,因此两个连续相位采样点的标签位移在波长的一半内,计算两个连续阶段读数的位移如下:

$$[0054] \quad \Delta d_{i+1} = d_{i+1} - d_i = \frac{\lambda}{4\pi} (\theta_{i+1} - \theta_i)$$

[0055] 其中, Δd_{i+1} 表示 $i+1$ 时刻的位移, θ_{i+1} 和 θ_i 表示同频道下两个连续相位测量值。

[0056] 接下来通过下式计算 N 次采样后的总位移:

$$[0057] \quad D_j = \sum_{i=1}^N \Delta d_{i+j}$$

[0058] 将位移值进行归一化处理后,可以得出位移值不受跳频影响。

[0059] 步骤四:采用傅立叶变换(FFT)分析测量期间收集的位移值;FFT的峰值对应呼吸率,应用基于FFT的低通滤波器来滤除高频噪声,接着再提取呼吸信号。傅立叶变换(FFT)分析的具体方法为,基于健康人休息时的呼吸频率通常低于每分钟40次呼吸,首先应用FFT将时域位移值转换到频域,并将低通滤波器的截止频率设置为0.67Hz;之后,使用逆FFT将其转换回时域位移值;计算过零事件的时间戳记为 t_i ,并计算即时呼吸频率:

$$[0060] \quad \overline{f_{BR}(t_i)} = \frac{M-1}{2(t_i - t_{i-M})}$$

[0061] 其中M表示缓冲的零交叉点的数量。

[0062] 步骤五:针对夜间睡眠时的呼吸信号可能会很微弱,利用多标签传感器融合增强监测。

[0063] 所述多标签融合,直观上是用多标签来代替单个标签,多个标签形成标签阵列来提高信号强度,通过汇总标签的数据流并将它们融合起来,以便原始数据流彼此重新加强,并增强周期性信号。

[0064] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式,本发明的保护范围并不以上述实施方式为限,但凡本领域普通技术人员根据本发明所揭示内容所作的等效修饰或变化,皆应纳入权利要求书中记载的保护范围内。

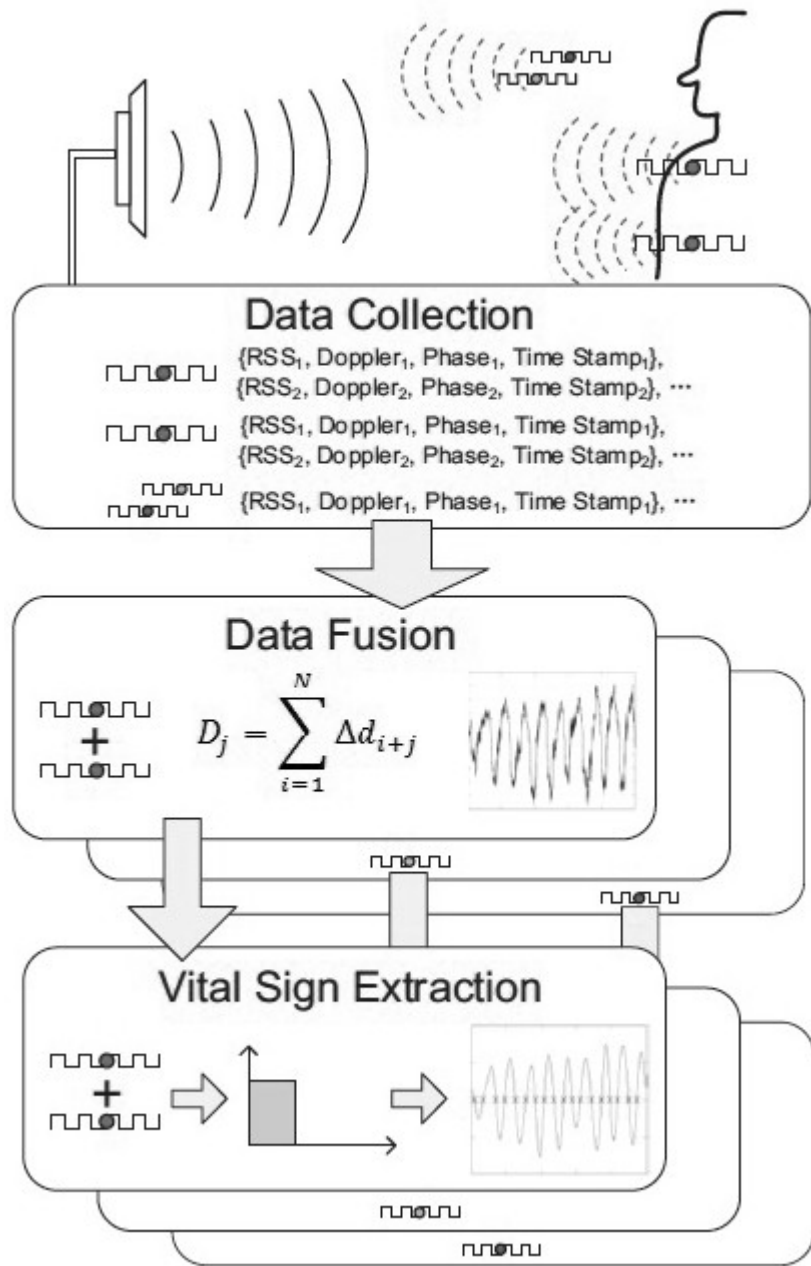


图1

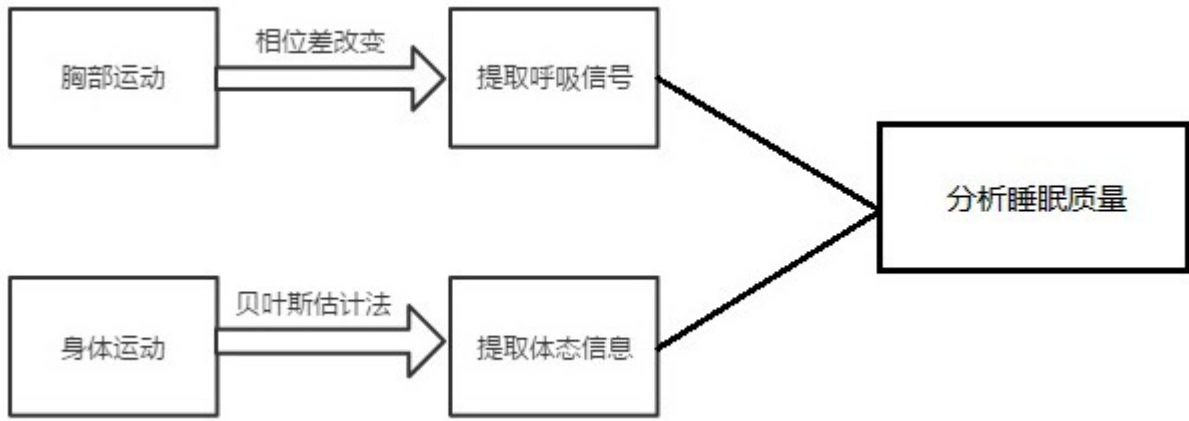


图2

专利名称(译)	一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法		
公开(公告)号	CN109431465A	公开(公告)日	2019-03-08
申请号	CN201811255133.8	申请日	2018-10-26
[标]申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京邮电大学		
[标]发明人	叶宁 马铭辰 徐康 王娟 黄海平 程晶晶 林巧民 王汝传 凌鑫元 陈龙鹏 贾成栋		
发明人	叶宁 马铭辰 徐康 王娟 黄海平 程晶晶 林巧民 王汝传 凌鑫元 陈龙鹏 贾成栋		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/113		
CPC分类号	A61B5/4815 A61B5/1135		
代理人(译)	王素琴		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提出一种基于射频标签技术的老年人睡眠质量监测方法，该方法能够简单有效的监测老年人睡眠状况。与很多已经研究出来的睡眠质量监测方法不同，本方法基于RFID技术，结合现有的定位算法，并在此基础上提高定位精度，有效监测睡眠状况。

