



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105496416 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201511003580. 0

(22) 申请日 2015. 12. 28

(71) 申请人 歌尔声学股份有限公司

地址 261031 山东省潍坊市高新技术产业开
发区东方路 268 号

(72) 发明人 李波 李娜

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

代理人 权鲜枝

(51) Int. Cl.

A61B 5/11(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

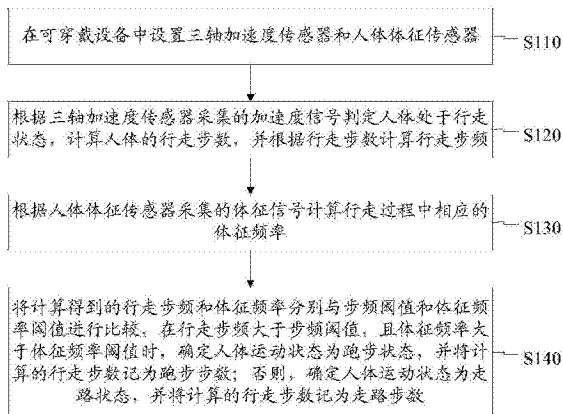
权利要求书4页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

一种人体运动状态的识别方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种人体运动状态的识别方法和装置。该方法包括：在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器；根据三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态，计算人体的行走步数，并根据行走步数计算行走步频；根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率；将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较，在行走步频大于步频阈值，且体征频率大于体征频率阈值时，确定人体运动状态为跑步状态，并将计算的行走步数记为跑步步数；否则确定人体运动状态为走路状态，并将计算的行走步数记为走路步数。本发明的技术方案有效地区分行走状态中的走路状态和跑步状态。



1. 一种人体运动状态的识别方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器;
 - 根据三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态,计算人体的行走步数,并根据所述行走步数计算行走步频;
 - 根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率;
 - 将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较,在所述行走步频大于所述步频阈值,且所述体征频率大于所述体征频率阈值时,确定人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数;否则,确定人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据检测设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号计算人体的行走步数,并根据所述行走步数计算行走步频包括:
 - 对所述加速度信号进行滤波处理,并去除滤波处理后的加速度信号中的干扰极值点;
 - 计算去除干扰极值点后的加速度信号中的有效极值点个数,该有效极值点个数为所述行走步数;
 - 统计相邻两步数之间的信号采样点个数;
 - 将所述信号采样点个数乘以信号采样时间,得到行走周期,所述行走周期的倒数即为行走步频。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述人体体征传感器为心率传感器,所述根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率具体为:根据心率传感器采集的心率信号的周期性波动计算行走过程中的心率。
4. 一种人体运动状态的识别方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器;
 - 根据三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动;
 - 以及根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴所述可穿戴设备;
 - 当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴所述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动包括:
 - 对所述三轴加速度传感器采集的加速度信号进行滤波处理,滤除直流信号;
 - 计算滤波处理后的加速度信号单位时间内的多个瞬时能量,所述瞬时能量为将单位时间均分后的每个子时段的加速度信号能量;
 - 将所述多个瞬时能量分别与第一能量阈值进行比较,在所述多个瞬时能量均小于第一能量阈值时,确定该单位时间未发生瞬时异动;否则,确定该单位时间发生瞬时异动。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴所述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态包括:
 - 将所述睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数;

将每个运动量统计时段的瞬时异动个数分别与设定的第一数目阈值进行比较,在每个运动量统计时段的瞬时异动个数均小于或等于第一数目阈值,且判断人体佩戴所述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述确定人体运动状态为睡眠状态还包括:

将所述睡眠状态统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,并统计每个时段内发生瞬时异动的个数;该深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段;

依次将每个深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数与设定的第二数目阈值进行比较,该第二数目阈值小于第一数目阈值;

在该深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数小于或等于所述第二数目阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态;

或者,

将所述睡眠状态统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,并计算每个深浅睡眠统计时段内滤波处理后的加速度信号能量;该深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段;

依次将每个深浅睡眠统计时段的加速度信号能量与设定的第二能量阈值进行比较,该第二能量阈值小于第一能量阈值;

在该深浅睡眠统计时段的加速度信号能量小于或等于所述第二能量阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态。

8. 根据权利要求4至7任一项所述的方法,其特征在于,所述人体体征传感器为心率传感器,所述根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴所述可穿戴设备具体为:根据心率传感器采集的心率信号的能量或幅度判断是否佩戴所述可穿戴设备;

或者,所述人体体征传感器为电容传感器,所述根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴所述可穿戴设备具体为:根据电容传感器采集的电容信号的能量或幅度判断是否佩戴所述可穿戴设备。

9. 一种人体运动状态的识别装置,其特征在于,所述识别装置包括:

行走步频计算单元,用于在根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态时,根据该三轴加速度传感器采集的加速度信号计算人体的行走步数,并根据所述行走步数计算行走步频;

体征频率计算单元,用于根据检测设备的人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率;

比较单元,用于将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较;

运动状态识别单元,用于在所述行走步频大于所述步频阈值,且所述体征频率大于所述体征频率阈值时,确定人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数;否则,确定人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。

10. 根据权利要求9所述的识别装置,其特征在于,所述行走步频计算单元包括:

滤波模块,用于对所述加速度信号进行滤波处理;

干扰极值点去除模块,用于去除滤波处理后的加速度信号中的干扰极值点;

极值点统计模块,用于计算去除干扰极值点后的加速度信号中的有效极值点个数,该有效极值点个数为所述行走步数;

步频计算模块,用于统计相邻两步数之间的信号采样点个数,并将所述信号采样点个数乘以信号采样时间,得到行走周期;以及用于将所述行走周期取倒数得到行走步频;

所述人体体征传感器为心率传感器,所述体征频率计算单元,具体用于根据心率传感器采集的心率信号的周期性波动计算行走过程中的心率。

11.一种人体运动状态的识别装置,适用于具有多传感器的检测设备,其特征在于,所述识别装置包括:

瞬时异动检测单元,用于根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动;

佩戴判断单元,用于根据可穿戴设备的人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴所述可穿戴设备;

运动状态识别单元,用于当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴所述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。

12.根据权利要求11所述的识别装置,其特征在于,所述瞬时异动检测单元包括:

滤波模块,用于对所述三轴加速度传感器采集的加速度信号进行滤波处理,滤除直流信号;

瞬时能量计算模块,用于计算滤波处理后的加速度信号单位时间内的多个瞬时能量,所述瞬时能量为将单位时间均分后的每个子时段的加速度信号能量;

瞬时能量判断处理模块,用于将所述多个瞬时能量分别与第一能量阈值进行比较,在所述多个瞬时能量均小于第一能量阈值时,确定该单位时间未发生瞬时异动;否则,确定该单位时间发生瞬时异动;

所述运动状态识别单元包括:

瞬时异动个数统计模块,用于将所述睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数;

瞬时异动个数比较判断模块,用于将每个运动量统计时段的瞬时异动个数分别与设定的第一数目阈值进行比较,在每个运动量统计时段的瞬时异动个数均小于或等于第一数目阈值,且判断人体佩戴所述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态。

所述运动状态识别单元还包括深浅睡眠判断模块;

所述深浅睡眠判断模块,用于将所述睡眠状态统计时间均匀划分为多个深浅睡眠统计时段,并统计每个深浅睡眠统计时段内发生瞬时异动的个数;依次将每个深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数与设定的第二数目阈值进行比较,在该深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数小于或等于所述第二数目阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态;其中,深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段,第二数目阈值小于第一数目阈值;

或者,

所述深浅睡眠判断模块,用于将所述睡眠状态统计时间均匀划分为多个深浅睡眠统计时段,并计算每个深浅睡眠统计时段内滤波处理后的加速度信号能量;依次将每个深浅睡眠统计时段的加速度信号能量与设定的第二能量阈值进行比较,在该深浅睡眠统计时段的加速度信号能量小于或等于所述第二能量阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态;其中,深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段,第二能量阈值小于第一能量阈值。

一种人体运动状态的识别方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及运动状态识别技术领域,特别涉及一种基于多传感器的人体运动状态的识别方法和装置。

背景技术

[0002] 随着社会经济的不断发展、物质生活水平的日渐提高,人们越来越关注自身健康,为自己制定各种运动方案来健身,并根据运动情况分析自身的健康状态。因此,出现了各种用于监测运动状态的设备。

[0003] 现有运动状态监测设备多是基于加速度传感器来监测人体的运动状态。如利用基于加速度传感器的计步器来统计步数,该种计步方案主要是利用人在走路或跑步的过程中,人体的多处部位都在运动,从而会产生相应的加速度,利用加速度的准周期性等特征来统计运动步数。但是这种计步方案无法有效地区分走路和跑步。因此,人们期望一种能够有效地区分走路和跑步的运动状态识别方案。

[0004] 此外,睡眠情况也会在一定程度上反映人们的身体健康状况,人们也期望能够对睡眠情况有一定的了解和把握,因此对睡眠状况的记录也是必要的。现有方案,主要是通过统计人们的睡眠状态所持续的时间来了解其睡眠质量。但是现有睡眠统计方法会引入假睡的问题,比如人在睡眠过程中会存在较长时间一动不动的情况,这种情况类似于未佩戴检测设备,设备脱离于人体静止地放置,从而有时难眠将设备静止放置的情况误判为睡眠。因此,如何解决假睡问题是睡眠状态统计中需要解决的另一个问题。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,本发明提供一种能够有效地区分走路和跑步的人体运动状态的识别方法,以及一种能够有效解决睡眠状态统计中假睡问题的人体运动状态的识别方法。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 一方面,本发明提供了一种人体运动状态的识别方法,用于有效地区分走路状态和跑步状态,该方法包括:

[0008] 在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器;

[0009] 根据三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态,计算人体的行走步数,并根据行走步数计算行走步频;

[0010] 根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率;

[0011] 将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较,在行走步频大于所述步频阈值,且体征频率大于所述体征频率阈值时,确定人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数;否则,确定人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。

[0012] 另一方面,本发明提供了一种人体运动状态的识别装置,用于有效地区分走路状态和跑步状态,该识别装置包括:

[0013] 行走步频计算单元,用于在根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态时,根据该三轴加速度传感器采集的加速度信号计算人体的行走步数,并根据行走步数计算行走步频;

[0014] 体征频率计算单元,用于根据检测设备的人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率;

[0015] 比较单元,用于将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较;

[0016] 运动状态识别单元,用于在行走步频大于所述步频阈值,且体征频率大于所述体征频率阈值时,确定人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数;否则,确定人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。

[0017] 本发明实施例提供的上述技术方案基于人在跑步状态和走路状态的步频和人体体征不同的特点,在可穿戴设备中设置多个传感器,如加速度传感器和人体体征传感器,利用加速度传感器和人体体征传感器分别采集人体运动过程中的加速度信号和人体体征信号,基于加速度信号和人体体征信号分别计算运动过程中的步频和相应的人体体征频率,结合步频和人体体征频率区分走路状态和跑步状态。

[0018] 一方面,本发明提供了一种人体运动状态的识别方法,用于有效地解决睡眠状态统计中假睡问题,该方法包括:

[0019] 在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器;

[0020] 根据三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动;

[0021] 根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴所述可穿戴设备;

[0022] 当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴上述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。

[0023] 另一方面,本发明提供了一种人体运动状态的识别装置,用于有效地解决睡眠状态统计中假睡问题,该识别装置包括:

[0024] 瞬时异动检测单元,用于根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动;

[0025] 佩戴判断单元,用于根据可穿戴设备的人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴可穿戴设备;

[0026] 运动状态识别单元,用于当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。

[0027] 本发明实施例提供的上述技术方案通过在可穿戴设备中设置多个传感器,如加速度传感器和人体体征传感器,利用加速度传感器和体征传感器分别采集人体运动过程中的加速度信号和体征信号,结合加速度信号和体征信号识别人体的睡眠状态来提高识别结果的准确性,避免了将可穿戴设备脱离于人体静止放置的情况统计到睡眠状态中。

附图说明

[0028] 图1为实施例一提供的人体运动状态的识别方法流程图;

[0029] 图2为实施例一提供的走跑过程中三轴加速度传感器在三个方向上产生的加速度信号示意图；

[0030] 图3为实施例一提供的跑步状态和走路状态的识别方法流程图；

[0031] 图4为实施例二提供的人体运动状态的识别方法流程图；

[0032] 图5为实施例二提供的睡眠过程中三轴加速度传感器在三个方向上产生的加速度信号示意图；

[0033] 图6为实施例二提供的睡眠状态识别方法流程图；

[0034] 图7为实施例三提供的人体运动状态的识别装置示意图；

[0035] 图8为实施例四提供的人体运动状态的识别装置示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0037] 实施例一：

[0038] 本实施例采用多传感器结合人体特征(如心率检测)达到更精确获得人体走路和跑步运动状态的效果。

[0039] 由于不同的行走状态，对应的步频和体征不同，因此本实施例利用具有加速度传感和体征传感器的可穿戴设备实时监测人体的运动，结合运动特征和生物特征来识别人体的行走状态。本实施例的行走状态包括走路状态和跑步状态，行走步数包括走路步数和跑步步数。

[0040] 图1为本实施例提供的人体运动状态的识别方法流程图，如图1所示，图1中的方法包括：

[0041] S110，在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器。

[0042] 由于人体在走路和跑步时的心率会有明显的不同，因此本实施例优选地利用心率传感器获取人体的心率特征。

[0043] S120，根据三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态，计算人体的行走步数，并根据行走步数计算行走步频。

[0044] S130，根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率。

[0045] 当可穿戴设备中设置的人体体征传感器为心率传感器，本步骤中根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率具体为：根据心率传感器采集的心率信号的周期性波动计算行走过程中的心率。

[0046] S140，将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较，在行走步频大于步频阈值，且体征频率大于体征频率阈值时，确定人体运动状态为跑步状态，并将计算的行走步数记为跑步步数；否则，确定人体运动状态为走路状态，并将计算的行走步数记为走路步数。

[0047] 上述步骤S120至S140的具体内容可以由可穿戴设备(如智能手表、智能手环)执行。

[0048] 本实施例基于人在跑步状态和走路状态的步频和人体体征不同的特点，设置加速度传感器和人体体征传感器，利用加速度传感器和人体体征传感器分别采集人体运动过程

中的加速度信号和人体体征信号,基于加速度信号和人体体征信号分别计算运动过程中的步频和相应的人体体征频率,结合步频和人体体征频率区分走路状态和跑步状态。

[0049] 为了更加详细地介绍本实施例识别人体运动状态的方法,本实施例通过一具体实现方案来说明。

[0050] 由于人在行走过程中,身体的各部位都在运动,从而会产生一定的加速度,且由于人走路或跑步具有一定的周期性,因而由此产生的加速度也具有一定的周期性。如图2所示,图2示出了行走过程中三轴加速度传感器在三个方向上产生的加速度信号,图2中的 a_x/g 、 a_y/g 、 a_z/g 分别是三轴加速度传感器在x轴、y轴和z轴上产生的归一化的加速度信号,g表示重力加速度。从图2中可以看出,人在走路或跑步的行走过程中,三轴加速度传感器采集到的加速度信号至少在一个坐标轴上表现出明显的周期特征。因此,可以通过统计加速度信号的极值点来确定行走步数。

[0051] 图3为本实施例提供的跑步状态和走路状态的识别方法流程图,图3所示,识别跑步状态和走路状态的方法包括:

[0052] S311,从可穿戴设备的三轴加速度传感器的输出中获取具有设定采样时长的加速度信号。

[0053] S321,从可穿戴设备的心率传感器的输出中获取具有设定采样时长的速率信号。

[0054] 需要说明的是,步骤S311的加速度信号和步骤S321中的速率信号对应为同一运动状态,且采样时长相同。本实施例中采样时长不宜过长,优选地小于5分钟。若采样时长过长,采样时长内的行走状态可能即包括走路状态又包括跑步状态,不利于对走路状态和跑步状态的区分。

[0055] S312,对加速度信号进行滤波处理。

[0056] 从图2中可以看出,三轴加速度传感器输出的加速度信号通常会包含直流分量,而该直流分量的存在会对加速度信号的分析产生干扰。因此,本实施例通过高通滤波来滤除加速度信号中的直流分量。

[0057] 此外,对于高通滤波后的加速度信号也可能会包含与不同的身体律动相对应的多种频率分量,如基频分量、倍频分量以及其它高频分量。其中,基频分量与最基本的律动关联,而且根据基频分量判断信号的准周期性会更准确。为了能够获得只有基频分量的加速度信号,需要滤除加速度信号中的高频分量。而为了滤除高频分量,需要检测出基频分量的频率,以便构造合适的滤波器滤除基频分量之外的高频分量。

[0058] 基频检测的方法很多,可以使用语音信号基音检测中常用的自相关函数方法,倒谱方法,线性预测编码方法,平均幅度差函数方法等经典方法。优选地,可以使用自相关函数方法。

[0059] 具体说,首先,对于高通滤波后的加速度信号进行衰减处理,即利用对信号能量的衰减从低频到高频递增的滤波器对该信号进行衰减处理,以抑制加速度信号中的高频分量,从而突出加速度信号中的基频分量,减小待求解基频的误差。

[0060] 然后,由下述公式求出衰减后的信号的自相关函数 $\rho(\tau)$,该自相关函数 $\rho(\tau)$ 的最大值所对应的 τ 值的倒数即为信号的基频。

$$[0061] \quad \rho(\tau) = \frac{\sum_{n=1}^N a(n)a(n-\tau)}{\sqrt{\sum_{n=1}^N a^2(n)\sum_{n=1}^N a^2(n-\tau)}}$$

[0062] 其中, $a(n)$ 为该信号的第 n 个值, N 为该信号的预定长度, 且 $1 \leq n \leq N$, τ 为延迟时间, $\rho(\tau)$ 为该信号的归一化自相关函数。

[0063] 最后, 利用基频检测所获得的基频作为截止频率设置低通或带通滤波器, 并利用该低通或带通滤波器对相应的高通滤波后的加速度信号进行低通或带通滤波。低通或带通滤波后, 可以获得较为平滑的信号, 从而便于准确统计加速度信号的极值点。

[0064] S313, 去除滤波处理后的加速度信号中的干扰极值点。

[0065] 由于行走步数只与单轴加速度信号中的极值点的数目对应, 而与这些极值点的准确位置关系不大。换言之, 只要去除合适数目的极值点, 以保证左腿和右腿各迈一步的运动周期与一个极大值点对应即可。因此, 干扰极值点的去除方法并不唯一。

[0066] 本实施例可以基于相邻极值点的时间间隔进行极值点去除处理。具体的, 将加速度信号极值点与其前一个加速度信号极值点的时间间隔小于预定阈值去除。其中, 该预定阈值远小于单轴加速度信号的基频分量的周期。在该极值点去除方法中, 对于每一组靠得较近的极值点中, 只保留最左边的一个极值点, 其余极值点则视为干扰极值点而去除。这种方式下, 通过加速度信号极值点之间的时间间隔, 去除了加速度信号极值点中的干扰极值点。

[0067] 当然, 本实施例还可以采用其他方法去除干扰极值点, 例如利用将每组时间间隔连续小于预定阈值的加速度信号极值点中的幅值非最大的加速度信号极值点去除。在该极值点去除方法中, 对于每一组靠得较近的极值点中, 只保留幅值最大的加速度信号极值点, 其余的极值点则视为干扰极值点而去除。

[0068] S314, 计算去除干扰极值点后的加速度信号中的有效极值点个数, 该有效极值点个数为行走步数。

[0069] 在本步骤中, 需要统计三个单轴加速度信号中去除干扰极值点后的加速度信号极值点的数目; 再根据每个单轴加速度信号对应的有效极值点数目确定行走步数。

[0070] 本实施例可以通过该方法确定行走步数: 如果各单轴加速度信号的能量相差不大, 则可以对各轴所对应的去除干扰极值点后的加速度信号极值点的数目进行平均, 以该平均数作为本轮计步过程所获得的行走步数; 如果各单轴加速度信号的能量相差较大, 则可以根据其中能量最大的单轴加速度信号所对应的去除干扰极值点后的加速度信号极值点的数目来确定本轮计步过程所获得的行走步数。

[0071] S315, 统计相邻两步数之间的信号采样点个数。

[0072] S316, 将信号采样点个数乘以信号采样时间, 得到行走周期, 该行走周期的倒数即为行走步频。

[0073] S322, 根据获取的心率信号的周期性波动计算行走过程中的心率。

[0074] S330, 将行走步频和心率分别与步频阈值和心率阈值进行比较, 判断行走步频是否大于步频阈值, 且心率是否大于心率阈值; 若行走步频大于步频阈值, 且心率大于心率阈值, 则执行步骤S340; 否则执行步骤S350。

[0075] 本实施例中的步频阈值和心率阈值可以根据数据统计设置,优选地,可以将步频阈值设定为2.5步/秒;将心率阈值设定为120次/分钟。

[0076] 对于一般情况而言,人的静息心率在60~100次/分钟范围内,而人在运动时,心率会增加。由于跑步相对走路的运动强度大,因而人在跑步时的心率较走路时的心率高。因此,可以根据获得的心率是否满足跑步时的心率范围设定心率阈值,例如可将心率阈值设定为120次/分钟。由于心率与年龄、身体状态和静息心率等因素有关,因此在设定心率阈值时可以参考这些方面的参数,使得走路和跑步的区分会更准确。

[0077] S340,确定当前人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数。

[0078] S350,确定当前人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。

[0079] 实施例二:

[0080] 本实施例采用多传感器结合人体特征(如心率检测)达到更精确区分人体睡眠状态和清醒状态的效果。

[0081] 本实施例将睡眠状态分为浅睡状态和深睡状态,由于不同程度的睡眠状态对应的运动能量不同,而且可穿戴设备静止放置时与人体佩戴可穿戴设备进入睡眠状态时,人体体征传感器输出的人体体征信号并不相同。因此,本实施例利用具有加速度传感和人体体征传感器的可穿戴设备,结合运动特征和人体体征来识别人体的睡眠状态。

[0082] 图4为本实施例提供的人体运动状态的识别方法流程图,如图4所示,图4中的方法包括:

[0083] S410,在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器。

[0084] 本实施例优选地利用心率传感器获取心率体征,或利用电容传感器获取人体皮肤的电容性体征。

[0085] S420,根据三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动。

[0086] 由于人在进入睡眠状态时,大部分时间处于无动作的呼吸状态,只偶尔会出现翻身、惊吓、抽搐等瞬时异动行为。因此,本实施例的加速度信号具有如图5所示的特征,图5为睡眠过程中三轴加速度传感器在三个方向上产生的加速度信号示意图,如图5所示,人在睡眠过程中,大多数时间加速度信号是非常小而平缓的,睡眠过程中出现异动(例如在图5中600~610秒时间段出现的翻身等瞬时异动)的时间占整个睡眠时间的比例很小。

[0087] 基于睡眠状态加速度信号的特征,本实施例通过分析睡眠状态统计时间内瞬时异动发生的次数来定量地分析睡眠的质量。

[0088] S430,根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴上述可穿戴设备。

[0089] 当该可穿戴设备设置的人体体征传感器为心率传感器,本步骤中根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴上述可穿戴设备具体为:根据心率传感器采集的心率信号的能量或幅度判断是否佩戴上述可穿戴设备。

[0090] 当该可穿戴设备设置的人体体征传感器为电容传感器,本步骤中根据人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴上述可穿戴设备具体为:根据电容传感器采集的电容信号的能量或幅度判断是否佩戴上述可穿戴设备。

[0091] S440,当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴上述可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。

[0092] 本实施例利用加速度传感器和体征传感器分别采集人体运动过程中的加速度信号和体征信号,结合加速度信号和体征信号识别人体的睡眠状态来提高识别结果的准确性,避免了将可穿戴设备脱离于人体静止放置的情况统计到睡眠状态中。

[0093] 本实施例步骤S420中根据三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动包括:

[0094] 对三轴加速度传感器采集的加速度信号进行滤波处理,滤除直流信号;

[0095] 计算滤波处理后的加速度信号单位时间内的多个瞬时能量,该瞬时能量为将单位时间均分后的每个子时段的加速度信号能量;

[0096] 将多个瞬时能量分别与第一能量阈值进行比较,在该多个瞬时能量均小于第一能量阈值时,确定该单位时间未发生瞬时异动;否则,确定该单位时间发生瞬时异动。

[0097] 则本实施例步骤S440中当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态包括:

[0098] 将睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数;

[0099] 将每个运动量统计时段的瞬时异动个数分别与设定的第一数目阈值进行比较,在每个运动量统计时段的瞬时异动个数均小于或等于第一数目阈值,且判断人体佩戴可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态。

[0100] 进一步地,在执行步骤S440后,该运动状态识别方法还包括:

[0101] 将睡眠状态统计时间按照一定条件划分为多个深浅睡眠统计时段,并统计每个深浅睡眠统计时段内发生瞬时异动的个数;该深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段;

[0102] 依次将每个深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数与设定的第二数目阈值进行比较;由于人处于深睡状态时,翻身、挠痒等异动动作个数小于人处于浅睡状态,从而为了进一步细分睡眠状态中的深睡状态和浅睡状态,需要使第二数目阈值小于第一数目阈值;

[0103] 在该深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数小于或等于第二数目阈值时,确定该时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态。

[0104] 或者,

[0105] 将深浅睡眠统计时间按照一定条件划分为多个深浅睡眠统计时段,并计算每个深浅睡眠统计时段内滤波处理后的加速度信号能量;该深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段;

[0106] 依次将每个深浅睡眠统计时段的加速度信号能量与设定的第二能量阈值进行比较;由于人处于深睡状态时,翻身、挠痒等异动动作个数小于人处于浅睡状态,从而为了进一步细分睡眠状态中的深睡状态和浅睡状态,需要使该第二能量阈值小于第一能量阈值;

[0107] 在该深浅睡眠统计时段的加速度信号能量小于或等于所述第二能量阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态。

[0108] 其中,上述将深浅睡眠统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,可以采用静态划分方法,如按固定时长将睡眠统计时间均匀划分为多个深浅睡眠统计时段;也可以采用动

态划分方法,如在深浅睡眠统计时间内将设定长度的窗口按照设定步长移动,将移动重叠窗将划分为多个深浅睡眠统计时段。

[0109] 为了更加详细地介绍本实施例识别人体运动状态的方法,本实施例通过一具体实现方案来说明。

[0110] 图6为本实施例提供的睡眠状态识别方法流程图,如图6所示,该睡眠状态的识别方法包括:

[0111] S611,从可穿戴设备的三轴加速度传感器的输出中获取加速度信号。

[0112] 如图5所示,睡眠过程中大多数时间的加速度信号是非常小而平缓的,睡眠过程中出现翻身、挠痒等异动的的时间占整个睡眠时间的比例很小。因此,在分析睡眠产生的加速度信号时,信号的采样长度应该较大,以保证能够采集到睡眠过程中的异动信号。

[0113] S621,从可穿戴设备的人体体征传感器的输出中获取人体体征信号。

[0114] 需要说明的是,步骤S611的加速度信号和步骤S621中的人体体征信号对应为同一运动状态,且采样时长相同。

[0115] 本实施例中的人体体征传感器优选为心率传感器或电容传感器。

[0116] S612,将睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数。

[0117] 本步骤中通过下述方法计算每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数:

[0118] 首先,对加速度信号进行滤波处理,滤除直流信号。

[0119] 从图5中可以看出,三轴加速度传感器输出的加速度信号通常会包含直流分量,而该直流分量的存在会对加速度信号的分析产生干扰。因此,本实施例通过高通滤波来滤除加速度信号中的直流分量。

[0120] 然后,计算滤波处理后的加速度信号单位时间内的多个瞬时能量,该瞬时能量为将单位时间均分后的每个子时段的加速度信号能量。

[0121] 本实施例中的单位时间不宜过长,也不宜过短,单位时间过长不便于统计异动,过短则容易将一个瞬时异动行为统计为两个或者统计为多个;单位时间优选为1秒钟。

[0122] 本实施例将1秒钟的单位时间均分为两个子时段,每个子时段的时长为0.5秒钟,通过下述公式计算每个子时段的瞬时能量STD:

$$[0123] \quad STD = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (s_i - s_0)^2}, \quad s_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i$$

[0124] 其中, s_i 为加速度信号的第*i*个值, N 为加速度信号的长度, $N=0.5$,且 $1 \leq i \leq N$, s_0 为加速度信号的平均值。

[0125] 接着,将该多个瞬时能量分别与第一能量阈值进行比较,在多个瞬时能量均小于第一能量阈值时,确定该单位时间未发生瞬时异动;否则,确定该单位时间发生瞬时异动。

[0126] 由于呼吸运动所产生的能量很小,因此本实施例的第一能量阈值需要能够将表征翻身、挠痒的瞬时异动和呼吸运动区分开。优选地第一能量阈值为接近零的值。

[0127] 当将1秒钟的单位时间均分为两个子时段时,若这两个子时段的瞬时能量中的一个子时段的瞬时能量大于第一能量阈值,则确定该单位时间内发生瞬时异动。

[0128] 最后,将睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数。

[0129] 本实施例中的睡眠状态统计时间范围为20分钟~60分钟,优选为30分钟;运动量统计时段的时间长度范围为1分钟~3分钟。

[0130] 当睡眠状态统计时间为30分钟,运动量统计时段的时间长度为1分钟时,本步骤具体为,将睡眠状态统计时间30分钟按照1分钟的时间长度均匀划分为30个运动量统计时段,并统计每分钟内发生的瞬时异动个数。

[0131] S622,根据人体体征信号的能量或幅度判断是否佩戴可穿戴设备。

[0132] 当可穿戴设备中设置的人体体征传感器为心率传感器时,则根据心率信号的能量或幅度判断是否佩戴该可穿戴设备;当可穿戴设备中设置的人体体征传感器为电容传感器时,则根据电容信号的能量或幅度判断是否佩戴该可穿戴设备。

[0133] S630,判断每个运动量统计时段的瞬时异动个数是否均小于或等于第一数目阈值,以及判断是否佩戴可穿戴设备;若每个运动量统计时段的瞬时异动个数均小于或等于第一数目阈值,且判断人体佩戴可穿戴设备,则执行步骤S640;否则执行步骤S650。

[0134] 本实施例中的第一数目阈值范围为0~60,优选为30。

[0135] 本实施例中的第一数目阈值范围为0~80,优选为30。

[0136] S640,确定当前人体运动状态为睡眠状态,并执行步骤S660。

[0137] S650,确定当前人体运动状态为清醒状态。

[0138] S660,将睡眠状态统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,并统计每个时段内发生瞬时异动的个数;该深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段。

[0139] 本实施例中的深浅睡眠统计时段的时间长度范围为4分钟~10分钟,可以采用静态划分方法将深浅睡眠统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,假设深浅睡眠统计时段的时间长度为5分钟,则可以将睡眠状态统计时间30分钟按照5分钟的时间长度均匀划分为6个深浅睡眠统计时段。

[0140] 本实施例中还可以采用加窗移动的动态方法来划分深浅睡眠统计时段,假设所加窗的窗口长度为5分钟、移动步长为1分钟,则可以将睡眠状态统计时间30分钟按照5分钟的时间长度均匀划分为29个深浅睡眠统计时段。

[0141] S670,依次将每个深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数与设定的第二数目阈值进行比较,当该深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数小于或等于第二数目阈值时,执行步骤S680;否则执行步骤S690。

[0142] 本步骤中的第二数目阈值小于第一数目阈值,第二数目阈值范围为0~15。

[0143] 需要说明的是,在本实施例的步骤S660中,还可以计算每个深浅睡眠统计时段内滤波处理后的加速度信号能量;

[0144] 则步骤S670对应为:依次将每个深浅睡眠统计时段的加速度信号能量与第二能量阈值进行比较,当该深浅睡眠统计时段的加速度信号能量小于或等于第二能量阈值时,执行步骤S680;否则执行步骤S690。其中第二能量阈值小于第一能量阈值。

[0145] S680,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深睡状态。

[0146] S690,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为浅睡状态。

[0147] 实施例三:

[0148] 基于与实施例一相同的技术构思,本实施例提供了一种人体运动状态的识别装置。

[0149] 图7为本实施例提供的人体运动状态的识别装置示意图,如图7所示,图7中的识别装置包括:

[0150] 行走步频计算单元71,用于在根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态时,根据该三轴加速度传感器采集的加速度信号计算人体的行走步数,并根据该行走步数计算行走步频。

[0151] 体征频率计算单元72,用于根据检测设备的人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率。

[0152] 比较单元73,用于将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较。

[0153] 运动状态识别单元74,用于在行走步频大于步频阈值,且体征频率大于体征频率阈值时,确定人体运动状态为跑步状态,并将计算的行走步数记为跑步步数;否则,确定人体运动状态为走路状态,并将计算的行走步数记为走路步数。

[0154] 其中,行走步频计算单元71包括:

[0155] 滤波模块,用于对加速度信号进行滤波处理;

[0156] 干扰极值点去除模块,用于去除滤波处理后的加速度信号中的干扰极值点;

[0157] 极值点统计模块,用于计算去除干扰极值点后的加速度信号中的有效极值点个数,该有效极值点个数为行走步数;

[0158] 步频计算模块,用于统计相邻两步数之间的信号采样点个数,并将信号采样点个数乘以信号采样时间,得到行走周期;以及用于将行走周期取倒数得到行走步频。

[0159] 在本实施例中,若可穿戴设备中设置的人体体征传感器为心率传感器,则体征频率计算单元72,具体用于根据心率传感器采集的心率信号的周期性波动计算行走过程中的心率。

[0160] 实施例四:

[0161] 基于与实施例二相同的技术构思,本实施例提供了一种人体运动状态的识别装置。

[0162] 图8为本实施例提供的人体运动状态的识别装置示意图,如图8所示,图8中的识别装置包括:

[0163] 瞬时异动检测单元81,用于根据可穿戴设备的三轴加速度传感器采集的加速度信号检测人体的瞬时异动。

[0164] 佩戴判断单元82,用于根据检测设备的人体体征传感器采集的体征信号判断是否佩戴该可穿戴设备。

[0165] 运动状态识别单元83,用于当睡眠状态统计时间内检测到的瞬时异动的个数小于或等于设定的第一数目阈值,且判断人体佩戴该可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态;否则,确定人体运动状态为清醒状态。

[0166] 其中,瞬时异动检测单元81包括:

[0167] 滤波模块,用于对三轴加速度传感器采集的加速度信号进行滤波处理,滤除直流信号;

[0168] 瞬时能量计算模块,用于计算滤波处理后的加速度信号单位时间内的多个瞬时能量,该瞬时能量为将单位时间均分后的每个子时段的加速度信号能量;

[0169] 瞬时能量判断处理模块,用于将该多个瞬时能量分别与第一能量阈值进行比较,在该多个瞬时能量均小于第一能量阈值时,确定该单位时间未发生瞬时异动;否则,确定该单位时间发生瞬时异动。

[0170] 则运动状态识别单元83包括:

[0171] 瞬时异动个数统计模块,用于将睡眠状态统计时间均匀划分为多个运动量统计时段,并统计每个运动量统计时段内发生瞬时异动的个数;

[0172] 瞬时异动个数比较判断模块,用于将每个运动量统计时段的瞬时异动个数分别与设定的第一数目阈值进行比较,在每个运动量统计时段的瞬时异动个数均小于或等于第一数目阈值,且判断人体佩戴该可穿戴设备时,确定人体运动状态为睡眠状态。

[0173] 进一步地,运动状态识别单元83还包括深浅睡眠判断模块;

[0174] 该深浅睡眠判断模块,用于将睡眠状态统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,并统计每个深浅睡眠统计时段内发生瞬时异动的个数;依次将每个深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数与设定的第二数目阈值进行比较,在该深浅睡眠统计时段的瞬时异动个数小于或等于所述第二数目阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态;其中,深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段,第二数目阈值小于第一数目阈值;

[0175] 或者,

[0176] 深浅睡眠判断模块,用于将睡眠状态统计时间划分为多个深浅睡眠统计时段,并计算每个深浅睡眠统计时段内滤波处理后的加速度信号能量;依次将每个深浅睡眠统计时段的加速度信号能量与设定的第二能量阈值进行比较,在该深浅睡眠统计时段的加速度信号能量小于或等于所述第二能量阈值时,确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为深度睡眠状态;否则确定该深浅睡眠统计时段内的睡眠状态为轻度睡眠状态;其中,深浅睡眠统计时段的时间长度大于运动量统计时段,第二能量阈值小于第一能量阈值。

[0177] 综上所述,本发明提供了一种能够有效地区分走路和跑步的人体运动状态的识别方法和装置,本发明的该技术方案基于人在跑步状态和走路状态的步频和人体体征不同的特点,在可穿戴设备中设置加速度传感器和人体体征传感器,利用加速度传感器和人体体征传感器分别采集人体运动过程中的加速度信号和人体体征信号,基于加速度信号和人体体征信号分别计算运动过程中的步频和相应的人体体征频率,结合步频和人体体征频率区分走路状态和跑步状态。以及本发明还提供了一种能够有效地解决睡眠状态统计中假睡问题的人体运动状态的识别方法和装置,本发明的该技术方案通过在可穿戴设备中设置加速度传感器和人体体征传感器,利用加速度传感器和体征传感器分别采集人体运动过程中的加速度信号和体征信号,结合加速度信号和体征信号识别人体的睡眠状态来提高识别结果的准确性,避免了将可穿戴设备脱离于人体静止放置的情况统计到睡眠状态中。

[0178] 为了便于清楚描述本发明实施例的技术方案,在发明的实施例中,采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分,本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定。

[0179] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

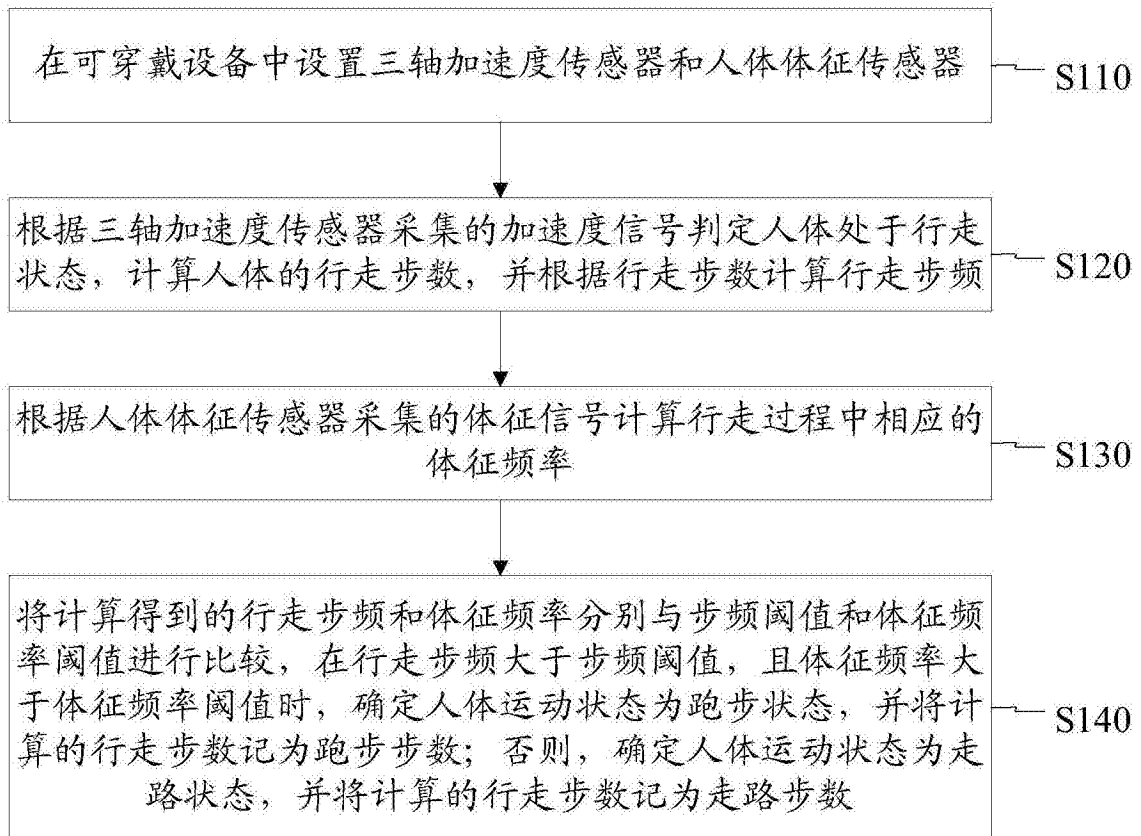


图1

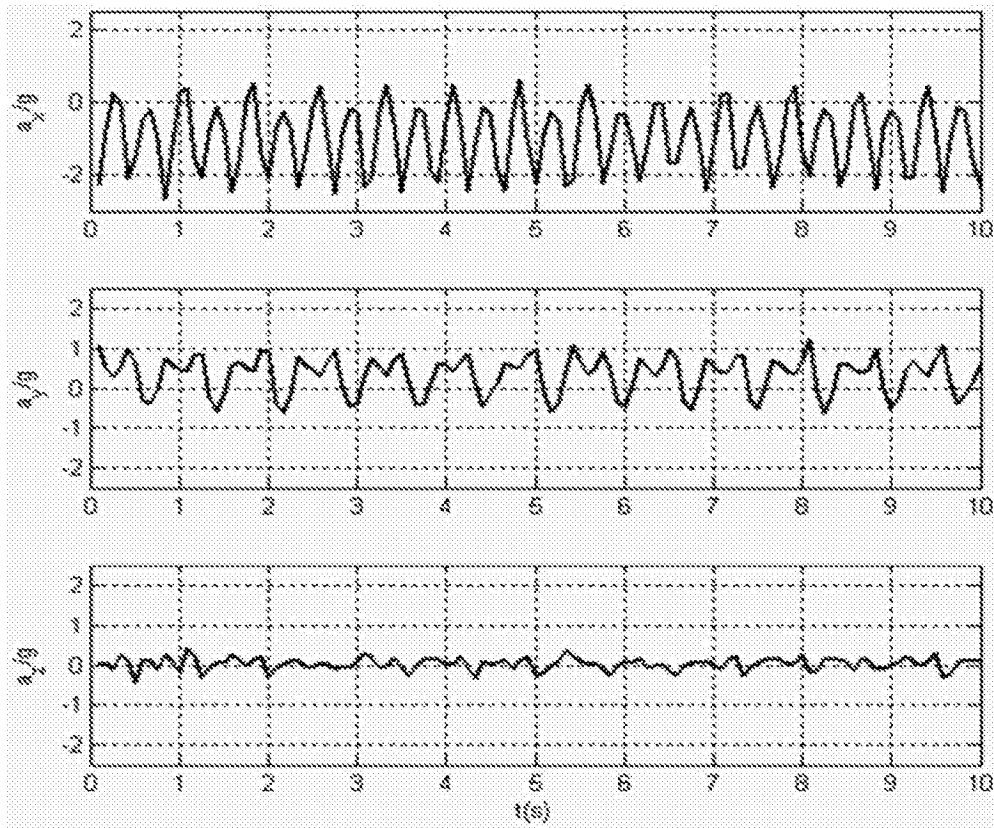


图2

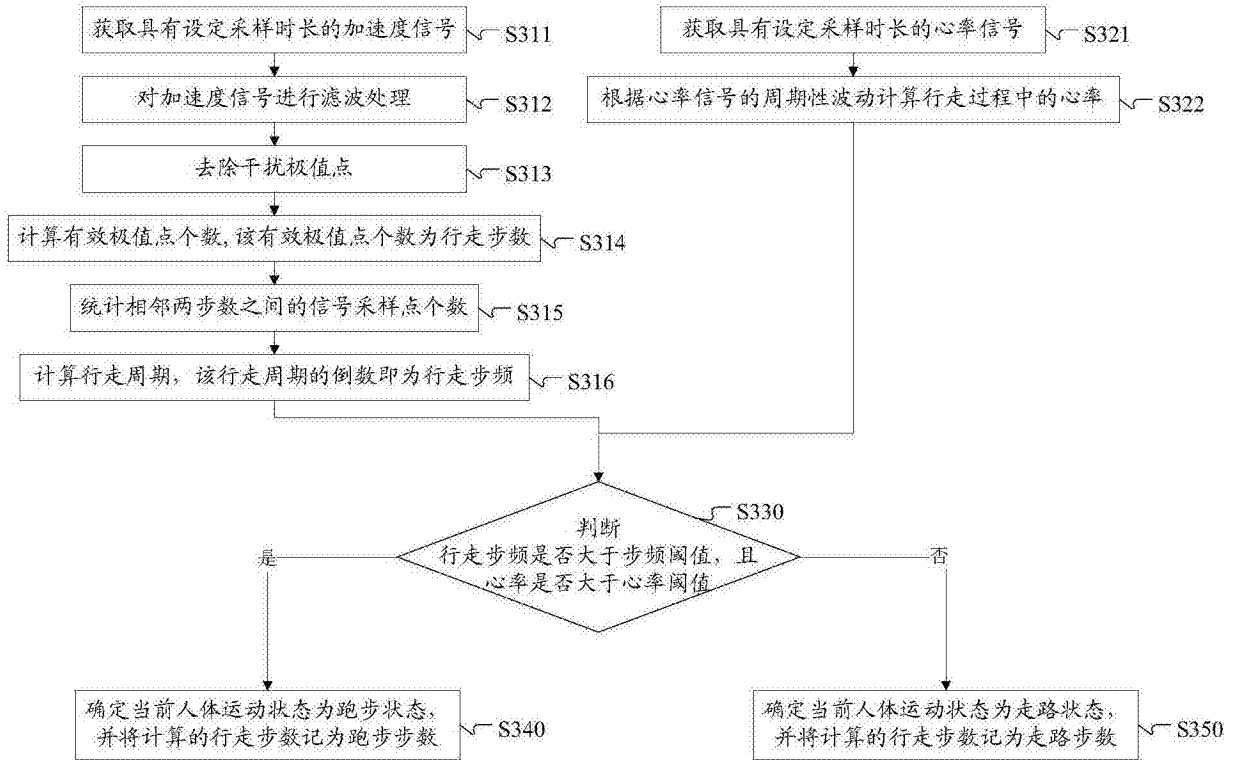


图3

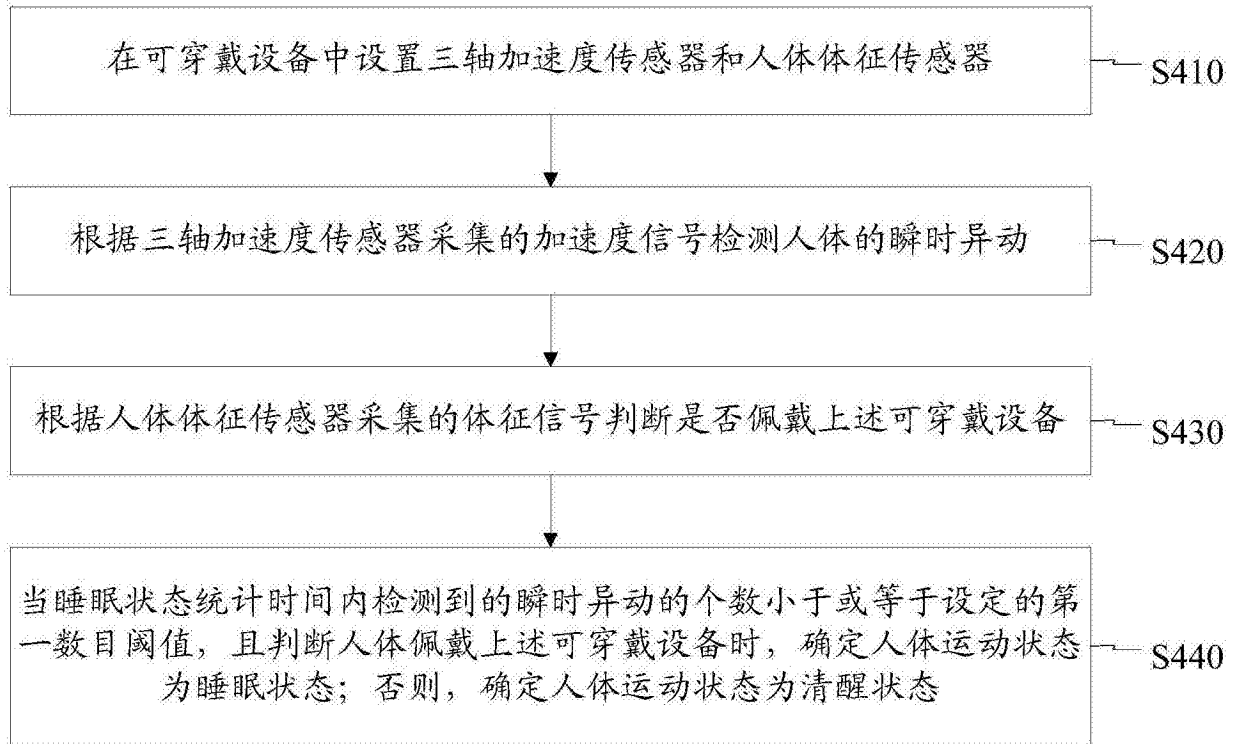


图4

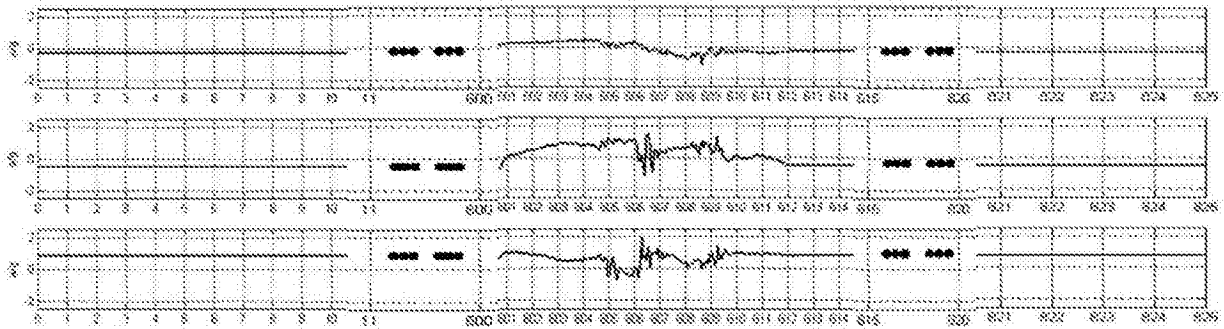


图5

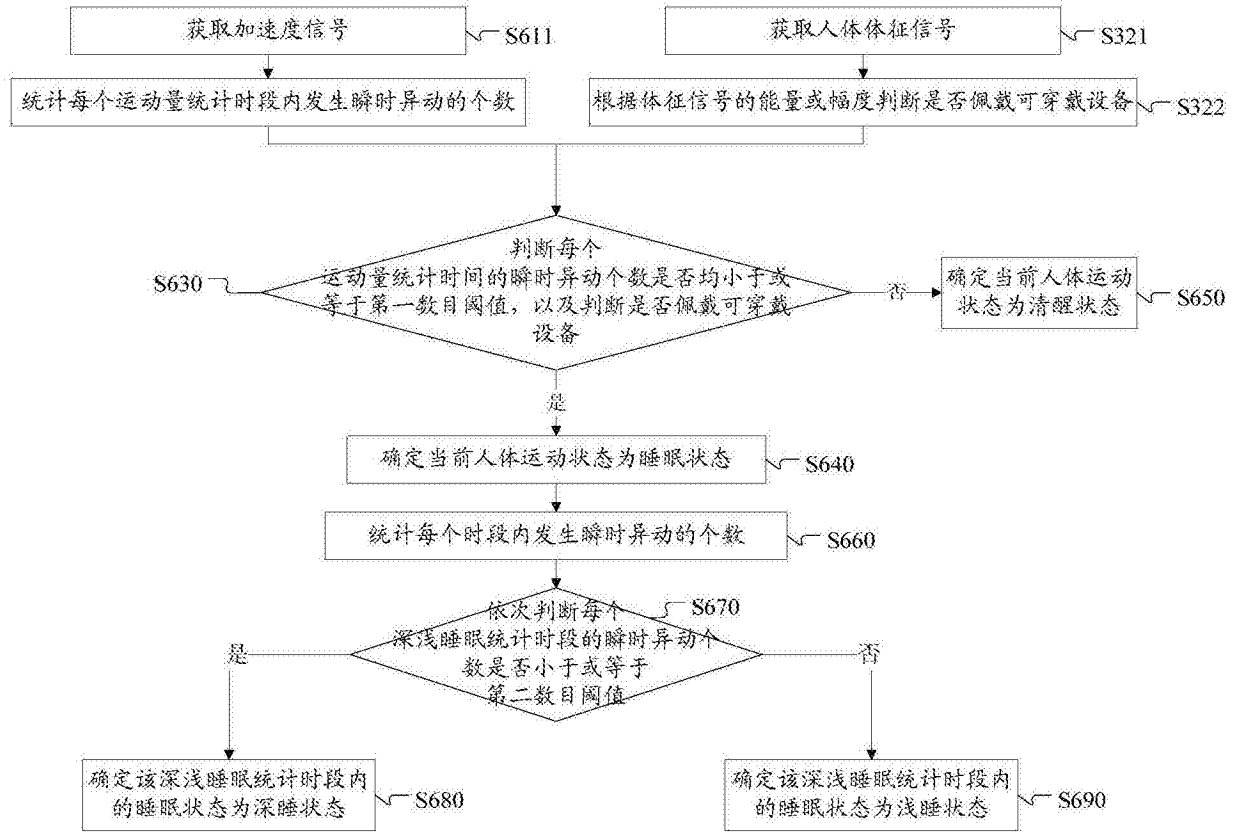


图6

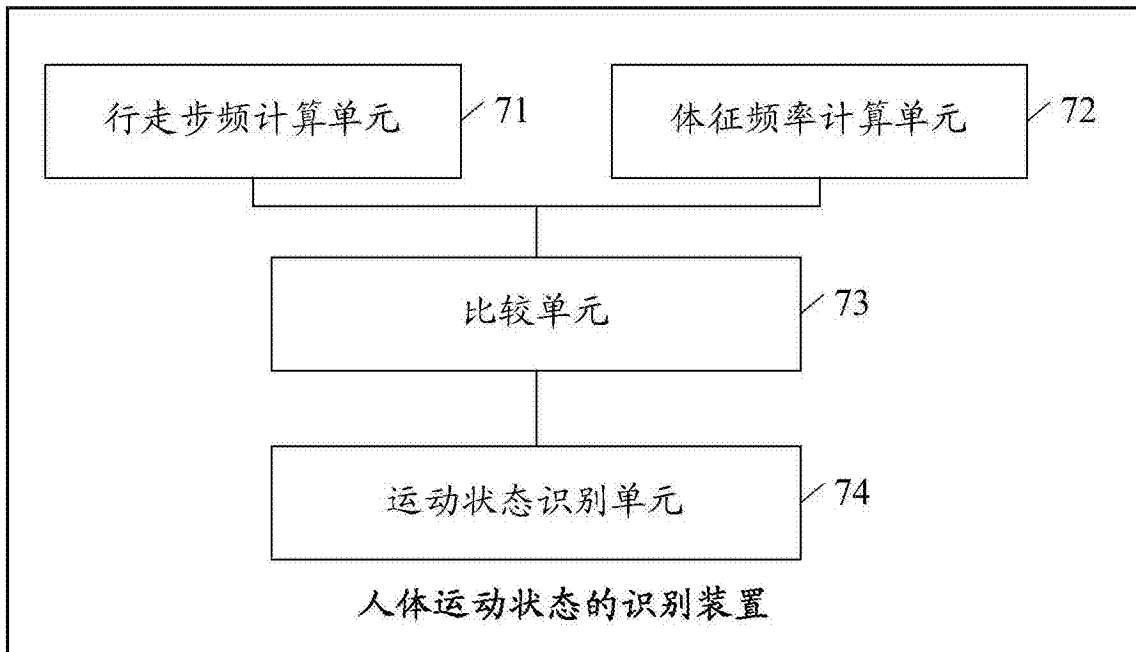


图7

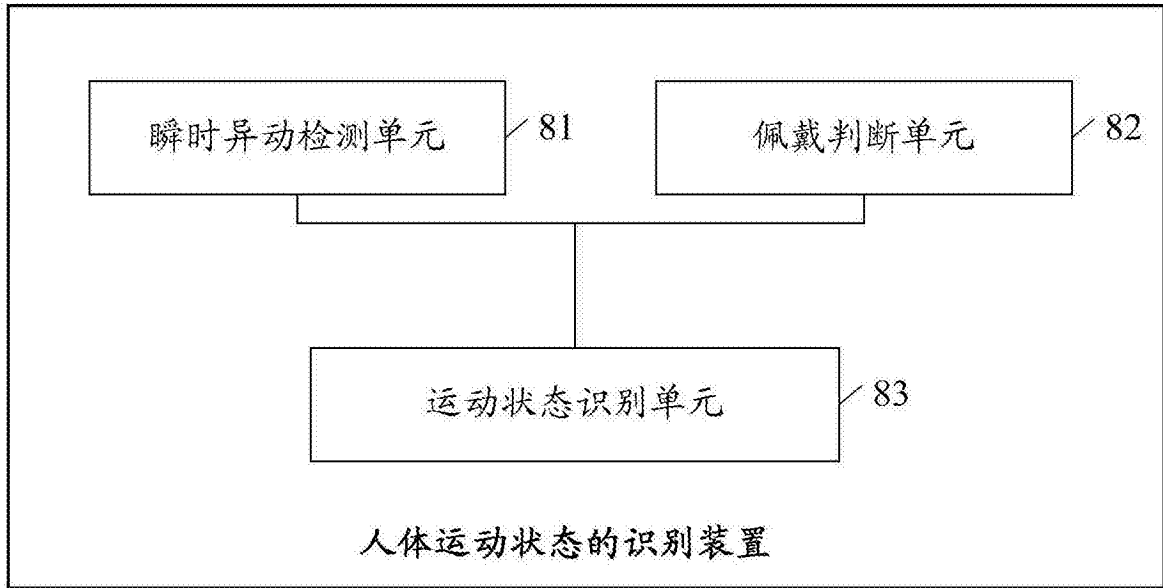


图8

专利名称(译)	一种人体运动状态的识别方法和装置		
公开(公告)号	CN105496416A	公开(公告)日	2016-04-20
申请号	CN201511003580.0	申请日	2015-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	歌尔声学股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	歌尔声学股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	歌尔声学股份有限公司		
[标]发明人	李波 李娜		
发明人	李波 李娜		
IPC分类号	A61B5/11 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/1123 A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/1116 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B5/6801 A61B5/681 A61B5/6843 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7246 A61B5/7278 A61B2562/0219 G01C22/006 A61B5/1118 A61B5/4815		
其他公开文献	CN105496416B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种人体运动状态的识别方法和装置。该方法包括：在可穿戴设备中设置三轴加速度传感器和人体体征传感器；根据三轴加速度传感器采集的加速度信号判定人体处于行走状态，计算人体的行走步数，并根据行走步数计算行走步频；根据人体体征传感器采集的体征信号计算行走过程中相应的体征频率；将计算得到的行走步频和体征频率分别与步频阈值和体征频率阈值进行比较，在行走步频大于步频阈值，且体征频率大于体征频率阈值时，确定人体运动状态为跑步状态，并将计算的行走步数记为跑步步数；否则确定人体运动状态为走路状态，并将计算的行走步数记为走路步数。本发明的技术方案有效地区分行走状态中的走路状态和跑步状态。

