



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107773967 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(21)申请号 201711015722.4

G06F 17/30(2006.01)

(22)申请日 2017.10.25

(71)申请人 公安部物证鉴定中心

地址 100038 北京市西城区木樨地南里17号

(72)发明人 赵露 康艳荣 龙源 邢桂东  
郭丽莉 周冬林 楚川红

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐宁 孙楠

(51)Int.Cl.

A63B 71/06(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

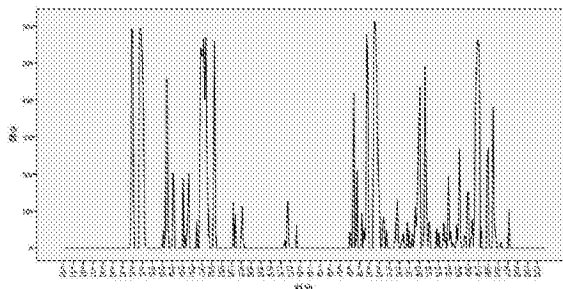
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征在于包括以下步骤:1)对采用智能手表收集的基础数据和测量数据进行提取和解析,测量数据包括步数、卡路里和心率;2)根据步数变化和心率变化对某一测量时间段内的测量数据进行划分,得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据;3)基于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据,对人体运动特征状态进行分析,得到人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系。本发明的方法简单可行,计算结果准确,可以广泛应用于基于电子数据对人体运动特征进行分析的领域。



1. 一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征包括以下步骤:

1) 对采用智能手表收集的各取样个体的基础数据和测量数据进行提取和解析,所述测量数据包括步数、卡路里和心率;

2) 根据步数变化和心率变化对任一测量时间段内的测量数据进行划分,得到该测量时间段内取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据;

3) 基于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据,对人体运动特征状态进行分析,得到人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系。

2. 如权利要求1所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征包括:所述步骤1)中,对采用智能手表收集基础数据和步数、心率和卡路里测量数据进行提取和解析的方法,包括以下步骤:

1.1) 采用智能手表采集各取样个体的基础数据,同时周期性的采集各取样个体的测量数据;

1.2) 将各智能手表采集的基础数据和测量数据周期性的上传到移动终端进行存储;

1.3) 将各移动终端中存储的基础数据和测量数据提取到计算机终端,以便进行数据处理。

3. 如权利要求2所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征包括:所述步骤1.1)中,采用智能手表收集基础数据和测量数据的方法,包括以下步骤:

1.1.1) 根据实验要求,确定智能手表类型以及取样个体;

1.1.2) 根据确定的智能手表类型以及取样个体,确定需要收集的基础数据和测量数据类型;

1.1.3) 智能手表周期性的采集各取样个体在正常的日常活动中的相关测量数据,并上传到移动终端。

4. 如权利要求1所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征包括:所述步骤2)中,对测量数据进行划分,得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据的方法,包括以下步骤:

2.1) 按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的步数进行和运算,得到和运算结果满足预设步数变化值的取样节点对应的时间段;

2.2) 按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的心率数据进行和运算,得到和运算结果满足预设心率变化值的取样节点对应的时间段;

2.3) 根据得到的和运算满足预设步数变化值和预设心率变化值的取样节点对应的时间段,以及不同运动类型对应的步数和心率变化,得到各取样个体处于运动状态的时间段,其他时间段则为处于正常状态的时间段。

5. 如权利要求4所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征包括:所述步骤2.1)中,得到的取样节点的样本点数据满足下式:

$$S_i = \begin{cases} 0, & s_{i-1} + s_i \geq S_0 \\ 1, & s_{i-1} + s_i < S_0 \end{cases}$$

其中, $s_i$ 表示取样节点*i*对应的步数, $s_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的步数, $S_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的步数和; $S_0$ 表示运动条件预设值。

6. 如权利要求4所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征在于:所述步骤2.2)中,得到的取样节点的样本点数据满足下式:

$$H_i = \begin{cases} 0, & h_{i-1} + h_i \geq H_0, \\ 1, & h_{i-1} + h_i < H_0 \end{cases}$$

其中, $h_i$ 表示取样节点*i*对应的心率, $h_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的心率, $S_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的心率和, $H_0$ 为预设心率变化值。

7. 如权利要求1所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征在于:所述步骤3)中,人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系的获得方法,包括以下步骤:

3.1) 对所有取样个体的测量数据进行统计分析,得到所有取样个体的活动状态分析结果,包括所有取样个体的平均步数、卡路里值和心率值;

3.2) 随机抽取若干取样个体,采用非参数检验方法对各取样个体在任一测量时间段内运动状态和运动状态前、后正常状态对应的步数、卡路里和心率变化进行分析,得到运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征;

3.3) 根据得到的运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征,用于指导判断各取样个体处于运动状态或正常状态。

8. 如权利要求7所述的一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征在于:所述步骤3.2)中,采用非检验方法对各取样个体的数据进行分析的方法,包括以下步骤:

3.2.1) 假设任一取样个体的测量数据也即样本记录总体分布关于点 $\theta$ 对称,同时假设样本记录总体分布对称,进而得到检验假设 $H_0: \theta = \theta_0$ ,其中, $\theta_0$ 为检验总体中位数;

3.2.2) 在步骤3.2.1)的检验假设前提下,计算各取样节点对应的样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ ,计算公式为:

$$z_i = x_i - \theta_0, i = 1, 2, \dots, n,$$

其中, $i$ 为该取样个体的取样节点序号, $x_i$ 为该取样节点对应的样本点值, $z_i$ 为样本点到 $\theta_0$ 的距离;

3.2.3) 对步骤3.2.2)中得到的差值取绝对值,根据差值绝对值的大小对各取样节点对应的样本点进行排序,并计算得到各样本点对应的秩次 $R_i$ ;

3.2.4) 根据步骤3.2.2)中得到的各样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ 以及步骤3.2.3)中得到的各样本点的秩次 $R_i$ ,计算得到初始检验统计量 $W^+$ 和 $W^-$ ;

$$W^+ = \sum_{i=1}^n u_i R_i, \text{其中 } u_i = \begin{cases} 1, & z_i > 0 \\ 0, & z_i \leq 0 \end{cases},$$

$$W^- = \sum_{i=1}^n v_i R_i, \text{其中 } v_i = \begin{cases} 1, & z_i < 0 \\ 0, & z_i \geq 0 \end{cases},$$

3.2.5) 根据得到的初始检验统计量判断步骤3.2.1)中假设是否成立,并进而得到该取样个体的样本记录总体实际的检验统计量值;

3.2.6) 根据得到的实际的检验统计量值,得到该取样个体的样本数据的差异性结果。

## 一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及人物运动特征分析领域,特别是关于一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法。

### 背景技术

[0002] 智能手表作为可穿戴设备的一种,功能齐全、使用便捷,在健康监测等方面有重要的作用。智能手表的人体活动特征监测中比较常见的两项监测功能是心率数据监测和计步数据监测。为了实现更强大的智能和更突出的用户体验,智能手表系统中大量运用了高精度的各类传感器件,包括定位、重力、方向、加速度等等。通过物理器件以特定的频率设定或者某种事件触发等方式完成对周边环境数据信息的动态抓取与实时捕捉、数据预处理、去除噪声突变误差、动态移动的时空数据存储一系列过程,实现了精准的人体活动特征监测。通过这些精准的人体活动监测在老人防摔倒、儿童防丢失、青年人运动和健身等相关领域发挥了重要的作用,在社会生活中越来越受到广泛关注和应用。

[0003] 但是,由于智能手表是近两年爆发式增长的电子产品,目前还没有智能手表中电子数据的提取与解析方法,也没有基于该类智能手表数据的人物运动特征分析方法。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,通过对从智能手表中提取的测量数据的分析,得到人体运动特征状态与心率和卡路里变化的对应关系。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,其特征在于包括以下步骤:1)对采用智能手表收集的各取样个体的基础数据和测量数据进行提取和解析,所述测量数据包括步数、卡路里和心率;2)根据步数变化和心率变化对任一测量时间段内的测量数据进行划分,得到该测量时间段内取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据;3)基于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据,对人体运动特征状态进行分析,得到人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系。

[0006] 所述步骤1)中,对采用智能手表收集基础数据和步数、心率和卡路里测量数据进行提取和解析的方法,包括以下步骤:1.1)采用智能手表采集各取样个体的基础数据,同时周期性的采集各取样个体的测量数据;1.2)将各智能手表采集的基础数据和测量数据周期性的上传到移动终端进行存储;1.3)将各移动终端中存储的基础数据和测量数据提取到计算机终端,以便进行数据处理。

[0007] 所述步骤1.1)中,采用智能手表收集基础数据和测量数据的方法,包括以下步骤:1.1.1)根据实验要求,确定智能手表类型以及取样个体;1.1.2)根据确定的智能手表类型以及取样个体,确定需要收集的基础数据和测量数据类型;1.1.3)智能手表周期性的采集各取样个体在正常的日常活动中的相关测量数据,并上传到移动终端。

[0008] 所述步骤2)中,对测量数据进行划分,得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据的方法,包括以下步骤:2.1)按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的步数进行和运算,得到和运算结果满足预设步数变化值的取样节点对应的时间段;2.2)按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的心率数据进行和运算,得到和运算结果满足预设心率变化值的取样节点对应的时间段;2.3)根据得到的和运算满足预设步数变化值和预设心率变化值的取样节点对应的时间段,以及不同运动类型对应的步数和心率变化,得到各取样个体处于运动状态的时间段,其他时间段则为处于正常状态的时间段。

[0009] 所述步骤2.1)中,得到的取样节点的样本点数据满足下式:

$$[0010] \quad S_i = \begin{cases} 0, & s_{i-1} + s_i \geq S_0 \\ 1, & s_{i-1} + s_i < S_0 \end{cases}$$

[0011] 其中, $s_i$ 表示取样节点*i*对应的步数, $s_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的步数, $S_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的步数和; $S_0$ 表示运动条件预设值。

[0012] 所述步骤2.2)中,得到的取样节点的样本点数据满足下式:

$$[0013] \quad H_i = \begin{cases} 0, & h_{i-1} + h_i \geq H_0 \\ 1, & h_{i-1} + h_i < H_0 \end{cases}$$

[0014] 其中, $h_i$ 表示取样节点*i*对应的心率, $h_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的心率, $S_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的心率和, $H_0$ 为预设心率变化值。

[0015] 所述步骤3)中,人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系的获得方法,包括以下步骤:3.1)对所有取样个体的测量数据进行统计分析,得到所有取样个体的活动状态分析结果,包括所有取样个体的平均步数、卡路里值和心率值;3.2)随机抽取若干取样个体,采用非参数检验方法对各取样个体在任一测量时间段内运动状态和运动状态前、后正常状态对应的步数、卡路里和心率变化进行分析,得到运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征;3.3)根据得到的运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征,用于指导判断各取样个体处于运动状态或正常状态。

[0016] 所述步骤3.2)中,采用非检验方法对各取样个体的数据进行分析的方法,包括以下步骤:

[0017] 3.2.1)假设任一取样个体的测量数据也即样本记录总体分布关于点 $\theta$ 对称,同时假设样本记录总体分布对称,进而得到检验假设 $H_0: \theta = \theta_0$ ,其中, $\theta_0$ 为检验总体中位数;

[0018] 3.2.2)在步骤3.2.1)的检验假设前提下,计算各取样节点对应的样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ ,计算公式为:

$$[0019] \quad z_i = x_i - \theta_0, i = 1, 2, \dots, n,$$

[0020] 其中, $i$ 为该取样个体的取样节点序数, $x_i$ 为该取样节点对应的样本点值, $z_i$ 为样本点到 $\theta_0$ 的距离;

[0021] 3.2.3)对步骤3.2.2)中得到的差值取绝对值,根据差值绝对值的大小对各取样节点对应的样本点进行排序,并计算得到各样本点对应的秩次 $R_i$ ;

[0022] 3.2.4)根据步骤3.2.2)中得到的各样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ 以及步骤3.2.3)中得到的各样本点的秩次 $R_i$ ,计算得到初始检验统计量 $W^+$ 和 $W^-$ ;

[0023]  $W^+ = \sum_{i=1}^n u_i R_i$ , 其中  $u_i = \begin{cases} 1, z_i > 0 \\ 0, z_i \leq 0 \end{cases}$ ,

[0024]  $W^- = \sum_{i=1}^n v_i R_i$ , 其中  $v_i = \begin{cases} 1, z_i < 0 \\ 0, z_i \geq 0 \end{cases}$ ,

[0025] 3.2.5) 根据得到的初始检验统计量判断步骤3.2.1)中假设是否成立,并进而得到该取样个体的样本记录总体实际的检验统计量值;

[0026] 3.2.6) 根据得到的实际的检验统计量值,得到该取样个体的样本数据的差异性结果。

[0027] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明通过对智能手表的基础测量数据的提取和解析可知,智能手表的测量数据详细准确,能够用于人物特征分析领域。2、本发明基于智能手表的基础测量数据,对人体运动状态和非运动状态(正常状态)下心率和卡路里变化的关系进行统计分析,分析方法准确性高,能够用于根据心率和卡路里变化判断人体的运动状态。本发明可以广泛应用于电子数据的取证分析领域。

## 附图说明

[0028] 图1(a)、(b)是本发明实施例中手机存储的智能手表数据;

[0029] 图2是本发明实施例中取样个体1在48小时内的步数变化;

[0030] 图3是本发明实施例中取样个体1在48小时内的卡路里消耗;

[0031] 图4是本发明实施例中取样个体1在48小时内的心率变化;

[0032] 图5是本发明实施例中取样个体2运动前、中、后步数统计;

[0033] 图6是本发明实施例中取样个体2运动前、中、后心率统计;

[0034] 图7是本发明实施例中取样个体25运动前、中、后步数统计;

[0035] 图8是本发明实施例中取样个体25运动前、中、后心率统计。

## 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例对本发明的进行详细的描述。

[0037] 本发明提供了一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法,包括以下步骤:

[0038] 1) 对采用智能手表收集的基础数据和测量数据进行提取和解析,测量数据包括步数、卡路里和心率;

[0039] 2) 根据步数变化和心率变化对某一测量时间段内的测量数据进行划分,得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据;

[0040] 3) 基于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据,对人体运动特征状态进行分析,得到人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系。

[0041] 上述步骤1)中,对采用智能手表收集基础数据和步数、心率和卡路里测量数据进行提取和解析的方法,包括以下步骤:

[0042] 1.1) 采用智能手表采集各取样个体的基础数据,同时周期性的采集各取样个体的测量数据;

[0043] 1.2) 将各智能手表采集的基础数据和测量数据周期性的上传到移动终端进行存储;

[0044] 1.3) 将各移动终端中存储的基础数据和测量数据提取到计算机终端,以便进行数据处理。

[0045] 上述步骤1.1)中,采用智能手表收集基础数据和测量数据的方法,包括以下步骤:

[0046] 1.1.1) 根据实验要求,确定智能手表类型以及取样个体。

[0047] 由于智能手表提供的功能丰富,针对不同的功能有不同的用户群体,例如儿童智能手表适合中小學生及儿童,主要是防丢失;老人智能手表适合行动不便或者身体有疾病的老人,主要是防摔倒和健康监测;普通智能手表适合青年人,具有运动跟踪、健康监测、远程遥控、手表支付等功能。本发明中采用普通智能手表来进行实验数据的收集,同时取样个体确定为青年人。

[0048] 1.1.2) 根据确定的智能手表类型以及取样个体,确定需要收集的基础数据和测量数据类型。

[0049] 本发明中涉及的基础测量数据类型包括两类:一是取样个体的基础数据,二是取样个体的测量数据;其中,取样个体的基础数据包括取样个体的性别、年龄、身高、体重、职业以及取样个体总人数;取样个体的测量数据包括步数、卡路里消耗以及心率。

[0050] 1.1.3) 如图1(a)、(b)所示,智能手表周期性的采集各取样个体在正常的日常活动中的相关测量数据,并上传到移动终端。

[0051] 取样个体佩戴实验用智能手表进行正常的日常运动、工作、学习、睡眠等,智能手表在取样个体佩戴过程中不间断进行基础测量数据采集。为便于实验结果比对,取样个体在实验过程中手动记录下自己的各种状态,如睡眠时间、运动时间及运动类型(如跑步、健身)、无运动时间(如端坐学习)。

[0052] 上述步骤1.3)中,对智能手表中收集的测量数据进行提取和解析的方法,包括以下步骤:

[0053] 1.3.1) 将带有测量数据的移动终端与计算机终端连接,确保计算机终端已安装驱动程序,保证数据完整传输;

[0054] 1.3.2) 采用现有专业数据提取工具,以Android数据文件备份方式,将移动终端中的基础测量数据传送到计算机终端;

[0055] 1.3.3) 采用现有的SQLite数据库解析工具,将导入的基础测量数据进行解析;

[0056] 1.3.4) 将数据库解析过的基础测量数据进行时间转换,也即将数据库解析的UNIX时间戳的形式,转换为UTC时间;

[0057] 1.3.5) 把时间转换后的数据导入EXCEL表格,针对不同的实验选取不同取样个体、不同时间区间的数据进行分析。通过IBM SPSS Statistics 22.0进行数据的结果处理和描述性统计,然后进行结果讨论。

[0058] 上述步骤2)中,对测量数据进行划分,得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据的方法,包括以下步骤:

[0059] 2.1) 按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的步数进行和运算,得到和运算结果满足预设步数变化值的取样节点对应的时间段。

[0060] 取样数据应满足下式:

$$[0061] \quad S_i = \begin{cases} 0, & s_{i-1} + s_i \geq S_0 \\ 1, & s_{i-1} + s_i < S_0 \end{cases}$$

[0062] 其中,  $s_i$ 表示取样节点*i*对应的步数,  $s_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的步数,  $s_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的步数和;  $S_0$ 表示预设步数变化值。预设步数变化值根据智能手表的采集频率以及成年人平均每分钟步数确定, 本发明中取值为1000。根据统计数据得知, 正常情况下成年人平均每分钟走路60~100步之间, 而通常认为一次运动时间应持续10分钟以上, 本发明中智能手表每5分钟记录一次步数, 也即每一取样节点对应的步数记录超过500则说明此5分钟内佩戴者平均步速超过100步/分钟, 也即处于运动状态。因此, 若两次记录超过1000, 则认为这十分钟内佩戴者为运动状态。

[0063] 2.2) 按照时间顺序将所有相邻取样节点对应的心率数据进行和运算, 得到和运算结果满足预设心率变化值的取样节点对应的时间段。

[0064] 取样数据应满足下式:

$$[0065] \quad H_i = \begin{cases} 0, & h_{i-1} + h_i \geq H_0 \\ 1, & h_{i-1} + h_i < H_0 \end{cases}$$

[0066] 其中,  $h_i$ 表示取样节点*i*对应的心率,  $h_{i+1}$ 表示取样节点*i+1*对应的心率,  $S_i$ 表示取样节点*i*与取样节点*i-1*之间的心率和,  $H_0$ 为预设心率变化值。预设心率变化值根据成年人运动状态心率值的统计结果以及智能手表数据的采集频率确定, 本发明中采用的成年人运动状态心率值的统计结果为持续十分钟心率值为100以上, 而智能手表每5分钟统计一次数据, 则本发明中 $H_0$ 的值为200, 也即两次记录的和超过200, 表示取样个体进入运动状态。

[0067] 2.3) 根据得到的和运算满足预设步数变化值和预设心率变化值的取样节点对应的时间段, 以及不同运动类型对应的步数和心率变化, 得到各取样个体处于运动状态的时间段, 其他时间段则为处于正常状态的时间段。

[0068] 假设任一取样节点对应的运动状态标识用 $M_i = S_i + H_i$ 表示, 则有

$$[0069] \quad M_i = \begin{cases} 0, & (S_i = 0, H_i = 0) \\ 1, & (S_i = 0, H_i = 1) \text{ 或} \\ & (S_i = 1, H_i = 0) \\ 2, & (S_i = 1, H_i = 1) \end{cases}$$

[0070] 考虑到运动类型分为有氧运动和无氧运动, 有氧运动主要以跑步、快走、羽毛球等运动为代表, 体现在人体运动特征数据上表现为步数快速增长的同时心率提高; 而无氧运动以力量型训练为代表, 这类运动的特点是步数增长速度不显著, 但是心率有明显变化。因此本发明中根据步数变化和心率变化两方面参数来区分运动状态和正常状态。那么对于任意取样节点*i*, 可以判断出运动状态, 如下表1所示:

[0071] 表1运动状态标识与状态关系表

[0072]

$S_i$	$H_i$	$M_i = S_i + H_i$	状态判断
0	0	0	运动
0	1	1	运动

1	0	1	运动
1	1	2	正常

[0073] 设 $T$ 为一名取样个体所有 $M_i < 2$ 时的时间点 $t_i$ 的集合,考虑到取样个体在一段运动区间中间歇性休息的可能,因此需要对比取样个体记录的运动时间区间 $[M_a, M_b]$  ( $a < b$ ),那么对于所有 $[M_a, M_b]$  ( $a < b$ )区间中满足 $M_j < 2$  ( $a \leq j \leq b$ 且 $a < b$ )的时间点  $t_j \in T$ ,即为该取样个体处于运动状态的时间段。

[0074] 根据以上智能手表记录数据分析判定结果,辅以数据统计分析,可作为判定取样个体运动记录时间准确与否的依据。

[0075] 上述步骤3)中,人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系的获得方法,包括以下步骤:

[0076] 3.1)对所有取样个体的测量数据进行统计分析,得到所有取样个体的活动状态分析结果,包括所有取样个体的平均步数、卡路里值和心率值;

[0077] 3.2)随机抽取若干取样个体,采用非参数检验方法对各取样个体在某一测量时间段内运动状态和运动状态前、后正常状态对应的步数、卡路里和心率变化进行分析,得到运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征。

[0078] 3.3)根据得到的运动状态与正常状态下步数、卡路里和心率的差异性特征,用于指导判断各取样个体处于运动状态或正常状态。

[0079] 上述步骤3.2)中,采用非检验方法对各取样个体的数据进行分析的方法,包括以下步骤:

[0080] 3.2.1)假设某一取样个体对应的测量数据中步数的样本记录总体分布关于点 $\theta$ 对称,同时假设样本记录总体分布对称,进而得到检验假设 $H_0: \theta = \theta_0$ ,其中, $\theta_0$ 为检验总体中位数。

[0081] 3.2.2)在步骤3.2.1)的检验假设前提下,计算各取样节点对应的样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ ,计算公式为:

$$[0082] \quad z_i = x_i - \theta_0, i = 1, 2, \dots, n$$

[0083] 其中, $i$ 为该取样个体的取样节点序号, $x_i$ 为该取样节点对应的样本点值, $z_i$ 为样本点到 $\theta_0$ 的距离。

[0084] 3.2.3)对步骤3.2.2)中得到的差值取绝对值,根据差值绝对值的大小对各取样节点对应的样本点进行排序,并计算得到各样本点对应的秩次 $R_i$ 。其中,秩次的计算为已有方法,本发明在此不再赘述。

[0085] 3.2.4)根据步骤3.2.2)中得到的各样本点与检验总体中位数的差值 $z_i$ 以及步骤3.2.3)中得到的各样本点的秩次 $R_i$ ,计算得到初始检验统计量 $W^+$ 和 $W^-$ 。

$$[0086] \quad W^+ = \sum_{i=1}^n u_i R_i, \text{其中 } u_i = \begin{cases} 1, & z_i > 0 \\ 0, & z_i \leq 0 \end{cases}$$

$$[0087] \quad W^- = \sum_{i=1}^n v_i R_i, \text{其中 } v_i = \begin{cases} 1, & z_i < 0 \\ 0, & z_i \geq 0 \end{cases}$$

[0088] 3.2.5)根据得到的初始检验统计量判断步骤3.2.1)中假设是否成立,并进而得到该取样个体的样本记录总体实际的检验统计量结果。

[0089] 如果步骤3.2.4)中得到的两个初始检验统计量 $W^+$ 和 $W^-$ 值不相等甚至相差较大,则

说明步骤3.2.1)的假设不成立,此时实际的检验统计量结果 $W=\min(W^+,W^-)$ 。

[0090] 3.2.6) 根据得到的检验统计量值,得到该取样个体的样本记录总体的差异性结果。

[0091] 如果n很大要用正态近似:得到一个与W有关的正态随机变量Z的值,再查正态分布表得到表征差异性结果的P值。P值的数据解释如下表2所示:

[0092] 表2差异性结果P值与解释含义

[0093]

P值	碰巧的概率	对检验假设	统计意义
$P>0.05$	碰巧出现的可能性大于5%	不能否定检验假设	两组差别无显著意义
$P<0.05$	碰巧出现的可能性小于5%	可以否定检验假设	两组差别有显著意义
$P<0.01$	碰巧出现的可能性小于1%	可以否定检验假设	两者差别有非常显著意义

[0094] 实施例一

[0095] 本实施例中采用的智能手表是Moto 360第二代智能手表,其时尚的元表盘外观、Android wear操作系统提供的丰富的功能,使其成为近两年广受欢迎的一款运动智能手表,其心率和记步功能通过专业审核,在用户佩戴过程中会产生和存储大量运动、健康数据,因此适宜作为本实施例的数据采集工具。本实施例选取20岁~30岁之间的25名青年人作为取样个体,进行实验数据的测量,取样个体的统计信息如下表3所示。

[0096] 表3取样个体情况介绍

[0097]

性别	人数	年龄	身高/cm	体重/kg	职业
男	12	$25.5\pm 2.3$	$174.5\pm 5.8$	$73.5\pm 8.4$	学生
女	13	$25.7\pm 1.0$	$165.6\pm 7.4$	$54.5\pm 8.2$	学生

[0098] 首先对25名取样个体的总体情况按照实验测量的顺序进行统计,实验数据统计情况如表4所示:

[0099] 表4取样个体总体情况统计表

[0100]

实验总体情况统计表						
取样个体	性别	实验天数	步数总量	步数/天	平均卡路里值	平均心率值
1	女	12	80502	6709	8	76.92
2	男	8	65613	8202	11	74.74
3	男	7	77649	11093	11	75.29

[0101]

4	男	3(9)	16978	5659	11	76.87
5	男	7	55833	7976	10	77.75
6	男	7	32840	4691	11	79.33
7	女	3(5)	9339	3113	8	75.75
8	女	8	47438	5930	8	76.54
9	女	8	45880	5735	7	78.57
10	女	10	101550	10155	8	76.85
11	女	5	18812	3762	8	75.23
12	女	5	10544	2109	11	73.58
13	女	6	11269	1878	8	72.58
14	女	7	27435	3919	8	75.73
15	女	6	26489	4415	8	77.18
16	女	5	19552	3910	7	75.04
17	女	8	34346	4293	8	79.29
18	男	6	48743	8124	11	76.55
19	男	5	55601	11120	11	78.27
20	男	7	50504	7215	11	75.41
21	男	5	34062	6812	10	77.34
22	男	6	66438	11073	11	78.58
23	女	9	16173	1797	8	76.92
24	男	9	42837	4760	10	71.61
25	男	6	66897	11150	9	73.69

[0102] 通过表2可以大概了解25名取样个体的总体情况：每名取样个体的实验周期都在一周左右，符合实验设计。对于20岁~30岁的青年人来说，每天行走的步数大概是 2000步~10000步左右，男女规律不明显；男生卡路里消耗值总体高于女生；男女平均心率基本一样。

[0103] 如图2~图4所示，为取样个体1在48小时内的步数、卡路里和心率数据，其可以清楚的反应取样个体1的活动状态。

[0104] 综上所述，智能手表数据存储较为完整，包含步数、卡路里、心率等多项数据，并且每隔5分钟自动进行数据检测和记录，数据量充分，能够从一定程度上反映用户的活动状态。白天：步数随着个体活动而变化，走动则步数增加，静止则步数为0；卡路里消耗值也随之波动，受个人身体状态影响卡路里消耗值略有不同；心率变化范围较大，随活动状态的

变化而变化。晚上：步数为0；卡路里消耗趋势、心率波动从不平稳状态趋于平稳状态，数值也会相应的减小。因此，智能手表的测量数据可以作为本发明研究人物运动状态特征的数据。

[0105] 实验过程中无大负荷运动及酗酒等不良刺激，取样个体以日常生活状态为准进行数据测量。在取样个体2和取样个体25的实验记录中发现，两人均有定时健身、运动的习惯，因此，本发明对取样个体的运动状态和正常状态进行相关研究，以便了解有运动习惯的青年人的数据规律。

[0106] 取样个体2长期保持规律的健身运动，实验记录显示该取样个体正常情况下每天进行2个小时的健身运动，主要是力量训练。实验结束后分别截取该取样个体健身运动前、运动中、运动后的2个小时的数据时段进行分析研究，其相关的数据指标变化如表5所示，结果用M±SD表示，配对样本非参数检验结果 $0.01 < P < 0.05$ 为显著性差异， $P < 0.01$ 为极显著性差异。

[0107] 表5运动前、中、后的步数、卡路里、心率变化

[0108]

状态	步数	卡路里	心率(次/min)
运动前	19±75.36	13±2.99	77±11.98
运动中	189±168.67	18±2.81	91±16.40
运动后	32±102.05	14±2.00	82±12.30

[0109] 由表5可知：运动过程中步数、卡路里消耗、心率都有较明显的变化，相比运动前和运动后，运动中步数、卡路里、心率都迅速上升，数值变化较大。配对样本非参数检验结果显示：运动中步数与运动前步数比较 $P < 0.01$ ；运动后步数与运动中步数比较 $P < 0.01$ ；运动中卡路里与运动前卡路里比较 $P < 0.01$ ；运动后卡路里与运动中卡路里比较 $P < 0.01$ ；运动中心率与运动前心率比较 $P < 0.01$ ；运动后心率与运动中心率比较 $P < 0.01$ ，也就是说运动前、后与运动中相比步数、卡路里、心率都呈现极显著差异。

[0110] 正常情况下，成年人平均每分钟走路60~100步之间，因此将步数分为0步、0~100步、100步以上3个类别进行步数统计，如图5所示；通过整体测量数据可知，该取样个体心率值的四分位数分别是64、73、86，因此，将运动前、中、后的心率变化分为64以下、64~73、73~86、86~100、100以上5个类别进行心率统计，如图6所示。

[0111] 由图5可以看出，运动前和运动后的步数：主要以0步为主，大约占85%，0~100步和100步以上也会出现，但是占比很小；运动中的步数：0步的几乎没有，0~100和100步以上最多，各占50%左右。该统计符合健身运动的日常规律，与该取样个体的运动过程（走路去健身房-运动-回宿舍）的描述一致。

[0112] 由图6可以看出，运动前和运动后的心率值：大部分数值在100以下，占比90%以上；运动中的心率值：数值在100以上的占比最大，约占35%。可以看出健身运动心率变化特点是极大值、极小值变化明显，中间值稳定。

[0113] 取样个体25是一名羽毛球爱好者，一直都有每周打羽毛球的良好习惯，实验记录显示该取样个体正常情况下每周进行2个小时的羽毛球运动。实验结束后分别截取该对象健身运动前、运动中、运动后的2个小时的数据时段进行分析研究，其相关的数据指标变化如表6所示，结果用M±SD表示，配对样本非参数检验结果 $0.01 < P < 0.05$ 为显著性差异， $P <$

0.01为极显著性差异。

[0114] 表6运动前、中、后的步数、卡路里、心率变化

[0115]

状态	步数	卡路里	心率(次/min)
运动前	2.17±10.62	9.92±2.36	71.83±9.56
运动中	494.42±92.37	22.88±4.37	113.92±19.36
运动后	103.13±172.46	8.83±2.93	92.04±10.77

[0116] 由表6可知:运动过程中步数、卡路里消耗、心率都有较明显的变化,相比运动前和运动后,运动中步数、卡路里、心率值都是迅速上升,数值变化较大。配对样本非参数检验结果显示:运动中步数与运动前步数比较 $P<0.01$ ;运动后步数与运动中步数比较 $P<0.01$ ;运动中卡路里与运动前卡路里比较 $P<0.01$ ;运动后卡路里与运动中卡路里比较 $P<0.01$ ;运动中心率与运动前心率比较 $P<0.01$ ;运动后心率与运动中心率比较 $P<0.01$ ,也就是说运动前、后与运动中相比步数、卡路里、心率都呈现极显著差异。

[0117] 正常情况下,成年人平均每分钟走路60~100步之间,因此将步数分为0步、0~100步、100步以上3个类别进行步数统计,如图7所示;通过整体测量数据可知,该取样个体心率值的四分位数分别是62、70、85,因此将运动前、中、后的心率变化分为62以下、62~70、70~85、85~100、100以上5个类别进行心率统计,如图8所示。

[0118] 如图7所示,运动前和运动后的步数:主要以0步和0~100步为主,占比70%以上,100步以上几乎没有;运动中的步数:100步以上占比最大,接近100%,0步和0~100步几乎没有。该表现完全符合羽毛球运动的日常规律,与该取样个体的运动过程(走路去场地-运动-放松并回宿舍)的描述一致。

[0119] 如图8所示,运动前和运动后的心率值:大部分数值在100以下,占比接近90%;运动中的心率值:数值在100以上的占比最大,接近80%。可以看出羽毛球运动心率变化特点是运动前、中、后心率非常不稳定。

[0120] 综上所述:健身和运动两组数据整体趋势:运动前和运动后步数、卡路里、心率数值相对较小,运动过程中步数、卡路里、心率数值较大,不同的运动情况变化幅度不同。因此,当心率值在100以上、占比最大且步数在100步以上、占比最大时,考虑处于运动或健身状态。也就是说,在实践过程中,通过分析用户手表数据的变化趋势,尤其是步数、心率同时出现较大幅度的增加时,可以考虑该用户此过程在运动过程中。

[0121] 上述各实施例仅用于说明本发明,其中各部件的结构、连接方式和制作工艺等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除在本发明的保护范围之外。



图 1 (a)

图 1 (b)

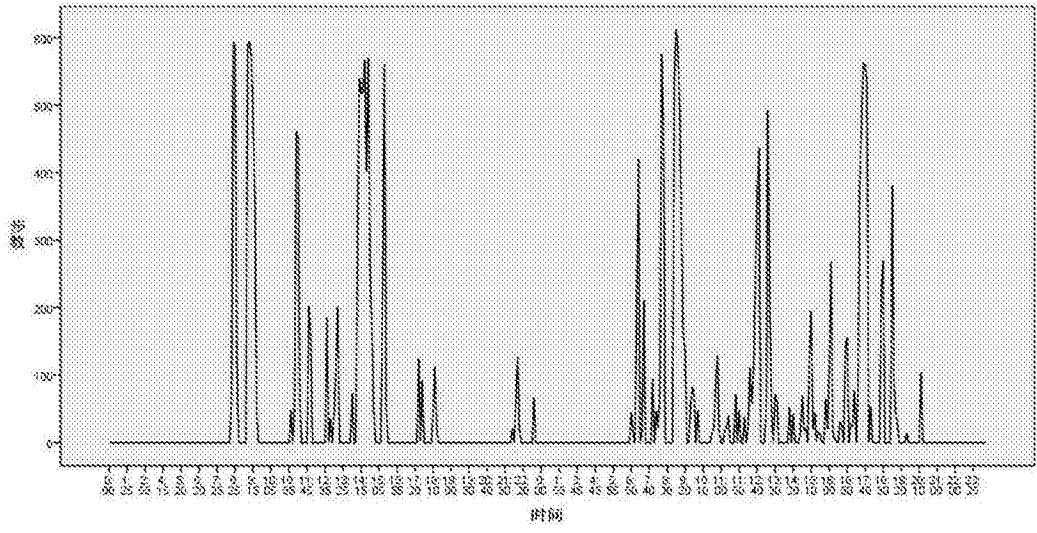


图2

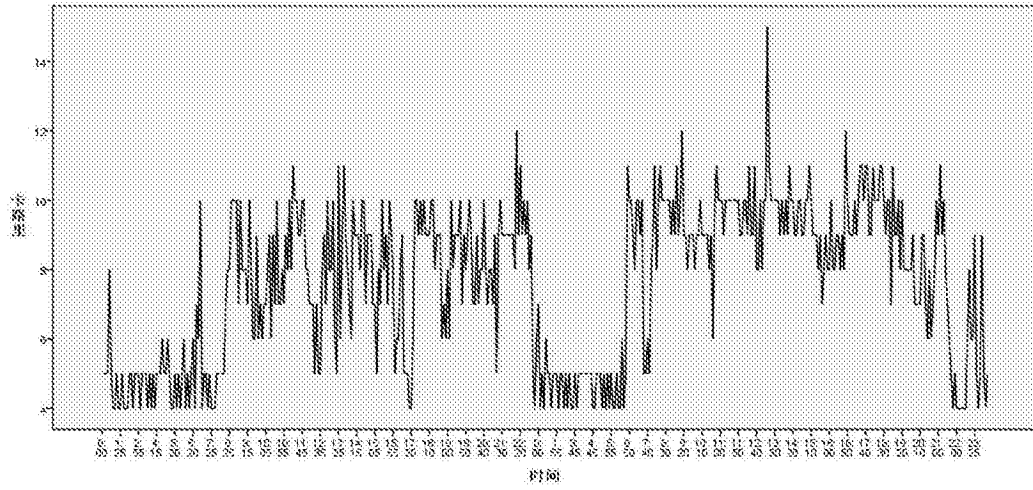


图3

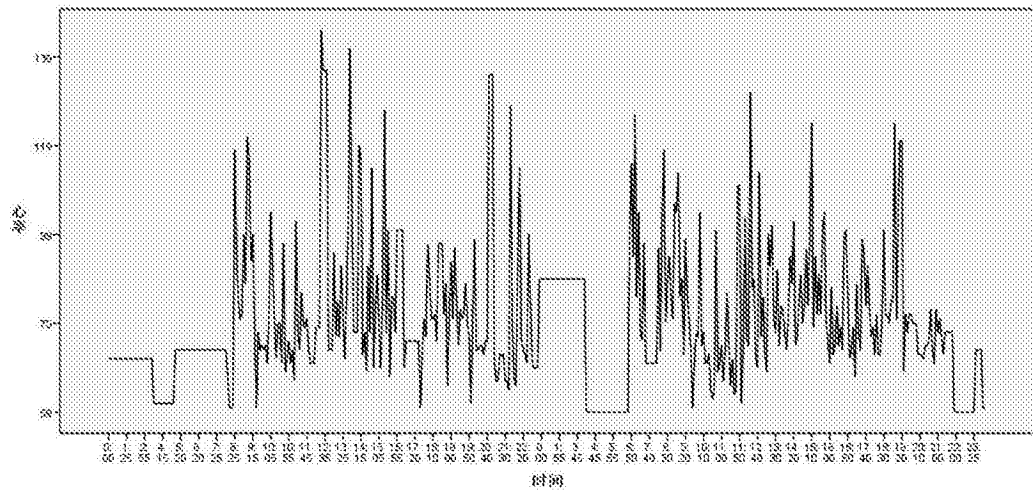


图4

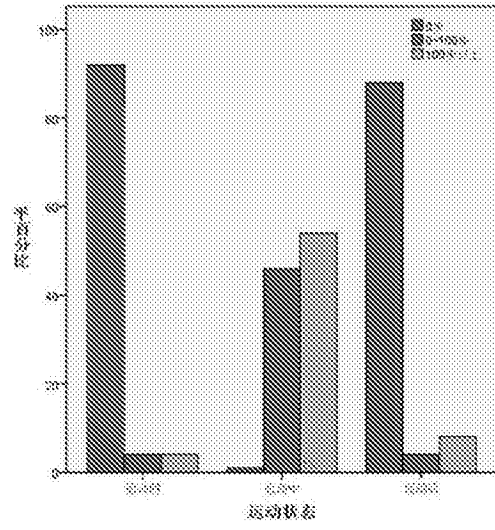


图5

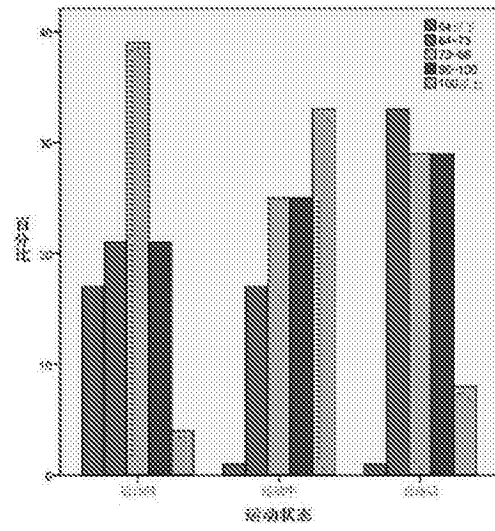


图6

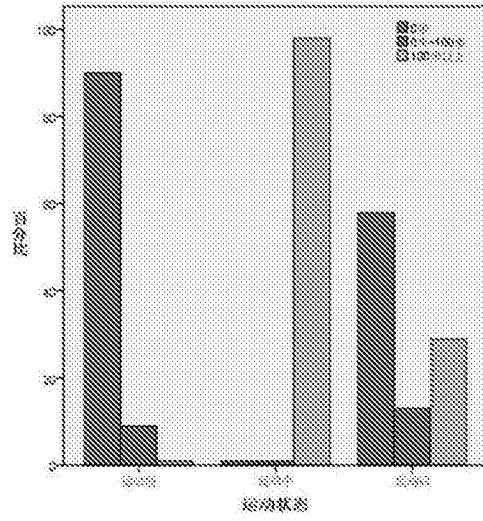


图7

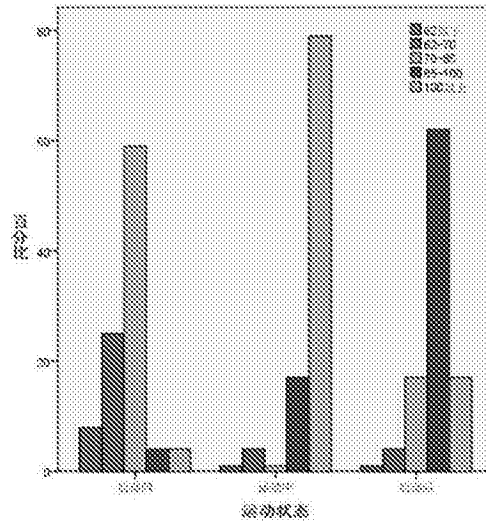


图8

专利名称(译)	一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107773967A</a>	公开(公告)日	2018-03-09
申请号	CN201711015722.4	申请日	2017-10-25
[标]申请(专利权)人(译)	公安部物证鉴定中心		
申请(专利权)人(译)	公安部物证鉴定中心		
当前申请(专利权)人(译)	公安部物证鉴定中心		
[标]发明人	赵露 康艳荣 龙源 邢桂东 郭丽莉 周冬林 楚川红		
发明人	赵露 康艳荣 龙源 邢桂东 郭丽莉 周冬林 楚川红		
IPC分类号	A63B71/06 A61B5/0205 A61B5/11 A61B5/00 G06F17/30		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/1123 A61B5/681 A61B5/72 A61B5/7271 A63B71/0619 A63B2230/06 A63B2230/75 G06F16/22 G06F16/2462 G06F16/284		
代理人(译)	徐宁 孙楠		
其他公开文献	CN107773967B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种基于智能手表数据的人体运动特征分析方法，其特征在于包括以下步骤：1)对采用智能手表收集的基础数据和测量数据进行提取和解析，测量数据包括步数、卡路里和心率；2)根据步数变化和心率变化对某一测量时间段内的测量数据进行划分，得到取样个体分别处于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据；3)基于运动状态和正常状态时间段的心率和卡路里数据，对人体运动特征状态进行分析，得到人体运动状态和正常状态与心率和卡路里变化的对应关系。本发明的方法简单可行，计算结果准确，可以广泛应用于基于电子数据对人体运动特征进行分析的领域。

