



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107223037 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(21)申请号 201780000400.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.05.10

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.08

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2017/083846 2017.05.10

(71)申请人 深圳市汇顶科技股份有限公司

地址 518045 广东省深圳市福田区腾

飞工业大厦B座13层

(72)发明人 李国梁 王鑫山 杨柯 曾端

陈法海

(74)专利代理机构 上海晨皓知识产权代理事务

所(普通合伙) 31260

代理人 成丽杰

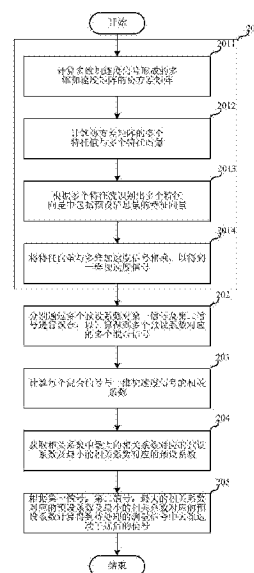
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置

(57)摘要

本申请实施例提供了一种穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置。所述方法包括：对多维加速度信号进行降维处理，并得到表征运动干扰的一维加速度信号；分别通过多个预设系数 r_i 对第一信号及第二信号进行混合，以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号；计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数；获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数；根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。采用本申请实施例，能够消除运动中的干扰，并且适用于各种运动状态，同时计算量较小，便于在穿戴设备上实现。



1. 一种消除运动干扰的方法,应用于穿戴设备,所述穿戴设备能够获取所述穿戴设备的多维加速度信号与待处理的测量信号,且所述待处理的测量信号包括具有不同波长的第一信号与第二信号;所述方法包括:

对所述多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号;

分别通过多个预设系数对第一信号及第二信号进行混合,以计算得到多个所述预设系数对应的多个混合信号;

计算每个所述混合信号与所述一维加速度信号的相关系数;

获取所述相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数;

根据所述第一信号、所述第二信号、所述最大的相关系数对应的预设系数及所述最小的相关系数对应的预设系数计算得到所述待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述混合信号 $D_{r_i}(t)$ 为:

$$D_{r_i}(t) = S_{\lambda_a}(t) - r_i \cdot S_{\lambda_b}, \quad i=1,2,3, \dots;$$

$S_{\lambda_a}(t)$ 表示所述第一信号; S_{λ_b} 表示所述第二信号; r_i 表示第*i*个所述预设系数且 r_i 的遍历范围为 $[r_{\text{slow}}, r_{\text{high}}]$,其中 r_{slow} 、 r_{high} 分别为所述遍历范围的下限值和上限值。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,所述消除运动干扰后的信号表示为:

$$ppg_{\lambda_a}(t) = \frac{r_a(S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b})}{(r_a - r_v)}, \text{ 或者 } ppg_{\lambda_b}(t) = \frac{S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b}}{(r_a - r_v)};$$

其中, $ppg_{\lambda_a}(t) = r_a \cdot ppg_{\lambda_b}(t)$,且 $ppg_{\lambda_a}(t)$ 、 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 均表示所述消除运动干扰后的信号; r_a 表示所述最大的相关系数对应的预设系数, r_v 表示所述最小的相关系数对应的预设系数。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述相关系数为皮尔逊相关系数。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述对所述多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号中,具体包括:

计算所述多维加速度信号形成的多维加速度矩阵的协方差矩阵;

计算所述协方差矩阵的多个特征值与多个特征向量;所述多个特征值与所述多个特征向量分别一一对应;

根据所述多个特征值识别出所述多个特征向量中包括预设信息量的特征向量;

将所述特征向量与所述多维加速度信号相乘,以得到所述一维加速度信号。

6. 如权利要求1所述的方法,其中,所述多个预设系数为一个等差递增数列。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述消除运动干扰后的信号为光电脉搏容积信号。

8. 一种消除运动干扰的装置,应用于权利要求1至7中任一项所述的方法;所述装置包括:

降维模块,用于对所述多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号;

第一计算模块,用于分别通过多个预设系数对所述第一信号与所述第二信号进行混合,以计算得到多个所述预设系数对应的多个混合信号;

第二计算模块,用于计算每个所述混合信号与所述一维加速度信号的相关系数;

识别模块,用于获取所述相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数;以及

第三计算模块,用于根据所述第一信号、所述第二信号、所述最大的相关系数对应的预设系数及所述最小的相关系数对应的预设系数计算所述待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

9.一种穿戴设备,包括:第一传感器、第二传感器、存储器以及连接于所述第一传感器与所述第二传感器的处理器;

所述第一传感器用于获取所述穿戴设备的多维加速度信号;

所述第二传感器用于获取待处理的测量信号;所述待处理的测量信号包括具有不同波长的第一信号与第二信号;

所述存储器用于储存多条指令;

所述处理器用于加载所述多条指令并执行权利要求8所述的消除运动干扰的装置的功能。

10.如权利要求9所述的穿戴设备,其中,所述第二传感器为心率传感器。

穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及信号处理技术领域,特别涉及一种穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置。

背景技术

[0002] 随着生活水平的提高,人们越来越重视生活的健康水平,心率是指人体心脏每分钟跳动的次数,在临床诊断上一项非常重要的生理指标。传统医疗设备在测量心率时要求使用者处于静止状态,同时不方便携带;因此,很多厂商已经生产出可以进行心率测量的穿戴设备,以便于使用者可以在日常生活状态下进行心率的测量。

[0003] 现有的最常用的心率测量方法是光电脉搏容积 (PPG) 法,利用LED发出特定波长的光并经人体组织传播、散射、衍射和反射后返回,将返回的光信号转换为电信号,从而获取相应的PPG信号。光束在人体组织传播过程中,由于人体组织的吸收作用而衰减,其中静态组织如皮肤、脂肪、肌肉等的吸收是恒定值,而血液由于心脏的收缩和舒张周期而产生周期性容积变化,因而PPG信号中产生与心跳一致的周期性波形,所以PPG信号可以测量出心跳频率,且光电脉搏容积法测量心率是一种无创无害的测量方法。

[0004] 发明人发现现有技术至少存在以下问题:穿戴设备上的心率测量对光电脉搏容积法要求更高,因为使用者需要在运动状态下测量心率,在运动状态下肌肉和压力会发生改变,导致光束传播光路发生变化;而光电脉搏容积 (PPG) 信号中除脉搏波信号外,还叠加了运动干扰信号。不同的运动状态产生的运动干扰频率不同,且运动频率不能保证是恒定值,走路、爬山和跑步状态下,运动频率在0-4Hz范围内,人的心率范围同样在0.5Hz-4Hz范围内,因此不能通过传统的有限冲激相应 (FIR)、无限冲激相应 (IIR) 或小波滤波滤除未知频率的运动干扰。

[0005] 现有技术中,运动状态心率测量的技术方案有两种:一是基于自适应滤波器的自适应噪声消除方法;二是氧饱和度选通转换 (DST) 方法。然而自适应噪声消除方法实现的前提条件是运动状态具有统计稳定性,从而使得自适应滤波器持续处于收敛状态,但是现实中运动状态并不能保持稳定,例如上下楼梯;DST方法实现的前提条件是血氧饱和度较高,通常高于85%,而并不适用于呼吸困难使用者(其血氧饱和度较低),并且DST方法的计算量很大,难以在穿戴设备上实现。

发明内容

[0006] 本申请部分实施例的目的在于提供一种穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置,能够有效消除运动中的干扰,且适用于各种运动状态下对消除运动干扰后的信号的检测,同时计算量较小,便于在穿戴设备上实现。

[0007] 本申请的一个实施例提供了一种消除运动干扰的方法,应用于穿戴设备,穿戴设备能够获取穿戴设备的多维加速度信号与待处理的测量信号,且待处理的测量信号包括具有不同波长的第一信号与第二信号;方法包括:对多维加速度信号进行降维处理,并得到表

征运动干扰的一维加速度信号;分别通过多个预设系数对第一信号及第二信号进行混合,以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号;计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数;获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数;根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

[0008] 本申请实施例还提供了一种消除运动干扰的装置,应用于上述消除运动干扰的方法;降维模块,用于对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号;第一计算模块,用于分别通过多个预设系数对第一信号与第二信号进行混合,以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号;第二计算模块,用于计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数;识别模块,用于获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数;以及第三计算模块,用于根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

[0009] 本申请实施例还提供了一种穿戴设备,包括:第一传感器、第二传感器、存储器以及连接于第一传感器与第二传感器的处理器;第一传感器用于获取穿戴设备的多维加速度信号;第二传感器用于获取待处理的测量信号;待处理的测量信号包括具有不同波长的第一信号与第二信号;存储器用于储存多条指令;处理器用于加载多条指令并执行权利要求8的消除运动干扰的装置的功能。

[0010] 本申请实施例相对于现有技术而言,将多维加速度信号进行降维处理获取表征运动干扰的一维加速度信号,通过多个预设系数对第一信号、第二信号进行混合并计算多个预设系数对应的多个混合信号;从而可以计算每个混合信号与一维加速度信号的多个相关系数;进而获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数,从而能够根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号;即利用运动干扰和多维加速度信号的相关性来消除运动中的干扰,且适用于各种运动状态下对消除运动干扰后的信号的检测,同时计算量较小,便于在穿戴设备上实现。

[0011] 另外,在消除运动干扰的方法中,混合信号 $D_{r_i}(t)$ 为: $D_{r_i}(t) = S_{\lambda_a}(t) - r_i \cdot S_{\lambda_b}$, $i=1,2,3, \dots$; $S_{\lambda_a}(t)$ 表示第一信号; S_{λ_b} 表示第二信号; r_i 表示第 i 个预设系数且 r_i 的遍历范围为 $[r_{slow}, r_{high}]$, 其中 r_{slow} 、 r_{high} 分别为预设范围的下限值和上限值。本实施例提供了混合信号 $D_{r_i}(t)$ 的具体计算方法。

[0012] 另外,在消除运动干扰的方法中,消除运动干扰后的信号 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 为: $ppg_{\lambda_b}(t) = \frac{S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b}}{(r_a - r_v)}$ 表示消除运动干扰后的信号; r_a 表示最大的相关系数对应的预设系数, r_v 表示最小的相关系数对应的预设系数。本实施例提供了消除运动干扰后的信号的具体计算公式。

[0013] 另外,在消除运动干扰的方法中,相关系数为皮尔逊相关系数。本实施例提供了相关系数的计算方法。

[0014] 另外,在消除运动干扰的方法中,对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号中,具体包括:计算多维加速度信号形成的多维加速度矩阵的协

方差矩阵;计算协方差矩阵的多个特征值与多个特征向量;多个特征值与多个特征向量分别一一对应;根据多个特征值识别出多个特征向量中包括预设信息量的特征向量;将特征向量与多维加速度信号相乘,以得到一维加速度信号。本实施例提供了对多维加速度信号进行降维处理的具体实现方式。

[0015] 另外,在消除运动干扰的方法中,多个预设系数为一个等差递增数列。

[0016] 另外,在消除运动干扰的方法中,消除运动干扰后的信号为光电脉搏容积信号。

[0017] 另外,在穿戴设备中,第二传感器为心率传感器。

附图说明

[0018] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施例的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

[0019] 图1是根据本申请第一实施例的消除运动干扰的方法的具体流程图;

[0020] 图2是根据本申请第一实施例中计算混合信号的示意图;

[0021] 图3是根据本申请第一实施例的相关系数与预设系数的曲线图;

[0022] 图4是根据本申请第二实施例的消除运动干扰的方法的具体流程图;

[0023] 图5是根据本申请第三实施例的消除运动干扰的装置的方框示意图;

[0024] 图6是根据本申请第四实施例的穿戴设备的方框示意图。

具体实施方式

[0025] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请部分实施例进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0026] 本申请第一实施例涉及一种消除运动干扰的方法,应用于穿戴设备,例如为手表、戒指、头带、耳机等,穿戴设备能够获取穿戴设备的多维加速度信号与待处理的测量信号;其中,多维加速度信号表示在运动过程中穿戴设备在不同方向(即不同维度)上产生的加速度信号。

[0027] 穿戴设备中的发光二极管发出两种不同波长的光,穿戴设备中设有光传感器能够采集不同波长的光信号;从而能够获取包括具有不同波长的第一信号与第二信号的待处理的测量信号;消除待处理的测量信号中的运动干扰后能够得到消除运动干扰后的信号,由第一信号或第二信号中得到的消除运动干扰后的信号的频率是相同的,即波长相同;消除运动干扰后的信号例如为光电脉搏容积信号,则待处理的测量信号实际上是包含运动干扰的光电脉搏容积信号,消除待处理的测量信号中的运动干扰,便可以得到消除运动干扰后的信号。

[0028] 本实施例中以待处理的测量信号为包含运动干扰的光电脉搏容积信号为例进行说明,消除运动干扰的方法的具体流程如图1所示。

[0029] 步骤101,对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号。

[0030] 具体而言,穿戴设备的多维加速度信号一般为三轴加速度信号 $G(t)$,包含X轴、Y轴

和Z轴三个方向的加速度信号(X轴、Y轴和Z轴是以穿戴设备的当前方向来确定的坐标系),对三轴加速度信号 $G(t)$ 进行降维处理,能够从三轴加速度信号 $G(t)$ 中提取出一维加速度信号 $Acc(t)$,其有待处理的测量信号中的运动干扰成分具有强相关性,并且有待处理的测量信号中的脉搏信号成分无相关性,从而可以用一维加速度信号 $Acc(t)$ 来表征运动干扰。

[0031] 步骤102,分别通过多个预设系数对第一信号及第二信号进行混合,以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号。

[0032] 具体而言,第一信号是波长为 λ_a 的光电信号 $S_{\lambda_a}(t)$,第二信号是波长为 λ_b 的光电信号 $S_{\lambda_b}(t)$,其中 t 是长度为 T 的时间窗口, $t=[t_0, t_0+T]$;第一信号 $S_{\lambda_a}(t)$ 、第二信号 $S_{\lambda_b}(t)$ 满足以下表达式:

$$[0033] \quad S_{\lambda_a}(t) = pp g_{\lambda_a}(t) + M_{\lambda_a}(t) + N_{\lambda_a}(t)$$

$$[0034] \quad S_{\lambda_b}(t) = pp g_{\lambda_b}(t) + M_{\lambda_b}(t) + N_{\lambda_b}(t)$$

[0035] 其中, $pp g_{\lambda_a}(t)$ 、 $pp g_{\lambda_b}(t)$ 分别为第一信号和第二信号中的脉搏信号成分(即为消除运动干扰后的信号), $M_{\lambda_a}(t)$ 、 $M_{\lambda_b}(t)$ 分别为第一信号和第二信号中的运动干扰成分, $N_{\lambda_a}(t)$ 、 $N_{\lambda_b}(t)$ 分别为第一信号和第二信号中的噪声成分,并且第一信号和第二信号中的脉搏信号成分、运动干扰成分和噪声成分相互独立。

[0036] 通过预设系数 r_i 对第一信号及第二信号进行混合,请参考图2,从而可以得到混合信号 $D_{r_i}(t)$,混合信号 $D_{r_i}(t)$ 可以表示为:

$$[0037] \quad D_{r_i}(t) = S_{\lambda_a}(t) - r_i \cdot S_{\lambda_b}, \quad i=1,2,3, \dots;$$

[0038] 其中, r_i 表示第 i 个预设系数且 r_i 的遍历范围为 $[r_{slow}, r_{high}]$,其中 r_{slow} 、 r_{high} 分别为预设范围的下限值和上限值,较佳的,多个预设系数 r_i 为一个等差递增数列。

[0039] 需要说明的是,图2只是示意性的给出一种计算混合信号的方法,本实施例对此不作任何限制,具体可以根据实际设计方案来设定。

[0040] 第一信号中的脉搏成分、运动干扰成分分别与第二信号中的脉搏信号成分、运动干扰成分相关,从而满足以下表达式:

$$[0041] \quad pp g_{\lambda_a}(t) = r_a \cdot pp g_{\lambda_b}(t)$$

$$[0042] \quad M_{\lambda_a}(t) = r_v \cdot M_{\lambda_b}(t)$$

[0043] 其中,混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 相关,存在相关系数; r_a 表示第 a 个预设系数,为相关系数取最大时对应的预设系数; r_v 表示第 v 个预设系数,为相关系数取最小时对应的预设系数;且 $r_a \neq r_v$ 。

[0044] 由上可知,混合信号 $D_{r_i}(t)$ 可以进一步表示为:

$$[0045] \quad \begin{aligned} D_{r_i}(t) &= S_{\lambda_a}(t) - r_i \cdot S_{\lambda_b} \\ &= (r_a - r_i) \cdot pp g_{\lambda_b}(t) + (r_v - r_i) \cdot M_{\lambda_b}(t) + N(t) \end{aligned}$$

[0046] 其中, $N(t) = N_{\lambda_a}(t) - r_i N_{\lambda_b}(t)$ 为噪声成分,与 $pp g_{\lambda_b}(t)$ 以及 $M_{\lambda_b}(t)$ 不相关。

[0047] 根据上述混合信号 $D_{r_i}(t)$ 表达式,对多个预设系数 r_i 在预设范围 $[r_{slow}, r_{high}]$ 内的进行遍历,从而能够计算出多个预设系数对应的多个混合信号 $D_{r_i}(t)$;即,每个预设系数 r_i

对应一个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 。

[0048] 步骤103, 计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数。

[0049] 具体而言, 现有的相关系数计算方法有皮尔逊相关系数计算方法、余弦相似度计算方法, 本实施例中采用皮尔逊相关系数计算方法, 相关系数为皮尔逊相关系数, 皮尔逊相关系数与混合信号 $D_{r_i}(t)$ 、一维加速度信号的幅度和基线无关, 只与混合信号 $D_{r_i}(t)$ 、一维加速度信号的形状相关, 因此能够准确度量混合信号 $D_{r_i}(t)$ 、一维加速度信号的形状相似性。

[0050] 皮尔逊相关系数计算方法计算每个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 的皮尔逊相关系数 (即相关系数) ρ_{ri} :

$$\begin{aligned}
 \rho_{ri} &= \left| \frac{cov(D_{r_i}, Acc)}{\sigma_{D_{r_i}} \sigma_{Acc}} \right| \\
 [0051] \quad &= \left| \frac{E\left((D_{r_i} - \mu_{D_{r_i}}) \cdot (Acc - \mu_{Acc})\right)}{\sigma_D \sigma_A} \right| \\
 &= \frac{|E(D_{r_i} \cdot Acc) - E(D_{r_i}) \cdot E(Acc)|}{\sqrt{E(D_{r_i}^2) - E^2(D_{r_i})} \cdot \sqrt{E(Acc^2) - E^2(Acc)}}
 \end{aligned}$$

[0052] 其中, ρ_{ri} 表示第 i 个预设系数对应的混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 的皮尔逊相关系数。由于每个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 具有一个皮尔逊相关系数 (即相关系数) ρ_{ri} , 且每个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 对应于一个预设系数 r_i 。因此, 每个皮尔逊相关系数 ρ_{ri} 对应于一个预设系数 r_i 。

[0053] 本实施例中, 分别计算 i 个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 的皮尔逊相关系数 (即相关系数) ρ_{ri} , 即, 将 i 个混合信号 $D_{r_i}(t)$ 依次带入上述皮尔逊相关系数 (即相关系数) 计算公式, 从而能够得到 i 个皮尔逊相关系数 (即相关系数) ρ_{ri} ; 请参考图3, 为相关系数 ρ_{ri} 与预设系数 r_i 曲线。

[0054] 步骤104, 获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数。

[0055] 具体而言, 从多个相关系数 ρ_{ri} 中识别出最大相关系数与最小相关系数, 由图3相关系数 ρ_{ri} 与预设系数 r_i 曲线可知, 最大相关系数接近于1, 最小相关系数接近于0;

[0056] 另外, 混合信号 $D_{r_i}(t) = (r_a - r_i) \cdot pp_{g_{\lambda_b}}(t) + (r_v - r_i) \cdot M_{\lambda_b}(t) + N(t)$, 由此可知:

[0057] 当 $r_i = r_a$ 时, 混合信号 $D_{r_i}(t) = (r_v - r_a) \cdot M_{\lambda_b}(t) + N(t)$, 此时, 混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 具有强相关性, 相关系数 ρ_{ri} 取最大值接近于1;

[0058] 当 $r_i = r_v$ 时, 混合信号 $D_{r_i}(t) = (r_a - r_v) \cdot pp_{g_{\lambda_b}}(t) + N(t)$, 此时, 混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 具有弱相关性, 相关系数 ρ_{ri} 取最小值接近于0;

[0059] 因此, 当相关系数 ρ_{ri} 取最大值接近于1时的相关系数为 r_a , 当相关系数 ρ_{ri} 取最小值接近于0时的相关系数为 r_v ; 即, 如图3中所示, 最大相关系数对应的预设系数为 r_a 为0.5, 最

小相关系数对应的预设系数为 r_v 为0.9。

[0060] 步骤105,根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

[0061] 具体而言,当 $r_i=r_v$ 时,混合信号 $D_{r_i}(t)$ 与一维加速度信号 $Acc(t)$ 具有弱相关性,此时混合信号 $D_{r_i}(t)$ 为:

$$[0062] \quad D_{rv}(t) = S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b} = (r_a - r_v) \cdot ppg_{\lambda_b}(t) + N(t)$$

[0063] $D_{rv}(t)$ 信号中只包含脉搏信号(即消除运动干扰后的信号)和其他少量噪声,运动干扰成分已经消除,而噪声信号很小可以忽略,因此:

$$[0064] \quad D_{rv}(t) = S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b} = (r_a - r_v) \cdot ppg_{\lambda_b}(t)$$

[0065] 从而可以计算出待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 为:

$$[0066] \quad ppg_{\lambda_b}(t) = \frac{S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b}}{(r_a - r_v)}$$

[0067] 其中, $ppg_{\lambda_b}(t)$ 表示消除运动干扰后的信号, r_a 表示最大相关系数对应的预设系数, r_v 表示最小相关系数对应的预设系数。

[0068] 从而消除运动干扰后的信号可以由 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 或者由 $ppg_{\lambda_a}(t)$ 表示:

$$[0069] \quad ppg_{\lambda_b}(t) = \frac{S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b}}{(r_a - r_v)}$$

$$[0070] \quad ppg_{\lambda_a}(t) = r_a \cdot ppg_{\lambda_b}(t) = \frac{r_a(S_{\lambda_a}(t) - r_v \cdot S_{\lambda_b})}{(r_a - r_v)}$$

[0071] 其中, $ppg_{\lambda_a}(t)$ 、 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 均表示消除运动干扰后的信号, r_a 表示最大相关系数对应的预设系数, r_v 表示最小相关系数对应的预设系数。

[0072] 后续,可以根据需要,利用消除运动干扰后的信号 $ppg_{\lambda_a}(t)$ 或 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 并采用时域波形算法或频域算法来计算出准确的脉搏等生理参数。

[0073] 需要说明的是,虽然 $ppg_{\lambda_a}(t)$ 和 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 为不同波长的第一信号和第二信号中提取的脉搏信号,但是脉搏信号(即消除运动干扰后的信号) $ppg_{\lambda_a}(t)$ 和 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 的频率相同,即二者波长相同,因此根据脉搏信号(即消除运动干扰后的信号) $ppg_{\lambda_a}(t)$ 和 $ppg_{\lambda_b}(t)$ 计算出的脉搏等生理参数是相同的。

[0074] 本实施例相对于现有技术而言,将多维加速度信号进行降维处理获取表征运动干扰的一维加速度信号,通过多个预设系数对第一信号、第二信号进行混合并计算多个预设系数对应的多个混合信号;从而可以计算每个混合信号与一维加速度信号的多个相关系数;进而获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数,从而能够根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号;即利用运动干扰和多维加速度信号的相关性以消除运动中的干扰,且适用于各种运动状态下对消除运动干扰后的信号的检测,同时计算量较小,便于在穿戴设备上实现。

[0075] 本申请第二实施例涉及一种消除运动干扰的方法,本实施例是对第一实施例的细

化,主要细化之处在于:对步骤101,对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号,进行了详细的介绍。

[0076] 本实施例的消除运动干扰的方法的具体流程如图2所示。

[0077] 其中,步骤202至步骤205与步骤102至步骤105大致相同,在此不再赘述,主要不同之处在于:本实施例中,步骤201,对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号中,具体包括:

[0078] 子步骤2011,计算多维加速度信号形成的多维加速度矩阵的协方差矩阵。

[0079] 具体而言,多维加速度信号一般为三轴加速度信号 $G(t)$,三轴加速度信号 $G(t)$ 表示三维空间上不同方向的加速度信号,三维数据 $G(t)=[x(t), y(t), z(t)]$, $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ 分别表示三个方向的加速度,从而可以计算三维数据 $G(t)$ 的协方差矩阵 C :

$$[0080] \quad C = \begin{bmatrix} \text{cov}(x, x) & \text{cov}(x, y) & \text{cov}(x, z) \\ \text{cov}(y, x) & \text{cov}(y, y) & \text{cov}(y, z) \\ \text{cov}(z, x) & \text{cov}(z, y) & \text{cov}(z, z) \end{bmatrix}$$

[0081] 其中, cov 表示计算协方差。

[0082] 子步骤2012:计算协方差矩阵的多个特征值与多个特征向量。

[0083] 具体而言,协方差矩阵 C 的特征值为 λ_i 以及特征值 λ_i 对应的特征向量为 v_i ,其中 $i=1, 2, 3$;因此,满足以下公式:

$$[0084] \quad C v_i = \lambda_i v_i$$

[0085] 从而可以求出特征值 λ_i 及其对应的特征向量 v_i ,即多个特征值与多个特征向量分别一一对应。

[0086] 子步骤2013,根据多个特征值识别出多个特征向量中包括预设信息量的特征向量。

[0087] 具体而言,将多个特征值 λ_i 由大到小进行排序,且将每个特征值 λ_i 对应的特征向量 v_i 的顺序做相应调整,调整后的特征值用 λ_I 表示,其对应的特征向量用 v_I 表示;其中, $I=1, 2, 3$ 。

[0088] 预设信息量表示每个特征向量占有所有特征向量的百分比,表示为 $p\%$;

[0089] 当 $\frac{\sum_{i=1}^{I-1} \lambda_i}{\sum_{i=1}^I \lambda_i} < p\%$,且 $\frac{\sum_{i=1}^I \lambda_i}{\sum_{i=1}^I \lambda_i} \geq p\%$ 时,说明特征值 λ_I 对应的特征向量 v_I 包括预设信息量;其中 $I=1, 2, 3$ 。

[0090] 从而可以识别出包括预设信息量的特征向量 $V=[v_1, \dots, v_I]$ 。

[0091] 子步骤2014,将特征向量与多维加速度信号相乘,以得到一维加速度信号。

[0092] 具体而言,将包括预设信息量的特征向量 V 与三轴加速度信号 $G(t)$ (即多维加速度信号)相乘,得到降维后的三轴加速度信号 $G'(t)$:

$$[0093] \quad G'(t) = G(t) V$$

[0094] 其中, $G'(t)$ 表示降维后的三轴加速度信号。

[0095] 降维后的三轴加速度信号 $G'(t)$ 为 $T \times I$ 维矩阵,其中, $I=1, 2, 3$,可以进一步表示为:

$$[0096] \quad G'(t) = [g_1(t), \dots, g_I(t)]$$

[0097] 从而可以求得一维加速度信号 $\text{Acc}(t)$,

$$[0098] \quad Acc(t) = \sum_{i=1}^{t=I} g_i(t)$$

[0099] 本实施例相对于第一实施例而言,提供了对多维加速度信号进行降维处理的具体实现方式。

[0100] 本申请第三实施例涉及一种消除运动干扰的装置,应用于第一实施例与第二实施例任一项中的消除运动干扰的方法。本实施例中,请参考图5,消除运动干扰的装置包括多维数据降维模块1、第一计算模块2、第二计算模块3、识别模块4以及第三计算模块5。

[0101] 多维数据降维模块1用于对多维加速度信号进行降维处理,并得到表征运动干扰的一维加速度信号。

[0102] 第一计算模块2用于分别通过多个预设系数对第一信号与第二信号进行混合,以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号。

[0103] 第二计算模块3用于计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数。

[0104] 识别模块4用于获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数。

[0105] 第三计算模块5用于根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。

[0106] 本实施例相对于现有技术而言,将多维加速度信号进行降维处理获取表征运动干扰的一维加速度信号,通过多个预设系数对第一信号、第二信号进行混合并计算多个预设系数对应的多个混合信号;从而可以计算每个混合信号与一维加速度信号的多个相关系数;进而获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数,从而能够根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号;即利用运动干扰和多维加速度信号的相关性来消除运动中的干扰,且适用于各种运动状态下对消除运动干扰后的信号的检测,同时计算量较小,便于在穿戴设备上实现。

[0107] 本申请第四实施例涉及一种穿戴设备,为手表、戒指、头带、耳机中的任意一种。本实施例中,请参考图6,穿戴设备包括第一传感器6、第二传感器7、存储器8以及处理器9。

[0108] 本实施例中,处理器9连接于第一传感器6与第二传感器7。

[0109] 第一传感器6用于获取穿戴设备的多维加速度信号。

[0110] 第二传感器7用于获取待处理的测量信号;待处理的测量信号包括具有不同波长的第一信号与第二信号;其中,第二传感器7可以为心率传感器。

[0111] 存储器8用于储存多条指令。

[0112] 处理器9用于加载多条指令并执行第三实施例中的消除运动干扰的装置的功能。

[0113] 本实施例相对于现有技术而言,提供了一种可以消除运动干扰的可穿戴设备。

[0114] 本领域的普通技术人员可以理解,上述各实施例是实现本申请的具体实施例,而在实际应用中,可以在形式上和细节上对其作各种改变,而不偏离本申请的精神和范围。

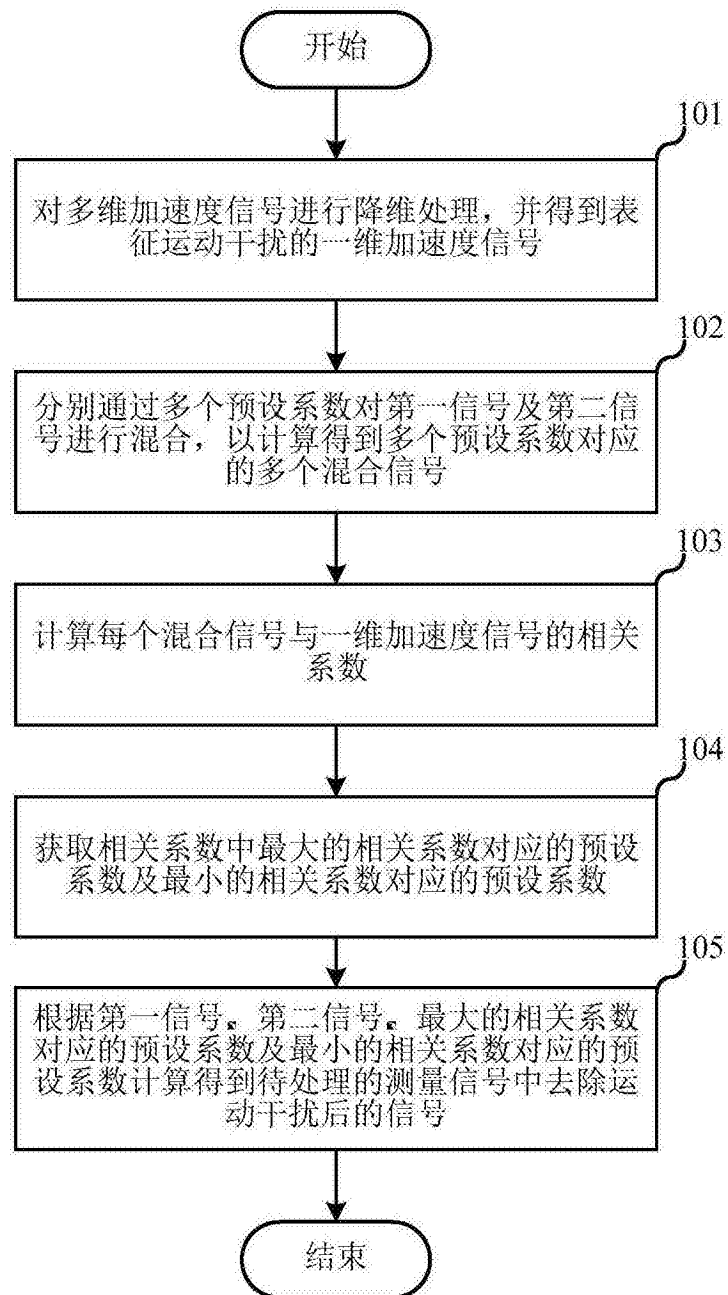


图1

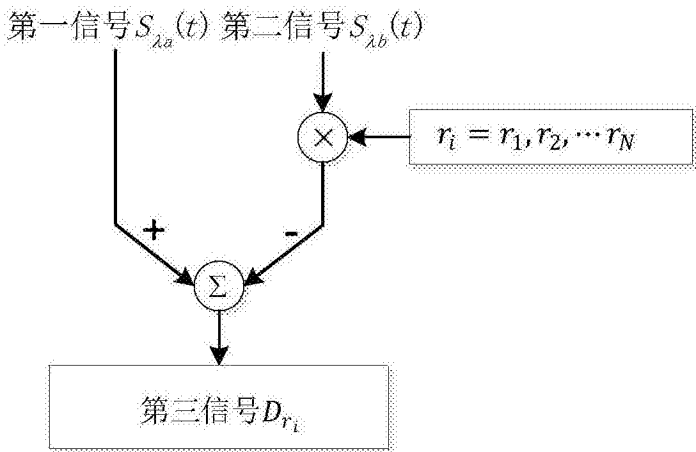


图2

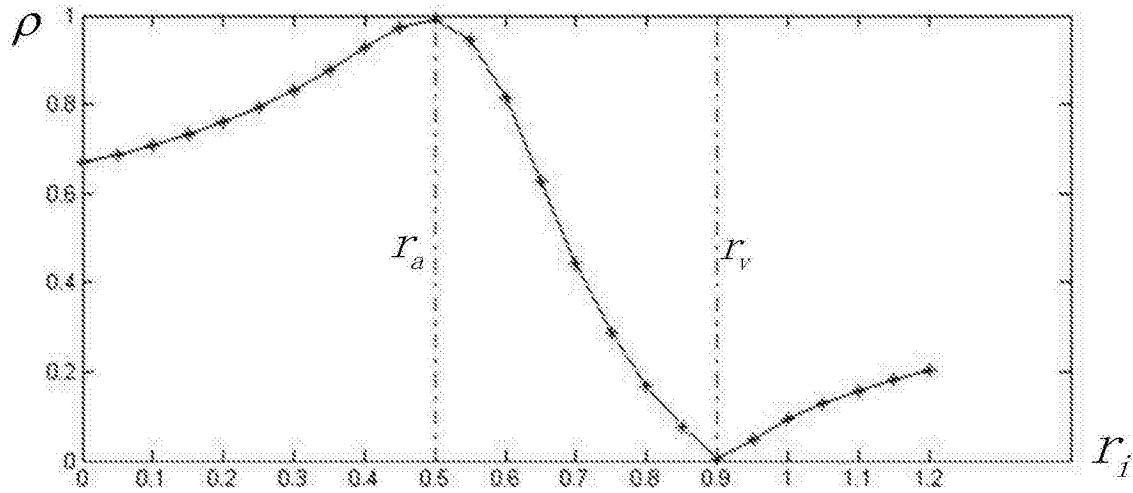


图3

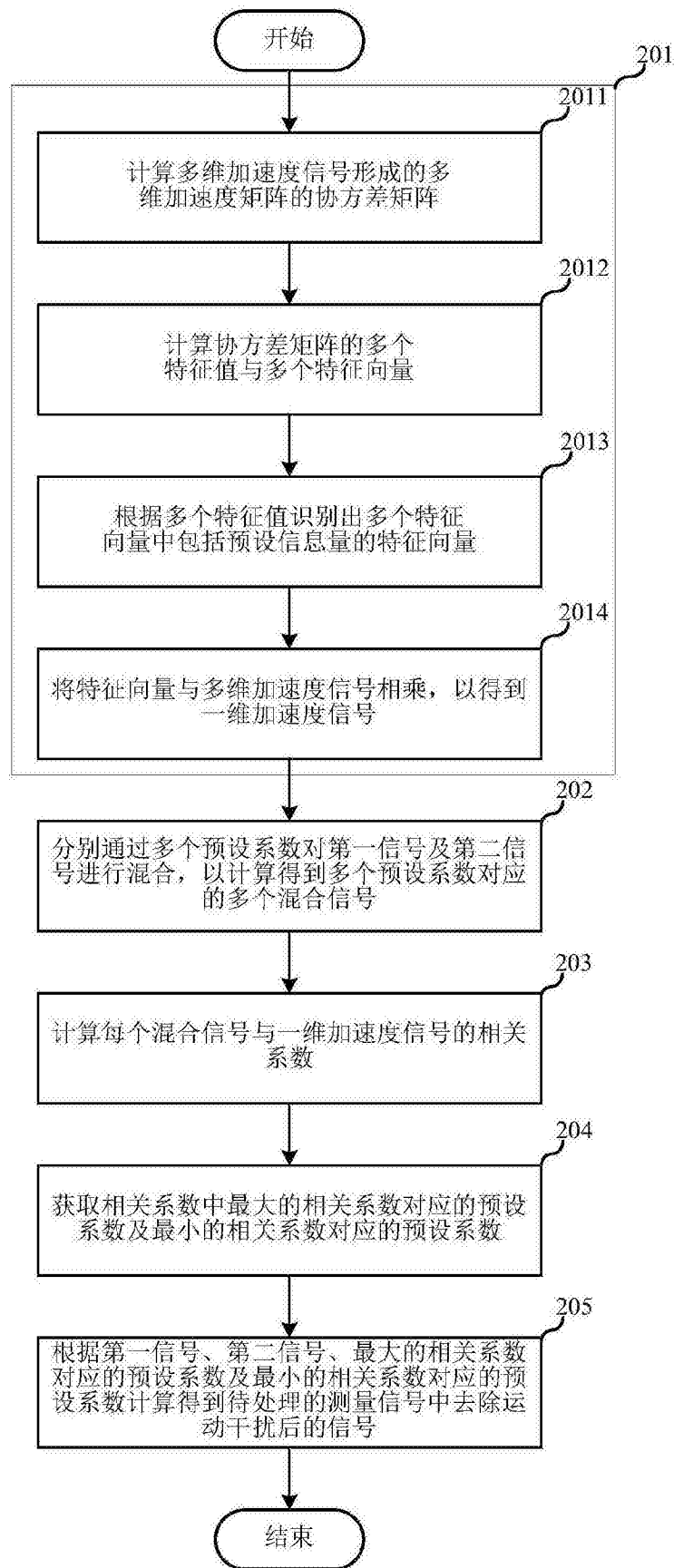


图4

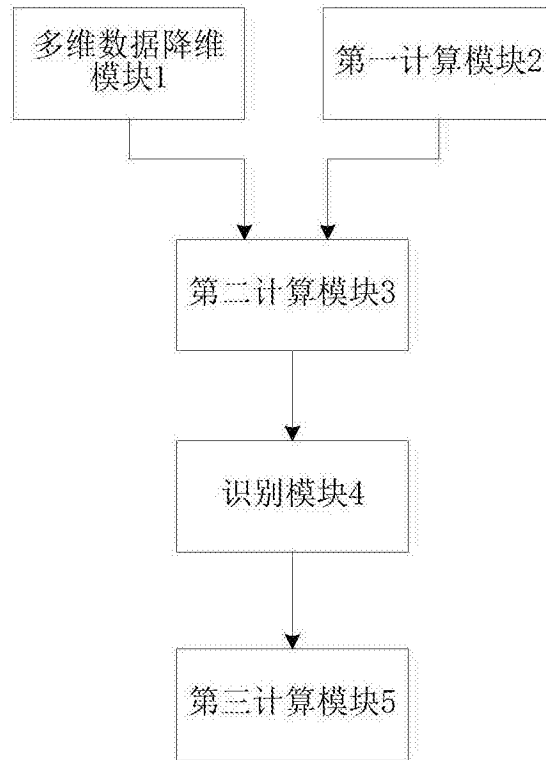


图5

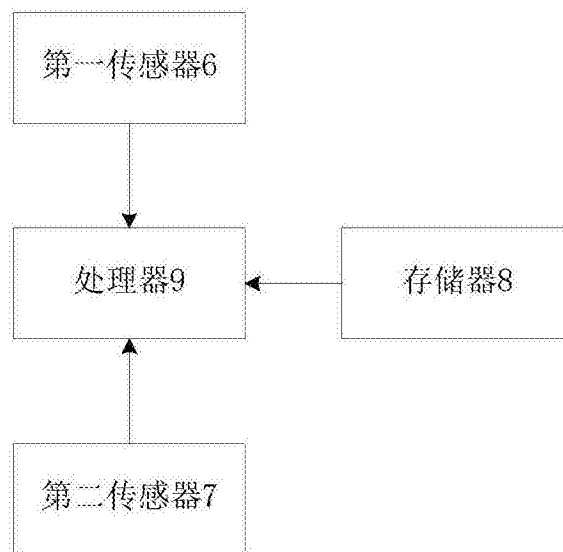


图6

专利名称(译)	穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置		
公开(公告)号	CN107223037A	公开(公告)日	2017-09-29
申请号	CN201780000400.4	申请日	2017-05-10
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市汇顶科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市汇顶科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市汇顶科技股份有限公司		
[标]发明人	李国梁 王鑫山 杨柯 曾端 陈法海		
发明人	李国梁 王鑫山 杨柯 曾端 陈法海		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请实施例提供了一种穿戴设备、消除运动干扰的方法及装置。所述方法包括：对多维加速度信号进行降维处理，并得到表征运动干扰的一维加速度信号；分别通过多个预设系数 r_i 对第一信号及第二信号进行混合，以计算得到多个预设系数对应的多个混合信号；计算每个混合信号与一维加速度信号的相关系数；获取相关系数中最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数；根据第一信号、第二信号、最大的相关系数对应的预设系数及最小的相关系数对应的预设系数计算得到待处理的测量信号中消除运动干扰后的信号。采用本申请实施例，能够消除运动中的干扰，并且适用于各种运动状态，同时计算量较小，便于在穿戴设备上实现。

