



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104215257 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201410524749.6

CN 103791915 A, 2014.05.14,

(22)申请日 2014.10.08

CN 1723848 A, 2006.01.25,

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 吴黎舒

申请公布号 CN 104215257 A

(43)申请公布日 2014.12.17

(73)专利权人 广州碧德电子科技有限公司

地址 510663 广东省广州市开发区科学城
科学大道182号创新大厦C1-1105

(72)发明人 王兵 陈秀忠 田军

(51)Int.Cl.

G01C 22/00(2006.01)

(56)对比文件

US 4962469 A, 1990.10.09,

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

US 5263491 A, 1993.11.23,

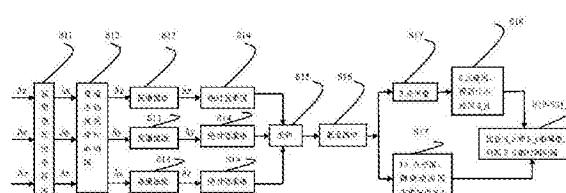
JP 特开2001-143048 A, 2001.05.25,

(54)发明名称

一种高精度、高去伪、并集成成功耗管理的人体计步方法

(57)摘要

本发明提供了一种高精度、高去伪、并集成成功耗管理的人体计步方法，该方法使用三轴线性加速度传感器获取原始波形，根据原始波形的变化情况，自适应的切换原始波形的采样时间间隔，然后将每个轴的原始波形逐一进行高通滤波和绝对值求模处理，再将三轴的波形求和处理，之后再低通滤波，然后分别进行3点和14点平滑，其中将14点平滑后的波形作为动态阈值波形，将其中3点平滑后的波形再进行8点延迟，作为计步波形，最后比较计步波形和动态阈值波形的峰值的大小，且判断两个计步波形之间的时间间隔，以确定计步波形是否为正常波形。本发明的计步方法能够有效剔除伪步伐，提高计步精度性，有效的管理功耗。



1. 一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法，该方法能够根据原始波形的变化而切换波形的采样时间间隔，其特征在于，计步方法包括以下步骤：

- S11 三轴Ax, Ay, Az线性加速度传感器获取原始波形样本；
- S12 根据原始波形样本的变化情况，自适应的切换原始波形的采样时间间隔；
- S13 对三轴Ax, Ay, Az线性加速度传感器获取的原始波形样本逐一进行高通滤波处理；
- S14 将高通滤波处理后的三轴Ax, Ay, Az线性加速度传感器的波形逐一进行绝对值求模处理；
- S15 将绝对值求模处理后的线性加速度传感器三轴Ax, Ay, Az波形进行求和处理；
- S16 将求和处理后的波形进行低通滤波处理；
- S17 将低通滤波处理后的波形分别进行3点平滑和14点平滑处理，其中将14点平滑处理后的波形作为动态阈值波形S_t；
- S18 将3点平滑处理后的波形再进行8点延迟处理，得到计步波形S_d；
- S19 将计步波形S_d与动态阈值波形S_t进行比较，在纵轴上S_d被S_t切割出的每一个波峰部分拟对应一个步伐；
- S20 在步骤S19中，每一次计步波形S_d下降到动态阈值波形S_t以下时，则计算离上一次计步波形S_d下降到动态阈值波形S_t的点的时间差，这个时间差计为一步所占的时间，如果该时间超出时间范围在200ms到1s之间，则认为是非正常运动，计步计数器不计数；
- S21 在步骤S19中，其中在每一次计步波形S_d下降到动态阈值波形S_t以下时，统计前一个波峰到波谷的峰峰值，如果连续10个峰峰值超过固定阀值23，且步骤S20中1步所占时间在200ms 到1s之间，则认为正常运动，则计步计数器从10 开始计数；如果检测到峰峰值小于规定阀值23，或者1步所需时间在200ms到1s的时间范围之外，则重新开始连续10步的统计，在连续10步计数达到前，中间产生任何停顿，重新开始连续10步的统计。

2. 如权利要求1所述的人体计步方法，其特征在于：所述S13步高通滤波处理的传递函

$$\text{数式为, } H_{\text{high}}(z) = \frac{1 - z^{-1}}{\frac{4}{3} - z^{-1}}.$$

3. 如权利要求1所述的人体计步方法，其特征在于：所述S16步低通滤波处理的传递函

$$\text{数式为, } H_{\text{low}}(z) = \frac{\frac{1}{2} z^{-1}}{1 - \frac{1}{2} z^{-1}}.$$

4. 如权利要求1所述的人体计步方法，其特征在于，根据原始波形样本的变化而切换波形的采样时间间隔的方法包括以下步骤：

- S31 以32ms作为默认波形采样时间；
- S32 当三轴Ax, Ay, Az线性加速度传感器中至少有一个轴以满量程状态输出加速度值，则开始连续统计20次样本点，如果发现有大于1/3个样本点有一个或多个以满量程输入，则将波形采样时间间隔切换成20ms；
- S33 在20ms的采样时间间隔下，如果连续4个计步所占时间的平均时长大于400ms，说明人在慢速小跑或正常行走，则将波形采样间隔切换成32ms；

S34 在32ms或者20ms的采样间隔下,如果发现计步波形S_d上的点小于规定阈值23的时间保持2s,或者两步之间的时间间隔超过2s,则认为,使用者正处于休息状态,此时将采样时间切换成320ms;

S35 在320ms的情况下,将原始加速度样本缓存到长度为2的先入先出队列,并且每推进样本进入队列时,则对队列中缓存的两组样本进行相差比较,如果发现有至少2个轴的波形样本相对于前一次采样的波形样本发生了波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转入了运动状态,此时将波形采样时间间隔切换为32ms;

S36 在320ms 的情况下,连续统计2分钟,如果未发现连续两个样本在至少两个轴上发生差值为8的变化,则将采样间隔切换成1s;

S37 在1s的波形采样时间间隔情况下,使用长度为2的先入先出队列缓存原始加速度样本,并比较前后两次样本之差,如果发现至少一个轴上发生波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转换为运动状态,此时将采样间隔切换为32ms。

一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法

技术领域

[0001] 本发明涉及保健功能电子设备计步技术,尤其涉及一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法。

背景技术

[0002] 在穿戴式电子设备市场日益火爆的今天,带运动追踪功能的计步器、手环、手表已经到处可见,并且其计步准确性也逐渐越来越高。目前来说,各种各样的运动追踪设备在使用者真正走路或者跑步时,计步准确性大都会趋于90%或者更高。但是使用者在没有走路或者跑步的情况下,很多运动追踪设备会产生较多的伪步数,比如穿戴者驾驶车辆时,或者坐在办公室工作敲击电脑等情形。这种伪步数的产生给使用者造成了一定困扰,因为伪步数并非是使用者的真实运动情况。

[0003] 人体在正常行走时,不管计步设备是佩戴于手腕,或者固定于腰间,三轴线性加速传感器(g-sensor)输出的三轴上的测量值经过一定的滤波处理后,并进行矢量合成后得到模(1-范数),在时域上波形呈正弦波形趋势。在正常行走下产生的波形,每一个尖峰和每一步伐基本承载对应关系,因此多数现有计步方法靠识别正弦波波峰的出现次数来统计步数。

[0004] 目前波峰识别的方法主要是拐点识别法,是统计波形在一段连续时间区域中上升走势和下降走势,如果上升走势和下降走势持续时间都大于经验阀值,则一个步伐波形出现,见文献US2013091069。拐点识别法对于实验室测试的理想状态,波形较为规则的情形起到了良好的识别效果。但随着使用者增多,就会发现不是所有的波形都能保持波峰的幅度和跨越时间的基本一致。即在实际多测试的环境下,步伐波形可能是较为出现一高一低的情况,也有可能出现时间跨度忽长忽短的情况。因此这种拐点方法不能很好的统计真是行走的步数。

[0005] 自适应的动态阀值方法也可以较为有效的波识别峰,解决计步准确性问题,这种方法的主要思想是在步伐波形的基础上构造出一个动态阈值波形,并将步伐波形与阀值波形比较,大于阀值的波形的部分则认定为一个波峰出现(一个步伐出现)。

[0006] 为了进一步提高计步的准确性,本发明的计步方法在自适应的动态阀值方法的基础上,通过进一步优化,设计出了一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法,可以有效剔除伪步伐,提高计步精度性。

[0007] 加速度传感器采集加速样本的时间间隔通常称为采样间隔,采样间隔越小整机功耗越高,采样间隔越长整机功耗越低。实验证明正确识别步行的采样间隔可以大于正确识别跑步的采样间隔,而目前的计步算法为了节省功耗,会采用较长的采样间隔;或者为了能够识别所有的运动类型(跑步和步行)而采用较短的采样间隔。目前大多数计步算法都采样固定的采样间隔,不能在功耗和识别运动类型之间做一个很好的平衡。

[0008] 本发明方法能够自适应的切换原始波形采样的时间间隔,因此,能够有效的管理功耗,在功耗和识别运动类型之间做一个很好的平衡。

发明内容

[0009] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供了一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法,可以有效剔除伪步伐,提高计步精度性,并且能够有效的管理功耗,在功耗和识别运动类型之间做一个很好的平衡。

[0010] 为了实现上述目的,本发明需要使用一个三轴的线性加速度传感器(g-sensor),其有Ax, Ay, Az轴三个轴。

[0011] 本发明提供了一种高精度、高去伪、并集成功耗管理的人体计步方法,该方法的具体实施包括如下步骤(S11-S21)。

[0012] S11 三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器获取原始波形样本。

[0013] S12 根据的原始波形样本的变化情况,自适应的切换原始波形的采样时间间隔。

[0014] S13 对每个轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)获取的原始波形样本逐一进行高通滤波处理。

[0015] 高通滤波的目的是过滤低频噪声和地球本身对三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器产生的重力加速度的干扰。

[0016] S14 将高通滤波处理后的每个轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)的波形逐一进行绝对值求模处理。

[0017] S15 将绝对值求模处理后的线性加速度传感器3轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)波形进行求和处理。

[0018] S16 将求和处理后的波形进行低通滤波处理。

[0019] 低通滤波的目的是过滤高频噪声分量。

[0020] S17 将低通滤波处理后的波形分别进行3点平滑和14点平滑处理,其中将14点平滑处理后的波形作为动态阀值波形S_t。

[0021] 平滑处理的目的是为了让波形更加适合步数查找。

[0022] S18 将3点平滑处理后的波形再进行8点延迟处理,得到计步波形S_d。

[0023] S19 将计步波形S_d与动态阀值波形S_t进行比较,在纵轴上S_d被S_t切割出的每一个波峰部分拟对应一个步伐。

[0024] S20 在步骤S19中,每一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t以下时,则计算离上一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t的点的时间差,这个时间差计为一步所占的时间,如果该时间超出时间范围在200ms到1S之间,则认为是非正常运动,计步计数器不计数。

[0025] S21 在步骤S19中,其中在每一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t以下时,统计前一个波峰到波谷的峰峰值,如果连续10个峰峰值超过固定阀值23,且步骤S20中1步所占时间在200ms到1S之间,则认为正常运动,则计步计数器从10开始计数;如果检测到峰峰值小于规定阀值23,或者1步所需时间在200ms到1S的时间范围之外,则重新开始连续10步的统计,在连续10步计数达到前,中间产生任何停顿,重新开始连续10步的统计。

[0026] 有些三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器内部带有数据滤波功能,在一般情况下,可以不使用三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器设备自带的数据滤波功能,针对本发明的具体用途,发明人设计了如下滤波函数式。

[0027] 根据本发明实施例的人体计步方法,所述步骤S13高通滤波处理的传递函数式为,

$$H_{low}(z) = \frac{1 - z^{-1}}{\frac{4}{3} - z^{-1}}.$$

[0028] 根据本发明实施例的人体计步方法,所述步骤S16低通滤波处理的传递函数式为,

$$H_{low}(z) = \frac{\frac{1}{2}z^{-1}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1}}.$$

[0029] 根据本发明实施例的人体计步方法,所述步骤S12具体包括(步骤S31-S37)。

[0030] S31 以32ms作为默认波形采样时间。

[0031] S32 当三轴(Ax, Ay, Az)线性加速度传感器中至少有一个轴以满量程状态输出加速度值,则开始连续统计20次样本点,如果发现有大于1/3个样本点有一个或多个以满量程输入,则将波形采样时间间隔切换成20ms。

[0032] S33 在20ms的采样时间间隔下,如果连续4个计步所占时间的平均时长大于400ms,说明人在慢速小跑或正常行走,则将波形采样间隔切换成32ms。

[0033] S34 在32ms或者20ms的采样间隔下,如果发现计步波形S_d上的点小于规定阀值23的时间保持2S,或者两步之间的时间间隔超过2S,则认为,使用者正处于休息状态,此时将采样时间切换成320ms。

[0034] S35在320ms的情况下,将原始加速度样本缓存到长度为2的先入先出队列,并且每推进样本进入队列时,则对队列中缓存的两组样本进行相差比较,如果发现有至少2个轴的波形样本相对于前一次采样的波形样本发生了波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转入了运动状态,此时将波形采样时间间隔切换为32ms。

[0035] S36 在320ms的情况下,连续统计2分钟,如果未发现连续两个样本在至少两个轴上发生差值为8的变化,则将采样间隔切换成1S。

[0036] S37 在1S的波形采样时间间隔情况下,使用长度为2的先入先出队列缓存原始加速度样本,并比较前后两次样本之差,如果发现至少一个轴上发生波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转换为运动状态,此时将采样间隔切换为32ms。

[0037] 根据本发明实施例的本发明实施例的人体计步方法,能够有效剔除伪步伐,提高计步精度性,并且能够有效的管理功耗,在功耗和识别运动类型之间做一个很好的平衡。

附图说明

[0038] 图1是本发明实施例的计步方法的流程图。

[0039] 图2是本发明实施例的计步方法步骤S11中的原始波形图。

[0040] 图3是本发明实施例的计步方法步骤S13中高通滤波后的波形图。

[0041] 图4是本发明实施例的计步方法步骤S15中求和后的波形图。

[0042] 图5是本发明实施例的计步方法步骤S16中低通滤波后的波形图。

[0043] 图6是本发明实施例的中的动态阀定值波形S_t和计步波形S_d的波形图。

[0044] 图7是本发明实施例中使用者在休息状态时的波形图。

具体实施方式

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。相反,本发明的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0047] 下面参考附图描述根据本发明实施例的计步方法。

[0048] 图1是本发明实施例的计步方法的流程图,具体实现过程描述如下(步骤S11-S19)。

[0049] S11 三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器获取原始波形样本。

[0050] 如图2所示,该波形图为三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器获取原始波形样本。

[0051] S12 根据的原始波形样本的变化情况,自适应的切换原始波形的采样时间间隔。

[0052] S13 对每个轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)获取的原始波形样本逐一进行高通滤波处理。

[0053] 如图3所示,该波形图为图2所示的原始波形经过高通滤波处理的波形图,该图滤去了图2所示原始波形中的低频噪声和地球本身对三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)线性加速度传感器产生的重力加速度的干扰。

[0054] S14 将高通滤波处理后的每个轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)的波形逐一进行绝对值求模处理。

[0055] S15 将绝对值求模处理后的线性加速度传感器三轴(Ax轴, Ay轴, Az轴)波形进行求和处理。

[0056] 如图4所示,该波形图为经过求和处理后的波形图。

[0057] S16 将求和处理后的波形进行低通滤波处理。

[0058] 如图5所示,该波形图为图4所示的波形经过低通滤波处理后的波形图,该图滤去了图4所示波形图中的高频噪声分量。

[0059] S17 将低通滤波处理后的波形分别进行3点平滑和14点平滑处理,其中将14点平滑处理后的波形作为动态阀值波形S_t。

[0060] S18 将3点平滑处理后的波形再进行8点延迟处理,得到计步波形S_d。

[0061] 如图6所示,该图所示波形图分别为动态阀值波形S_t和计步波形S_d。

[0062] S19 将计步波形S_d与动态阀值波形S_t进行比较,在纵轴上S_d被S_t切割出的每一个波峰部分拟对应一个步伐。

[0063] S20在步骤S19中,每一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t以下时,则计算离上一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t的点的时间差,这个时间差计为一步所占的时间,如果该时间超出时间范围在200ms到1S之间,则认为是非正常运动,计步计数器不计数。

[0064] S21在步骤S19中,其中在每一次计步波形S_d下降到动态阀值波形S_t以下时,统计前一个波峰到波谷的峰峰值,如果连续10个峰峰值超过固定阀值23,且步骤S20中1步所占时间在200ms到1S之间,则认为正常运动,则计步计数器从10开始计数;如果检测到峰峰值小于规定阀值23,或者1步所需时间在200ms到1S的时间范围之外,则重新开始连续10步

的统计,在连续10步计数达到前,中间产生任何停顿,重新开始连续10步的统计。

[0065] 优选的,步骤S13高通滤波处理的传递函数式为, $H_{\text{high}}(z) = \frac{1 - z^{-1}}{\frac{4}{3} - z^{-1}}$,步骤S16低通

滤波处理的传递函数式为, $H_{\text{low}}(z) = \frac{\frac{1}{2}z^{-1}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1}}$ 。

[0066] 本发明根据获取的原始波形样本的变化情况,自适应的切换原始波形的采样时间间隔,具体实施如下(步骤S31-S37)。

[0067] S31 以32ms作为默认波形采样时间。

[0068] S32 当三轴(Ax, Ay, Az)线性加速度传感器中至少有一个轴以满量程状态输出加速度值,则开始连续统计20次样本点,如果发现有大于1/3个样本点有一个或多个以满量程输入,则将波形采样时间间隔切换成20ms。

[0069] S33 在20ms的采样时间间隔下,如果连续4个计步所占时间的平均时长大于400ms,说明人在慢速小跑或正常行走,则将波形采样间隔切换成32ms。

[0070] S34 在32ms或者20ms的采样间隔下,如果发现计步波形S_d上的点小于规定阀值23的时间保持2S,或者两步之间的时间间隔超过2S,则认为,使用者正处于休息状态,此时将采样时间切换成320ms。

[0071] 图7所示为使用者在休息状态时的波形图。

[0072] S35在320ms的情况下,将原始加速度样本缓存到长度为2的先入先出队列,并且每推进样本进入队列时,则对队列中缓存的两组样本进行相差比较,如果发现有至少2个轴的波形样本相对于前一次采样的波形样本发生了波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转入了运动状态,此时将波形采样时间间隔切换为32ms。

[0073] S36 在320ms的情况下,连续统计2分钟,如果未发现连续两个样本在至少两个轴上发生差值为8的变化,则将采样间隔切换成1S。

[0074] S37 在1S的波形采样时间间隔情况下,使用长度为2的先入先出队列缓存原始加速度样本,并比较前后两次样本之差,如果发现至少一个轴上发生波峰值差为8的变化,则认为使用者从休息状态转换为运动状态,此时将采样间隔切换为32ms。

[0075] 本发明方法具有如下有益效果。

[0076] 1、通过将计步波形S_d的峰值和动态阀值波形S_t的峰值进行比较,筛除计步波形S_d的峰值小于阀定值波形S_t的峰值的波形,并且筛除两个计步波形S_d之间的时间在200ms到1S的范围之外的波形,从而有效剔除了剔除伪步伐(比如在休息、驾驶车辆、坐在办公室敲击电脑等情况下产生的伪步伐),提高了计步的精确性,使计步精确性达到99%。

[0077] 2、本发明能够根据原始波形的变化而自适应的切换原始波形的采样时间间隔,原始波形的采样时间间隔根据使用者不同的运动状态而切换,动态的采样时间间隔在功耗和识别运动类型之间做一个很好的平衡,能够有效的管理功耗。

[0078] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

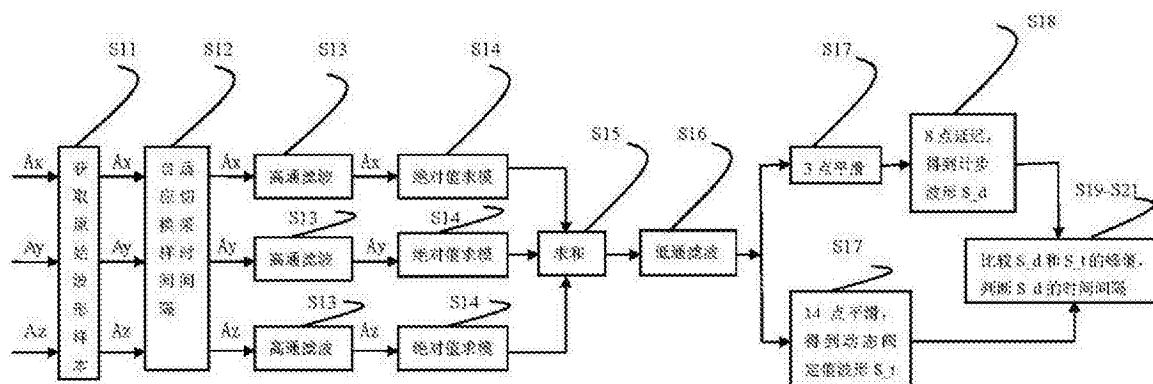


图1

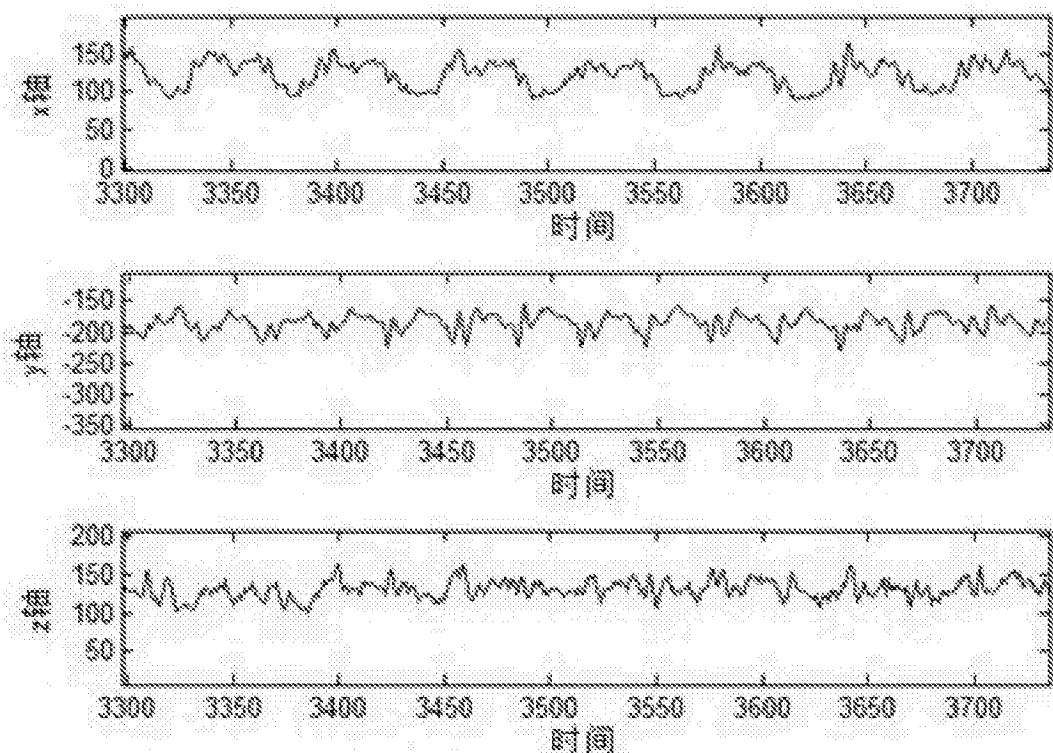


图2

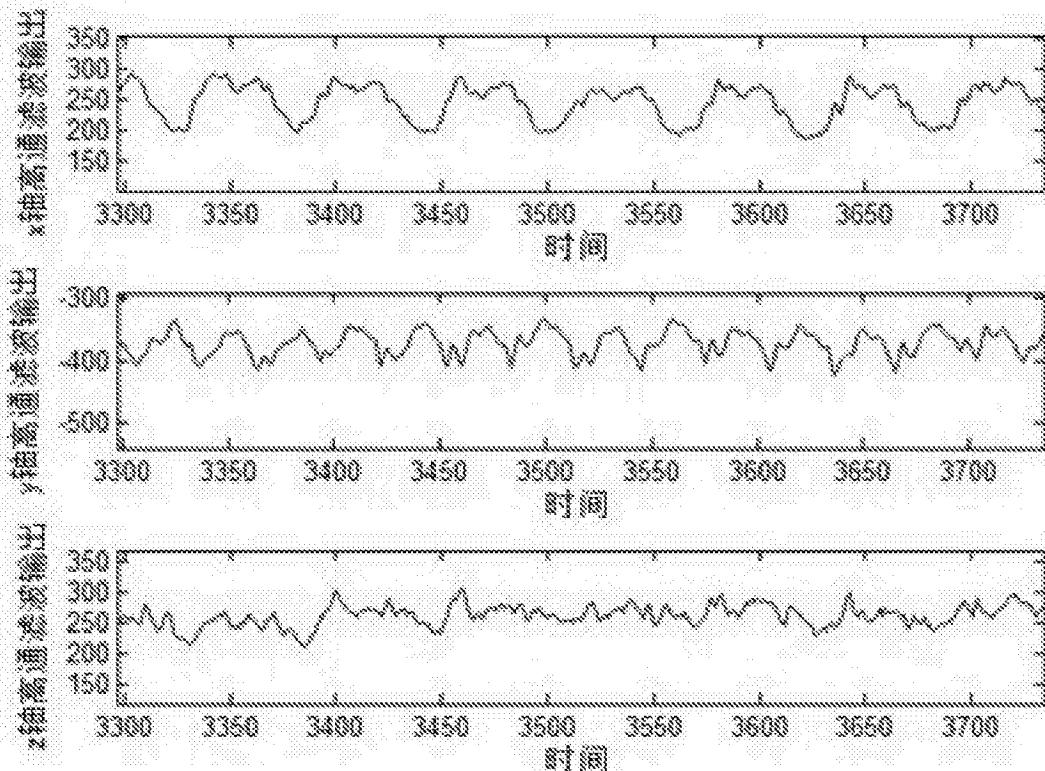


图3

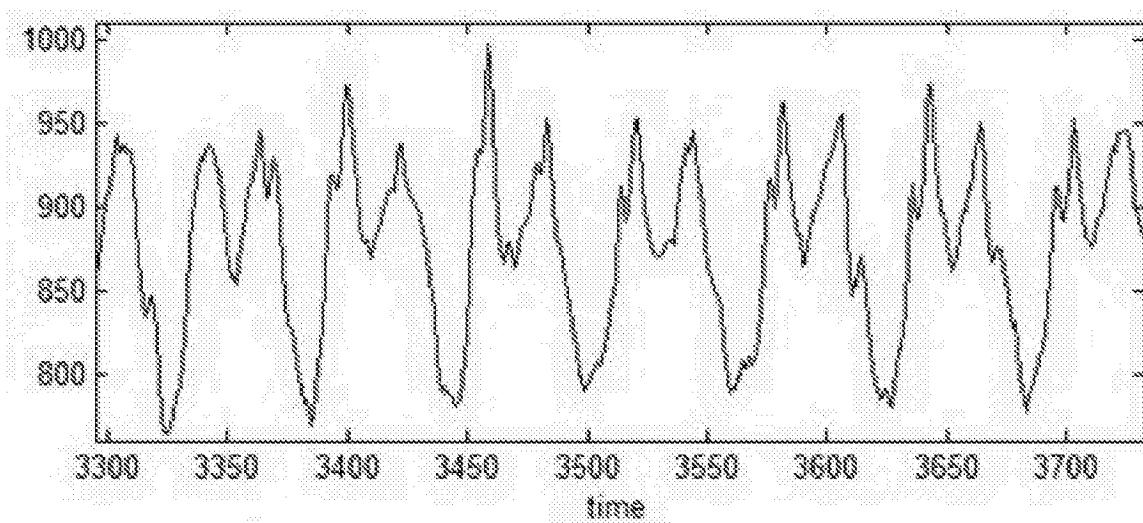


图4

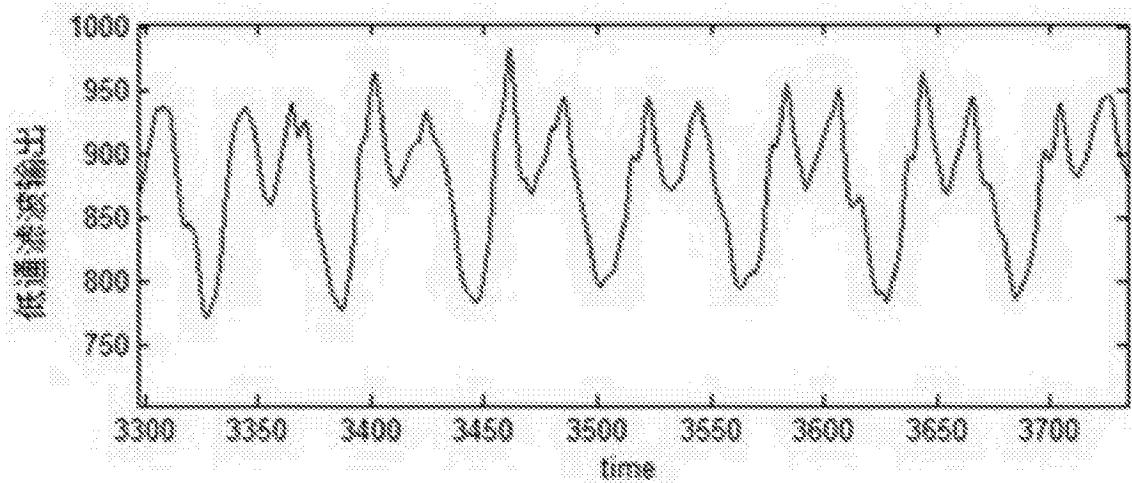


图5

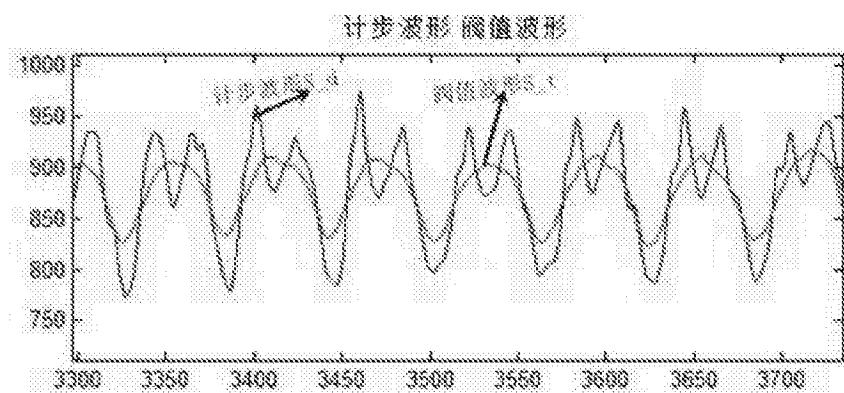


图6

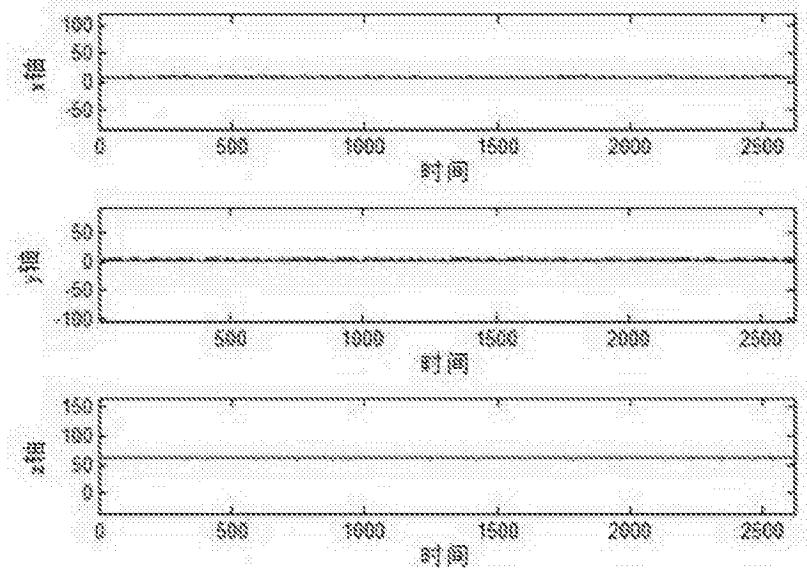


图7