



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103619248 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201280031575. 9

(22) 申请日 2012. 06. 19

(30) 优先权数据

11171700. 5 2011. 06. 28 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 12. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/053083 2012. 06. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/001411 EN 2013. 01. 03

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 W·张 H·巴尔杜斯 S·施伦博姆

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 刘瑜 王英

(51) Int. Cl.

A61B 5/11(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1195139 A1, 2002. 04. 10, 全文.

US 2009/0254003 A1, 2009. 10. 08, 全文.

US 2010/0191697 A1, 2010. 07. 29, 全文.

US 6152890 A, 2000. 11. 28, 全文.

W0 2010035187 A1, 2010. 04. 01, 全文.

审查员 杨星

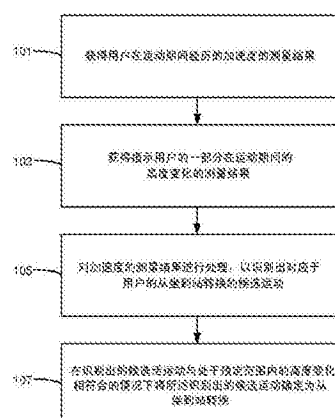
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

从坐到站转换检测

(57) 摘要

提供了一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的方法,所述方法包括:获得用户在运动期间经历的垂直加速度的测量结果;获得指示所述用户的一部分在运动期间的高度变化的测量结果;对所述垂直加速度的所述测量结果进行处理,以识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动;并且在识别出的候选运动与高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动确定为从坐到站转换。还提供了对应的装置和计算机程序产品。



1. 一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的方法,所述方法包括:
获得所述用户在运动期间经历的垂直加速度的测量结果;
获得指示所述用户的一部分在运动期间的高度变化的测量结果;
对所述垂直加速度的所述测量结果进行处理,以通过以下步骤识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动:

将所述垂直加速度的所述测量结果与从坐到站转换的预定加速度曲线分布进行匹配;
并且

在所述匹配步骤的具有峰值、在识别出的峰值之前的预定时间段内的第一局部极小值、以及在识别出的峰值之后的预定时间段内的第二局部极小值的结果中识别出对应于从坐到站转换的候选运动;并且

在识别出的候选运动与高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动确定为从坐到站转换。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动在所述匹配步骤的所述峰值具有处于预定范围内的幅度的结果中被识别出。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,对应于从坐到站转换的候选运动还在以下情况中被识别出:

- (i) 所述峰值的幅度与所述第一局部极小值的幅度之间的差小于第一阈值;
- (ii) 所述峰值的幅度与所述第二局部极小值的幅度之间的差小于第二阈值;以及
- (iii) 所述峰值之后的所述第二局部极小值的幅度小于所述第一局部极小值的幅度。

4. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其中,将识别出的候选运动确定为从坐到站转换的所述步骤包括:

在指示高度变化的测量结果中识别出第一样本,其对应于在所述匹配步骤的结果中的,在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的第一样本, s_1 ;

在指示高度变化的测量结果中识别出第二样本,其对应于在所述匹配步骤的结果中的,在所述第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的第一样本, s_2 ;并且

根据所识别出的第一样本和第二样本确定所述用户的所述一部分的高度变化。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,根据所述第一样本和所述第二样本确定所述高度变化的所述步骤包括:

确定在以所述第一样本结束的评估窗口上的所述用户的所述一部分的高度平均值;

确定在以所述第二样本开始的评估窗口上的所述用户的所述一部分的高度平均值;并

且

将两个平均值相减,以给出候选从坐到站转换期间的高度变化。

6. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

估计所述垂直加速度的变化;并且

使用所估计出的变化确定在所述垂直加速度的所述测量结果中的所识别出的从坐到站转换的开始和/或结束的定时。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,确定所识别出的从坐到站转换的开始的定时的所述步骤包括:

在所估计出的变化中识别出所述匹配步骤的结果中的,发生在所述第一局部极小值之

前的且低于第三阈值的样本,所述样本指示所识别出的从坐到站转换的开始。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中,确定所识别出的从坐到站转换的结束的定时的所述步骤包括:

识别出在所述匹配步骤的结果中的,在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的样本, s_1 ;

识别出在所述匹配步骤的结果中的,在所述第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的样本, s_2 ;

在所述垂直加速度的所述测量结果中识别出处于 s_1 和 s_2 之间的最低值;并且

识别出在所述垂直加速度的所述测量结果中的所述最低值之后的,超过了第五阈值的第一样本,所述第一样本指示所识别出的从坐到站转换的结束。

9. 根据权利要求1到3中任一项所述的方法,其中,获得所述用户在运动期间经历的所述垂直加速度的测量结果的所述步骤包括:

获得所述用户在运动期间经历的加速度的三维测量结果;并且

对所述三维测量结果进行处理,以估计出所述用户经历的所述垂直加速度。

10. 一种确定用户在从坐到站转换中使用的功率的方法,所述方法包括:

根据任一前述权利要求所述的方法在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换;

对垂直加速度的测量结果进行处理以确定所述从坐到站转换期间使用的功率的估计。

11. 一种确定用户跌倒风险的方法,所述方法包括:

根据权利要求10确定用户在从坐到站转换期间使用的功率;

根据所确定的功率确定所述用户的跌倒风险。

12. 一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的装置,所述装置包括:

用于获得所述用户在运动期间经历的垂直加速度的测量结果的模块;

用于获得指示所述用户的一部分在运动期间的高度变化的测量结果的模块;

用于对所述垂直加速度的所述测量结果进行处理以通过以下步骤识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动的模块:

将所述垂直加速度的所述测量结果与从坐到站转换的预定加速度曲线分布进行匹配;并且

在所述匹配步骤的具有峰值、在识别出的峰值之前的预定时间段内的第一局部极小值、以及在识别出的峰值之后的预定时间段内的第二局部极小值的结果中识别出对应于从坐到站转换的候选运动;并且

用于在识别出的候选运动与高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动识别为从坐到站转换的模块。

13. 一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的装置,所述装置包括:

处理器,其用于对用户运动期间经历的垂直加速度的测量结果进行处理,以识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动,并且在识别出的候选运动与测得的高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动确定为从坐到站转换,其中,所述处理器被配置为通过以下步骤识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动:将所述垂直加速度的所述测量结果与从坐到站转换的预定加速度曲线分布进行匹配;并且在所述匹配步骤的具有峰值、在识别出的峰值之前的预定时间段内的第一局部极小值、以及在识别出的峰值之

后的预定时间段内的第二局部极小值的结果中识别出对应于从坐到站转换的候选运动。

从坐到站转换检测

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于识别用户的从坐到站转换运动的方法和装置。

背景技术

[0002] 跌倒是老年人所面临的最大的健康风险因素之一。年龄超过 65 岁的老年人大约有三分之一每年至少摔倒一次。

[0003] 这些跌倒中很多能够通过对跌倒风险的早期识别以及有效的目标防跌倒程序的应用而避免。

[0004] 基于力量 and 平衡训练 (SBT) 的防跌倒试验已经表明能够降低老年人跌倒的风险。平衡性能度量能够用作跌倒风险的早期指标,并用于度量防跌倒程序的进展。“从坐到站”(STS)转换已经被视作是一种重要的运动,其能够用作平衡性能度量。领域专家能够将从坐到站转换期间针对防跌倒生成的功率图与心血管障碍的 ECG 图进行比较。在日常生活中,人每天要做很多次的 STS 转换。

[0005] 常规地,仅临床测量系统(例如,那些包括测力板和光学标记物系统的系统)允许准确量化从坐到站转换期间的功率。在这些测量系统中,测力板提供垂直的地面反作用力,光学标记物系统提供三维位移的度量。使用两者测量结果的组合量化从坐到站转换期间的功率。

[0006] 这些测量系统具有若干缺陷。首先,它们是临床装备,其要求用户亲临门诊。测量的准备和执行是劳动力密集的(尤其是如果需要将光学标记物附着到身体的具体部分上)。此外,它们仅提供用户平衡性能的瞬态图,其中,由于临床设置的原因用户的执行一般超过其平均能力。最后,测量系统涉及对于用户而言相当繁重的程序。

[0007] 题为《Power Measurement and Apparatus》的 WO 2010/035187 公开了一种用于对用户在执行诸如从坐到站转换的运动的垂直分量中使用的峰值功率进行估计的装置,所述装置包括附着于用户的用于测量用户经历的加速度的加速度计;所述装置还包括被配置为接收来自附着于用户的加速度计的加速度测量结果、根据所接收到的测量结果估计垂直加速度、并且根据垂直加速度估计功率的处理器。

[0008] 现有的活动监测技术通过对具有数十秒或者数分钟的长度的传感器数据序列进行分类来识别姿势或运动。然而,难以准确地检测通常在 2 或 3 秒内完成的从坐到站转换。

[0009] 因此,需要一种能够从用户运动的测量结果识别出这样的转换的方法和装置,从而能够计算出用户在执行这样的运动时使用的功率。还需要一种能够在特定准确性程度以内检测转换的开始和结束,以便进行功率分析,从而提供有用的结果的方法和装置。

发明内容

[0010] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的方法,所述方法包括:获得所述用户在运动期间经历的垂直加速度的测量结果;获得指示所述用户的一部分在运动期间的高度变化的测量结果;对所述垂直加速度的所述

测量结果进行处理,以识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动;并且在识别出的候选运动与高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动确定为从坐到站转换。

[0011] 根据优选实施例,对所述垂直加速度的所述测量结果进行处理以识别出对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动的步骤包括将所述垂直加速度的所述测量结果与从坐到站转换的预定加速度曲线分布进行匹配。

[0012] 优选地,对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动在所述匹配步骤的具有峰值、在识别出的峰值之前的预定时间段内的第一局部极小值以及在识别出的峰值之后的预定时间段内的第二局部极小值的结果中被识别出。

[0013] 此外,对应于所述用户的从坐到站转换的候选运动优选地在所述匹配步骤的所述峰值具有处于预定范围内的幅度的结果中被识别出。

[0014] 在另一优选实施例中,对应于从坐到站转换的候选运动还在(i)所述峰值的幅度与所述第一局部极小值的幅度之间的差小于第一阈值;(ii)所述峰值的幅度与所述第二局部极小值的幅度之间的差小于第二阈值;以及(iii)所述峰值之后的所述第二局部极小值的幅度小于所述第一局部极小值的幅度的情况下被识别出。

[0015] 在一个实施例中,将识别出的候选运动确定为从坐到站转换的所述步骤包括在指示高度变化的测量结果中识别出第一样本,其对应于所述匹配步骤的结果中在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的第一样本 s1;在指示高度变化的测量结果中识别出第二样本,其对应于所述匹配步骤的结果中在所述第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的第一样本 s2;并且根据所识别出的第一样本和第二样本确定所述用户的一部分的高度变化。

[0016] 在该实施例中,根据所述第一样本和所述第二样本确定高度变化的所述步骤包括确定在以所述第一样本结束的评估窗口上的所述用户的一部分的高度平均值;确定在以所述第二样本开始的评估窗口上的所述用户的一部分的高度平均值;并且将两个平均值相减,从而给出候选从坐到站转换期间的高度变化。

[0017] 在一些实施例中,能够通过估计垂直加速度的变化找到对从坐到站转换的开始和结束的更加精确的估计;并且能够使用所估计出的变化确定在所述垂直加速度的所述测量结果中的所识别出的从坐到站转换的开始和/或结束的定时。

[0018] 优选地,确定所识别出的从坐到站转换的开始的定时的所述步骤包括在所估计的变化中识别出发生在所述匹配步骤的结果中的所述第一局部极小值之前的并且低于第三阈值的样本,所述样本指示所识别出的从坐到站转换的开始。

[0019] 优选地,确定所识别出的从坐到站转换的结束的定时的所述步骤包括识别出所述匹配步骤的结果中在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的样本 s1;识别出在所述匹配步骤的结果中在所述第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的样本 s2;在所述垂直加速度的所述测量结果中识别出处于 s1 和 s2 之间的最低值;并且识别出在所述垂直加速度的所述测量结果中的所述最低值之后的超过第五阈值的第一样本,所述样本指示所识别出的从坐到站转换的结束。

[0020] 在优选实施例中,获得所述用户在运动期间经历的垂直加速度的测量结果的所述步骤包括获得所述用户在运动期间经历的加速度的三维测量结果;并且对所述三维测量结果进行处理,以估计出所述用户经历的垂直加速度。

[0021] 根据本发明的第二方面,提供了一种确定用户在从坐到站转换期间使用的功率的方法,所述方法包括根据上文所述的方法在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换;并且对垂直加速度的测量结果进行处理,以确定在从坐到站转换期间使用的功率的估计。

[0022] 根据本发明的第三方面,提供了一种确定用户的跌倒风险的方法,所述方法包括如上文所述确定用户在从坐到站转换期间使用的功率;并且根据所确定的功率确定所述用户的跌倒风险。

[0023] 根据本发明的第四方面,提供了一种包括计算机程序代码的计算机程序产品,所述计算机程序代码当在计算机或处理器上运行时,令所述计算机或处理器如上文所述在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换。此外,还提供了令计算机或处理器执行上文所述的确定用户在从坐到站转换期间使用的功率的方法以及确定用户的跌倒风险的方法的计算机程序产品。

[0024] 根据本发明的第五方面,提供了一种用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的装置,所述装置包括处理器,所述处理器用于对用户运动期间经历的垂直加速度的测量结果进行处理,以识别出对应于用户的从坐到站转换的候选运动,并在识别出的候选运动与测得的高度增加相符合的情况下将所述识别出的候选运动识别为从坐到站转换。

[0025] 根据优选实施例,所述处理器被配置为通过将垂直加速度的测量结果与从坐到站转换的预定加速度曲线分布进行匹配而识别出对应于用户的从坐到站转换的候选运动。

[0026] 优选地,所述处理器被配置为在所述匹配的具有峰值、在识别出的峰值之前的预定时间段内的第一局部极小值以及在识别出的峰值之后的预定时间段内的第二局部极小值的结果中识别出对应于用户的从坐到站转换的候选运动。

[0027] 优选地,所述处理器被配置为在所述匹配的所述峰值具有处于预定范围内的幅度的结果中识别出对应于用户的从坐到站转换的候选运动。

[0028] 在另一优选实施例中,将所述处理器还被配置为在(i)所述峰值的幅度与所述第一局部极小值的幅度之间的差小于第一阈值;(ii)所述峰值的幅度与所述第二局部极小值的幅度之间的差小于第二阈值;以及(iii)所述峰值之后的所述第二局部极小值的幅度小于所述第一局部极小值的幅度的情况下识别出对应于从坐到站转换的候选运动。

[0029] 在一个实施例中,所述处理器被配置为通过:在指示高度变化的测量结果中识别出第一样本,其对应于所述匹配步骤的结果中在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的第一样本 s_1 ;在指示高度变化的测量结果中识别出第二样本,其对应于所述匹配步骤的结果中在第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的第一样本 s_2 ;并且根据所识别出的第一样本和第二样本确定用户的一部分的高度变化,来将识别出的候选运动确定为从坐到站转换。

[0030] 在该实施例中,所述处理器被配置为根据所述第一样本和第二样本通过以下步骤确定高度变化:确定在以所述第一样本结束的评估窗口上的用户的一部分的高度平均值;确定在以所述第二样本开始的评估窗口上的用户的一部分的高度平均值;并且将两个平均值相减以给出候选从坐到站转换期间的高度变化。

[0031] 在一些实施例中,在处理器被配置为估计垂直加速度的变化;并使用所估计出的变化确定在垂直加速度的测量结果中的所识别出的从坐到站转换的开始和/或结束的定

时的情况下,能够找到对从坐到站转换的开始和结束的更加精确的估计。

[0032] 优选地,所述处理器被配置为通过在所估计出的变化中识别出发生在所述匹配的结果中的所述第一局部极小值之前的并且低于第三阈值的样本而确定所识别出的从坐到站转换的开始的定时,所述样本指示所识别出的从坐到站转换的开始。

[0033] 优选地,所述处理器被配置为通过以下步骤确定所识别出的从坐到站转换的结束的定时:识别出所述匹配的结果中在所述第一局部极小值之前的,超过了第一阈值的样本 s_1 ;识别出所述匹配的结果中在所述第二局部极小值之后的,超过了第二阈值的样本 s_2 ;在所述垂直加速度的测量结果中识别出处于 s_1 和 s_2 之间的最低值;并且识别出在所述垂直加速度的测量结果中的所述最低值之后的,超过了第五阈值的第一样本,所述样本指示所识别出的从坐到站转换的结束。

[0034] 在优选实施例中,所述处理器被配置为获得所述用户在运动期间经历的加速度的三维测量结果;并对所述三维测量结果进行处理,以估计出所述用户经历的垂直加速度。

[0035] 根据另一实施例,所述装置用于确定用户在从坐到站转换中使用的功率,其中,所述装置中的处理器还被配置为在用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换;并且对垂直加速度的测量结果进行处理,以确定在从坐到站转换期间使用的功率的估计。

[0036] 根据另一实施例,所述装置用于确定用户的跌倒风险,其中,所述装置中的处理器还被配置为确定用户在从坐到站转换期间使用的功率;并且根据所确定的功率确定用户的跌倒风险。

附图说明

[0037] 以下将参考附图,仅通过举例的方式描述本发明的实施例,在附图中:

[0038] 图 1 示出了根据本发明的实施例的附着于用户的传感器单元;

[0039] 图 2 是根据本发明的实施例的传感器单元的框图;

[0040] 图 3 是图示了用于在用户运动的测量结果中识别出从坐到站的转换的方法的流程图;

[0041] 图 4 是图示了在从坐到站的转换期间垂直加速度的变化的范例的曲线分布图;

[0042] 图 5 是图示了用于检测从坐到站的转换的算法的框图;

[0043] 图 6 示出了算法的输入信号和在一些处理步骤期间获得的信号;并且

[0044] 图 7 图示了经过优化从而用于从坐到站转换的检测中的示范性匹配滤波器。

具体实施方式

[0045] 如图 1 所示,本发明提供了一种由用户 4 佩戴的传感器单元 2。在图示的实施例中,传感器单元 2 以具有颈绳 6 的垂饰的形式被提供,以围绕用户颈部放置。或者,传感器单元 2 能够被配置为佩戴于用户身体的不同部分,例如,躯干、骨盆或胸部,并且将包括适当的用于将传感器单元 2 附着于身体的该部分的布置(例如,如果单元 2 附着于骨盆或者胸部,那么可以是皮带或束带)。

[0046] 使用传感器单元 2 测量用户 4 的运动并对测量结果进行处理,以确定用户何时已经执行了从坐到站的转换。在优选实施例中,传感器单元 2 还用于根据用户 4 的身体运动的测量结果确定在从坐到站转换期间使用的功率或力量。或者,能够在与用户 4 佩戴的传

感器单元 2 分离的基础单元上执行这一处理(图 1 中未示出)。

[0047] 图 2 示出了根据本发明的传感器单元 2 的优选实施例。传感器单元 2 包括测量沿三个正交轴的加速度的加速度计 8 以及测量传感器单元 2 高于地面的海拔或高度的(或者更具体而言测量传感器单元 2 高于地面的海拔或高度的变化的,或者能够使这些变化得到测量的)传感器 9。用于测量传感器单元 2 的海拔或高度的传感器 9 能够包括例如高度计或者气压传感器,但是本领域技术人员将认识到能够使用其他类型的传感器。将加速度计 8 和传感器 9 的信号输出提供给处理器 10 以供分析。

[0048] 传感器单元 2 还包括存储器 12 以及发送器或者收发器电路 14。存储器 12 用于存储来自加速度计 8 和传感器 9 的测量结果,并用于存储处理器 10 的分析结果。使用发送器或者收发器电路 14 将分析结果发送至远程(基础)单元或者计算机,在那里用户或者医疗提供者能够对其进行查看或研究。

[0049] 在一些实施例中,加速度计 8 是微机电系统(MEMS)加速度计。能够以 50Hz 的速率对加速度计 8 经历的加速度采样,然而应当认识到也能够使用许多其他采样频率。在传感器 9 是气压传感器或高度计的情况下,能够以大约 1.8Hz 的频率对传感器单元 2 的超过地面的高度的测量结果进行采样,但同样应认识到能够使用其他采样频率。

[0050] 根据用作测量高度的传感器 9 的具体类型传感器,传感器 9 可以输出指示高于地面(或者就气压传感器而言,高于海平面)的高度的输出信号,在这种情况下,能够由处理器 10 分析高度测量结果的时间序列,以确定从一个测量样本到下一测量样本的(或者预定数量的测量样本上的)高度变化。或者,传感器 9 能够根据先前的或者较早的指定测量样本直接输出传感器单元 2 的高度变化的指示。

[0051] 在本发明的实施例中,传感器设备 2 中的处理器 10 对加速度计 8 和传感器 9 收集的测量结果进行分析,以确定从坐到站转换的发生,并任选确定用户在执行所述转换期间施用的功率或峰值功率。或者,能够经由发送器/收发器电路 14 将来自加速度计 8 和传感器 9 的测量结果发送至基础单元,所述基础单元对所述测量结果进行分析,以确定从坐到站转换的发生。在任一种情况下,能够(接近)实时地执行所述处理,或者能够将来自加速度计 8 和传感器 9 的测量结果存储于存储器 12 中或者存储于基础单元中以供将来处理(即,离线处理)。

[0052] 图 3 示出了图示在用户运动的测量结果中识别出从坐到站的转换所需的步骤的流程图。首先(步骤 101),获得传感器单元 2 经历的加速度的测量结果(因此获得用户 4 的加速度的测量结果,因为用户正佩戴着传感器单元 2)。其次(步骤 103),获得传感器单元 2 的(因此获得传感器单元 2 所附着的用户 4 的)超过地面的高度的变化的测量结果。基本上在同一时间段上获加速度和高度(或高度变化)的测量结果。

[0053] 接下来在步骤 105 中,对加速度的测量结果进行处理,以识别出所述测量结果中可以对应于用户 4 的从坐到站转换的运动。将在这一步骤中识别为可能对应于从坐到站转换的加速度测量结果(即测量样本序列)的部分称为“候选运动”。

[0054] 在本发明的优选实施例中,通过将加速度的测量结果与预期在从坐到站转换期间发生的加速度曲线分布进行匹配而识别出所述候选运动。

[0055] 图 4 中的曲线分布图示出了在典型的从坐到站运动期间沿垂直方向测得的加速度。用户 4 从静止开始(即,沿垂直方向测得的加速度约为 0),并且用户在时刻 t_s 上开始移

动。使用 Acc_{vert_s} 表示在这一时刻上测得的加速度。通常在用户开始移动之后并在其从椅子上起身之前具有加速度曲线分布中的小的极小值。接下来,用户的臀部在时刻 t_{ho} (“ho”表示臀部离开)离开支撑物(即椅子),使用 Acc_{vert_ho} 表示这一时刻的加速度。之后沿垂直方向的加速度在时刻 t_{pr} 达到以 Acc_{vert_pr} 表示的峰值(峰值反作用)。紧随峰值反作用之后是最低反作用,其为发生在时刻 t_{lr} 上的以 Acc_{vert_lr} 表示的负加速度。运动的结束发生于时刻 t_e 处,使用 Acc_{vert_e} 表示其加速度。

[0056] 因此,在图 3 中的流程图的步骤 105 中,通过分析加速度计测量结果识别出候选运动,以识别出曲线分布与图 4 所示的曲线分布匹配或者基本匹配的样本序列。

[0057] 在步骤 107 中,根据步骤 103 中获得的测量结果确定每一候选运动期间发生的高度变化,并在任何识别出的候选运动与预定范围内的高度变化相符合的情况下确定已经发生了从坐到站转换。所述预定范围包含预期在典型的从坐到站转换期间发生的高度变化,例如,其能够大致对应于用户大腿的长度。在这种情况下,所述范围的下限能够是(例如) 0.1 或 0.2 米左右,所述范围的上限能够设为(例如) 0.6、0.75、0.8 或 1 米的值。应当认识到所述阈值能够是针对用户的身高或大腿长度而个性化设置的,也能够考虑传感器 9 提供的高度或海拔测量结果的分辨率对其进行设置。

[0058] 还应当认识到,或者能够通过将高度变化与阈值进行比较来确定从坐到站转换,其中,在高度变化超过阈值时识别出从坐到站转换。在这种情况下,所述阈值能够对应于上文所述的预定范围的下限。然而,这一实施例可能会导致比上文所述的范围实施例更高的假阳性识别率,因为可能会将诸如爬楼梯的活动识别为从坐到站转换(而在所述范围实施例中则会通过 0.6-1 的上限将这一运动舍弃,而不作为可能的从坐到站转换)。

[0059] 图 5 示出了一种用于根据本发明检测从坐到站转换并确定所述转换的定时的算法。所述算法使用加速度计 8 测得的三维加速度信号(其包括针对所述加速度计 8 的三个轴中的每者的单独信号)和来自气压传感器 9 的气压测量结果作为输入。

[0060] 由方框 19、20、21、22 和 23 表示的算法的初始部分是预处理阶段,在所述阶段内对加速度计和压力传感器信号进行处理,以供在所述算法的后续分析阶段中使用。首先对来自加速度计 8 的 3D 加速度信号进行低通滤波(方框 19),以去除可能影响接下来的处理的准确性的噪声。在一个实施例中,对来自加速度计 8 的三个轴中的每者的信号应用具有 2Hz 的截止频率的巴特沃思低通滤波器。或者,能够应用不同的滤波器特性,例如,切比雪夫低通滤波器或者本领域技术人员已知的其他类型的滤波器。还应当认识到,2Hz 的截止频率能够根据来自加速度计 8 的噪声的具体特性而改变。

[0061] 由于传感器单元 2 相对于用户 4 的移动所处的固定参考系(例如,地球参考系)的取向能够发生变化(尤其是在传感器单元 2 为垂饰的形式的情况下),因而有必要对来自加速度计 8 的测量结果进行处理,以确定在运动期间传感器单元 2 (因而用户 4)经历的加速度的垂直分量。

[0062] 因此,将经过低通滤波的 3D 加速度信号输入到估计垂直加速度的方框 20 内。使用 $vert_acc$ 表示所述垂直加速度。

[0063] 在 WO 2010/035191 中描述了一种用于根据具有任意取向的 3D 加速度计信号估计加速度的垂直分量的技术,在此通过引用将其内容并入本文。简而言之,根据该技术,根据作用于加速度计(其具有相对于固定参考系的任意取向)上的加速度的测量结果,通过以下

方式估计加速度的垂直分量：(i) 检查来自加速度计的信号，以识别出所述加速度计的具有最高加速度分量的轴，(ii) 通过确定作用于所述加速度计上的加速度(假定这一加速度大致是由于重力导致的)和具有最高加速度分量的轴之间的角度确定加速度计的取向，并且(iii)使用所估计出的所述加速度计的取向以根据加速度的测量结果确定垂直方向的加速度。

[0064] 本领域技术人员将知晓根据来自 3D 加速度计的测量结果估计加速度的垂直分量的其他技术。例如，传感器单元 2 能够包括用于提供指示传感器单元 2 的取向的陀螺仪，并且这一信号能够用于导出加速度的垂直分量。

[0065] 图 6 (a)示出了表示从用户的传感器单元 2 的测量结果获得的垂直加速度的示范性信号，所述用户执行从坐到站转换，行走 3 米，之后重新坐下，该过程被重复三次。从图 6 (a)能够看出，在所述信号中表示出了三个独立的活动区域。

[0066] 预处理的另一个阶段涉及计算加速度变化的估计。首先，向经低通滤波的加速度信号中的每者应用高通滤波器 21，以消除 DC 分量。在一个实施例中，使用具有 0.5Hz 的截止频率的巴特沃思高通滤波器去除加速度信号中的 DC 分量。应当认识到，能够使用另一滤波器，例如切比雪夫高通滤波器或本领域技术人员已知的其他类型滤波器。还应当认识到能够选择不同于 0.5Hz 的截止频率。

[0067] 在高通滤波之后，在方框 22 中估计加速度变化。在优选实施例中，针对预定长度的时间窗口(例如，一秒，但是应当认识到能够使用另一适当大小的窗口)上的时刻 t 计算出 3D 加速度信号的三个分量中的每者的标准偏差，并识别出三个轴中的最大标准偏差。将时刻 t 处的最大标准偏差表示为 max_std_acc，并通过下面的方程 1 给出了所述最大标准偏差。

$$[0068] \quad \max_std_acc = \max[\text{std}(\text{acc}_i(t-0.5, t+0.5)), i=x, y, z] \quad (1)$$

[0069] 图 6 (d)示出了针对三个加速度轴中的每者计算出的标准偏差。在图 6 (d)中，线 40 对应于 x 轴加速度计信号，线 42 对应于 y 轴加速度计信号，线 44 对应于 z 轴加速度计信号。

[0070] 第三预处理阶段 23 根据来自气压传感器 9 的测量结果估计传感器单元 2 的海拔。如上文指出的，这一阶段 23 的输入是来自气压传感器 3 的原始气压信号 p_t 。如前所述，能够以 1.8Hz 的速率(或者总之以比加速度信号低得多的采样速率)对气压采样。因此，首先对气压信号 p_t 过采样，以匹配加速度信号的采样速率(例如，50Hz)(使用 p_t' 表示过采样的压力信号)。之后，能够使用下述方程 2 根据气压传感器测量结果估计出时刻 t 处的海拔(表示为 alt_t)：

$$[0071] \quad \text{alt}_t = 44330 * (1 - p_t' / 101325)^{0.19} \quad (2)$$

[0072] 由方程(3)所示的气压到海拔转换函数导出方程(2)：

$$[0073] \quad \text{alt}_t = \frac{T_0}{L} \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{RL}{gM}} \right) \quad (3)$$

[0074] 其中：

[0075]

符号	量	典型值
alt_t	以米为单位的海拔	
p	气压	
p ₀	海平面上的标准大气压	101325 kPa
L	温度直减率	0.0065 Km ⁻¹
[0076]		
T ₀	海平面上的标准温度	288.15 K
g	地球表面的重力加速度	9.80665 ms ⁻²
M	干燥空气的摩尔量	0.0289644 kg mol ⁻¹
R	通用气体常数	8.31447 J mol ⁻¹ K ⁻¹

[0077] 之后,优选利用具有预定长度,例如 3 秒左右的中值滤波器使所得到的海拔信号平滑化。向所估计的海拔的时间序列应用所述滤波器,从而得到从海拔估计阶段 23 输出的平滑化的海拔信号 alt_meas,如图 6 (c)所示。在图 6 (c)中,y 轴表示相对于海平面的以米为单位的海拔。

[0078] 应当认识到,在本发明的使用不同类型的海拔传感器、高度传感器或者高度变化传感器的备选实施例中,可以酌情调整或者省略处理阶段 23。

[0079] 在紧随输入信号的预处理之后,提取各种特征,以确定是否发生了从坐到站转换,如果是,那么确定用户在执行从坐到站转换中使用的功率。

[0080] 需要两个主要的特征提取阶段来确定是否发生了从坐到站转换。特征提取的第一阶段 24 执行图 3 中的流程图的步骤 105,并在 vert_acc 信号中识别出候选运动。具体而言,方框 24 将 vert_acc 信号匹配至预定模式(pattern),所述预定模式表示预期将在从坐到站转换期间发生的垂直加速度。

[0081] 在优选实施例中,特征提取的第一阶段 24 向从垂直加速度估计方框 20 输出的垂直加速度信号(vert_acc)应用具有近似于在从坐到站转换期间经历的垂直加速度的脉冲响应的匹配滤波器。所述匹配滤波器的输出是一组指示测量结果与所述模式的匹配的系数。每一系数表示多个连续测量样本(覆盖与预定模式长度相同的时间段)与预定模式的匹配。所述系数越高,测量结果与所述模式的匹配越好(因此发生了从坐到站转换的可能性越大)。在图 6 (b)中示出了以 vert_acc_matfilt 表示的经滤波的信号。

[0082] 在优选实施例中,方框 24 中使用的匹配滤波器能够如图 7 所示,其已经经过了优化,以检测从坐到站转换。图 7 所示的匹配滤波器排除了重力(9.8ms⁻²)。第一曲线 50 示出了从坐到站转换的典型垂直加速度模式。第二曲线 51 示出了近似第一曲线 50 的所应用的匹配滤波器特性。应当认识到,可以使用许多不同的函数表达所述匹配滤波器特性,但是在这一实施例中通过下面的方程 4 给出了所述匹配滤波器特性。

$$[0083] \quad A_1 \cdot \text{sinc}[W_1(t-t_1)] + A_2 \cdot \text{sinc}[W_2(t-t_2)] \quad (4)$$

[0084] 这一特性是具有通过 p 定义的尺度参数的两个正弦函数的组合。p 是具有六个元的参数向量:

[0085] $[A_1, A_2, W_1, W_2, t_1, t_2]$ (5)

[0086] p 中的每一项定义了不同的尺度参数。 A_1 和 A_2 是幅度尺度参数, 它们分别定义了两个正弦波的峰值偏差。参数 W_1 和 W_2 是频率尺度参数, 它们定义了两个正弦波的频率。参数 t_1 和 t_2 是相位尺度参数, 它们定义了正弦波的位置。对参数向量 p 中的六个元的值进行设置, 从而将匹配滤波器的函数调谐成图 7 所示的从坐到站转换特性。

[0087] 应当认识到, 能够通过许多已知的曲线拟合方法提供参数向量 p 的元的值。在一种情况下, 能够通过应用非线性最小平方回归算法计算期望参数, 然而许多其他类型的拟合算法也是本领域所公知的, 且也能够被使用。所述非线性最小平方回归算法生成对应于不同函数的不同参数组合。之后, 根据最小均方误差标准将所生成的函数拟合至预期模式的数据集。当函数参数的组合之间获得了最小均方误差的最小值时, 就找到了最佳拟合。

[0088] 在匹配滤波之后, 对经滤波的信号进行处理, 以识别出对应于用户的从坐到站转换的运动。所述处理包括首先在 `vert_acc_matfilt` 信号中识别出任何具有处于预定范围内的幅度的峰值。在图 6 (d) 所示的示范性信号中, 识别出幅度处于 110 到 20 范围内的峰值。应当认识到, 或者, 所述处理的这一部分能够包括在 `vert_acc_matfilt` 信号中识别出任何具有超过阈值的幅度的峰值。在这种情况下, 所述阈值能够对应于上文所述的预定范围的下限。然而, 这一分类可能会导致比上文描述的范围实施例更高的假阳性识别率。

[0089] 对于每一识别出的峰值, 所述算法尝试在所述 `vert_acc_matfilt` 信号中识别出在所识别出的峰值之前和之后的预定时间段内出现的各局部极小值。在图 6 (b) 所示的示范性信号中, 所述算法寻找处于所识别出的峰值之前和之后 2 秒时间段内的局部极小值。如果对于具体的峰值没有识别出任何局部极小值, 那么不认为 `vert_acc_matfilt` 信号的该峰值对应于从坐到站转换。

[0090] 最后, 对应于从坐到站转换的候选运动被识别为: 峰值具有所要求的局部极小值, 且其中, 所述峰值的幅度与所述峰值之前的局部极小值的幅度之间的差小于第一阈值, 所述峰值的幅度与所述峰值之后的局部极小值的幅度之间的差小于第二阈值, 所述峰值之后的局部极小值的幅度小于所述峰值之前的局部极小值的幅度。

[0091] 在本发明的简化实施方式中, 能够放宽对所述局部极小值施加的幅度要求, 其中, 所述算法简单地识别出所述峰值、峰值的幅度以及所述峰值之前和之后的局部极小值的存在。

[0092] 在图 6 (b) 所示的示范性信号中, 第一阈值是 25, 第二阈值是 200。应当认识到, 为第一阈值和第二阈值选择的值被调谐至实验数据集, 并且能够使用不同的阈值。

[0093] 从图 6 (b) 能够看出, 已经将四个可能的运动突出显示为候选从坐到站转换, 它们大致发生在时刻 1.65、1.69、1.78 和 1.87 处。

[0094] 如上所述, 参考图 3 的步骤 107, 当候选从坐到站转换是与传感器单元 2 的处于预定范围内的高度变化同时发生时, 将所述候选从坐到站转换识别为实际从坐到站转换。因此, 方框 25 在每一候选从坐到站转换期间确定已经发生的高度或海拔变化。为了使方框 25 能够评估在匹配滤波方框 24 中识别出的候选从坐到站转换的高度变化, 方框 25 从匹配滤波方框 24 接收 `vert_acc_matfilt` 信号的复制以及有关所述信号中的哪些部分对应于候选从坐到站转换的指示。方框 25 还从估计方框 23 接收所估计出的海拔测量信号 `alt_meas`。

[0095] 在从匹配滤波器 24 的输出中找到的候选从坐到站转换包括三个关键的样本。它们是峰值、峰值之前的局部极小值(min_1)和峰值之后的局部极小值(min_2)。针对图 6 (b) 中的候选从坐到站转换之一对这些样本进行标记。为了估计出正确的时间段上的高度变化,有必要在海拔测量信号中识别出正确的样本。

[0096] 首先,找到处于所述峰值之前的局部极小值(min_1)之前的具有大于阈值的值的最近样本(s1)。其次,找到处于所述峰值之后的局部极小值(min_2)之后的具有大于阈值的值的最近的样本(s2)。应当认识到,理论上这一阈值应当是 g^2 ;然而在实践中,由于(例如)加速度计的轻微的不准确性,可以通过训练数据集提供不同的值。在一个实施例中,这一阈值为 98。

[0097] 之后,将候选从坐到站转换的海拔变化估计为样本 s1 和 s2 处的海拔之间的差。

[0098] 优选地,由于在海拔测量结果中可能会有小的波动(由于噪声的原因),因而将候选从坐到站转换的海拔变化估计为在以第二局部极小值开始的时间窗口上的海拔测量结果的平均值与在以第一局部极小值结束的时间窗口上的海拔测量结果的平均值之间的差。这些时间窗口能够是一秒,然而应当认识到能够使用具有其他长度的窗口。能够通过方程形式将其表达为

[0099]
$$\text{alt_diff} = \text{mean}(\text{alt_meas}(s2:s2+t_w)) - \text{mean}(\text{alt_meas}(s1-t_w:s1)) \quad (6)$$

[0100] 其中, t_w 是所述窗口的长度。通过这种方式,评估在开始之前一秒和候选转换之后一秒的海拔数据的平均值。当已经发生了从坐到站转换时,在转换之前(当用户 4 处于坐姿时)观察到的海拔应当低于在转换之后(当用户 4 处于站姿时)观察到的海拔。

[0101] 将候选从坐到站转换识别方框 24 和海拔变化方框 25 的输出提供给决策方框 26,其确定是否有任何候选转换为从坐到站转换。具体而言,将任何与预定范围内的海拔或高度变化同时发生的候选运动视作从坐到站转换。高度变化应当是高度增大(根据从坐到站转换的定义),所述预定范围能够处于(例如) 0.1 和 0.75 米之间。如上文参考图 3 的步骤 107 所述,能够以更大的假阳性检测率为代价而省略上限。

[0102] 从图 6 能够看出,在图 6 (b)中突出显示的四个候选运动当中,后面三个是与处于范围 0.1 到 0.75 内的高度增大同时发生的。因而,认为处于时刻 1.69、1.78 和 1.87 处的候选运动对应于从坐到站转换。处于时刻 1.65 处的候选运动与测量高度的下降相符合,因此将其舍弃。之后,针对新的一组输入数据重复所述算法(由图 5 中的方框 27 表示)。

[0103] 如前所述,对于检测到的从坐到站转换(方框 28),能够估计转换期间用户 4 使用的功率。这一操作在方框 29 中执行。为了使估计尽可能准确,有必要确定从坐到站转换的开始和结束的定时。

[0104] 因此,方框 30 确定从坐到站转换的定时,并接收来自估计加速度变化的方框 22 的输入以及匹配滤波之后的垂直加速度曲线分布 `vert_acc_matfilt`。

[0105] 在简单的实施例中,使用 s1 和 s2 识别出从坐到站转换的开始和结束,从而达到计算使用的功率的目的。

[0106] 然而,本领域技术人员已知,匹配滤波器引入了与滤波器抽头的数量相关的延迟。这一延迟令候选从坐到站转换相对于 `vert_acc_matfilt` 信号中的从坐到站转换的实际开始发生了延迟。因此,在优选实施例中,能够使用估计加速度变化的方框 22 的输出, `max_std_acc` 来确定从坐到站转换的实际开始。

[0107] 首先,识别出信号 max_std_acc 中处于 s1 之前的具有小于阈值的值的最相邻样本。这一阈值确定在何处找到实际的从坐到站转换的开始(由“t_开始”表示)。在示范性情况下,所述阈值可以是 0.35,但是应当理解,可以使用小于 1 的不同阈值,具体的值的选择部分基于应用于所述信号的计算窗口的大小。之后,找到垂直加速度(vert_acc)的估计的处于 s1 和 s2 之间的最大的局部极小值(换言之,处于 s1 和 s2 之间的 vert_acc 的最低值)。将处于垂直加速度的估计的最大的局部极小值之后的具有大于阈值的值的最相邻样本定义为实际从坐到站转换的结束(t_结束),在优选实施例中,所述阈值基于重力(即 9.8ms^{-2})。图 6 (b)中的实黑条和图 6 (a)中的对应的圈指示每一实际从坐到站转换的“t_开始”和“t_结束”。将每一检测到的从坐到站转换的“t_开始”和“t_结束”值提供给功率计算方框 29。

[0108] 方框 29 还接收来自方框 20 的 vert_acc 信号,并计算出从坐到站转换中出现的峰值功率。具体而言,隔离出垂直加速度的估计的处于从坐到站转换的开始和结束之间(即处于“t_开始”和“t_结束”之间)的部分。

[0109] 如 WO 2010/035187 所述,使用下式计算从坐到站转换器期间的峰值功率:

[0110]

$$\text{功率}(t) = m * (\text{vert_acc}(t) + g) * \int_{t_{\text{开始}}}^{t_{\text{结束}}} (\text{vert_acc}(t)) dt \quad (7)$$

[0111] 其中, m 是用户 4 的质量, g 是由于重力的加速度。

[0112] 紧随方框 29 对从坐到站转换中的功率进行计算之后,输出结果,以供进一步的处理和分析。

[0113] 应当认识到,能够存储从功率计算阶段 29 输出的峰值功率,从而能够评估在持续时间段上的,例如一个月的功率变化。所述评估能够基于结合其他已知参数的从坐到站峰值功率,所述其他已知参数例如为用户的年龄、性别和健康状况。也能够结合来自其他与跌倒相关的评价的参数(例如,起身并行走的时间)来执行所述评估。如果评估结果越过了跌倒风险阈值,那么能够对护理人员或用户发出警报。备选地或额外地,能够提供报告作为关于进展的反馈。健康专业人员能够获得该相同的报告,以用于提供介入服务。

[0114] 因此,提供了一种能够从用户运动的测量结果中识别出从坐到站转换的方法和装置。这一识别接下来允许计算出用户在执行该运动时使用的功率。此外,在特定实施例中,所述方法和装置在特定准确性程度内检测转换的开始和结束,以便进行功率分析,从而提供有用的结果。

[0115] 尽管已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明,但这样的说明和描述被认为是说明性或示范性的而非限制性的;本发明不限于公开的实施例。

[0116] 通过研究附图、说明书和权利要求书,本领域的技术人员在实施请求保护的本发明时能够理解和实现所公开实施例的变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,量词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以完成权利要求中记载的若干项目的功能。在互不相同的从属权利要求中记载特定措施并不指示不能有利地使用这些措施的组合。计算机程序可以存储和/或分布在适当的介质上,所述介质例如是与其他硬件一起供应或作为其他硬件一部分供应的光存储介质或固态介质,但计算机程序也可以以其他形式分布,例如经由因特网或其他有线或无线的远程通信系统。权利要求中的任

何附图标记不得被解释为对范围的限制。

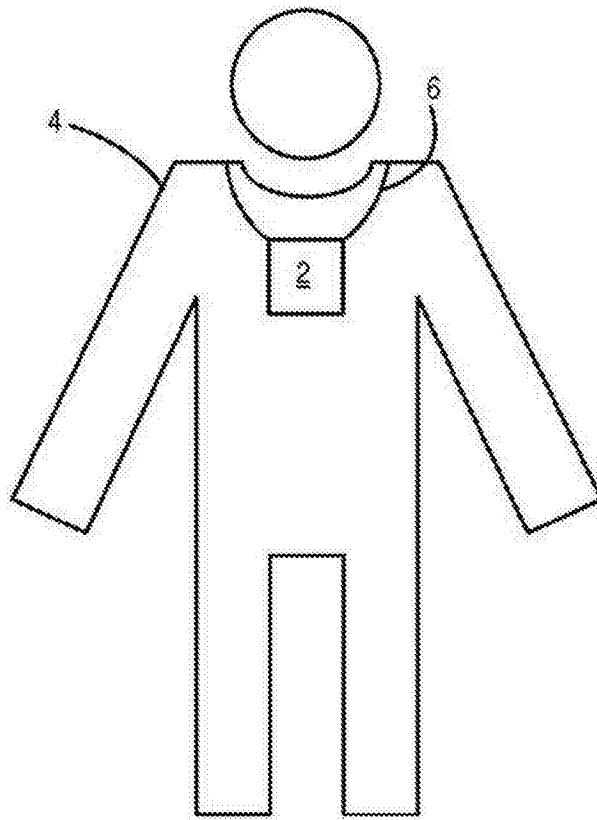


图 1

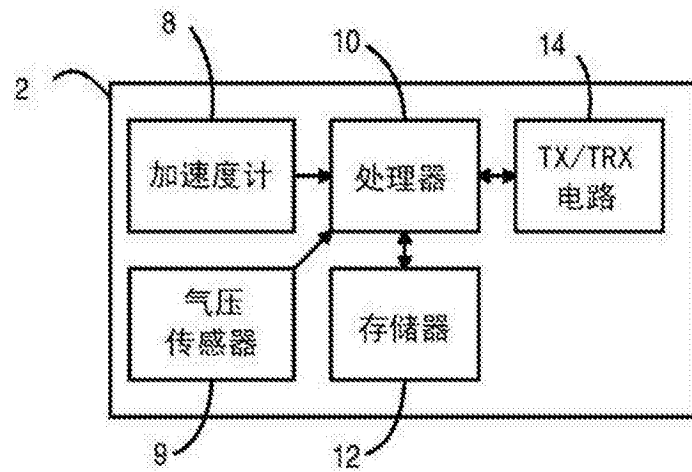


图 2

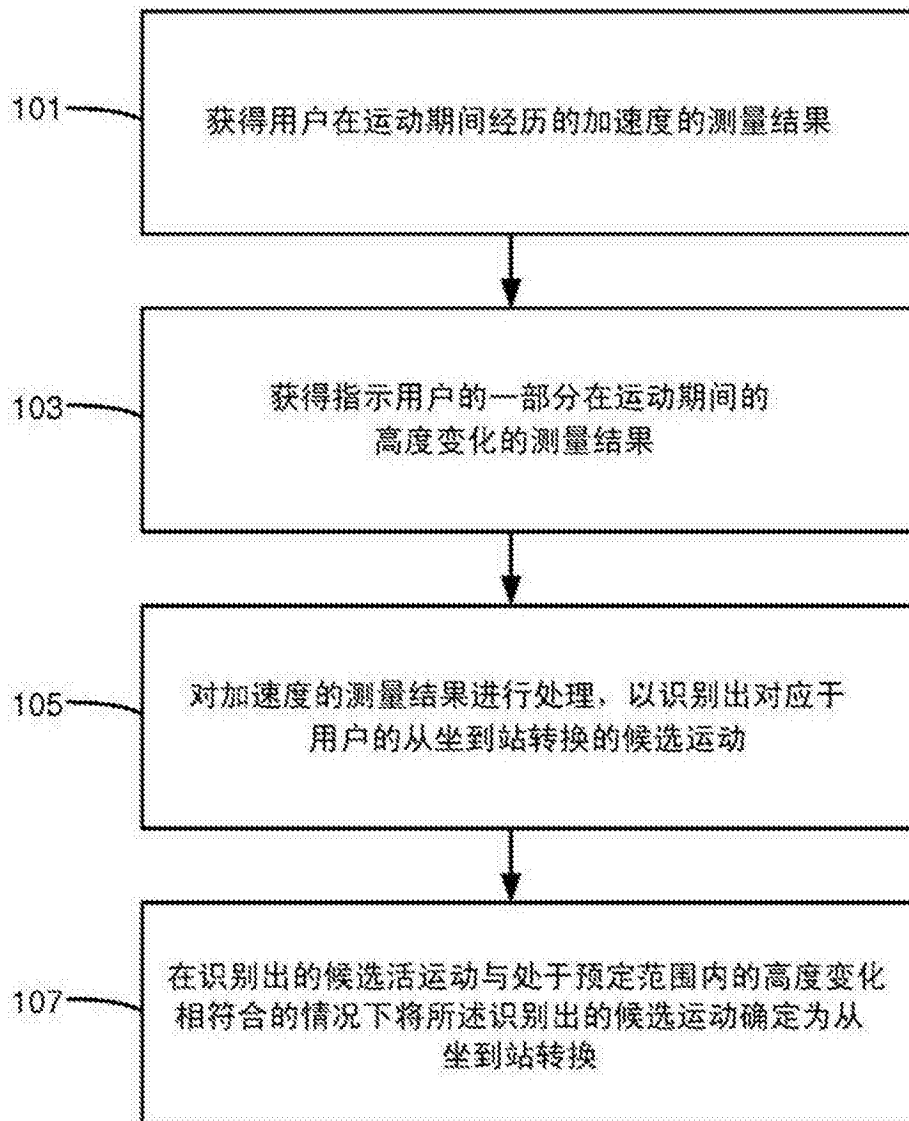


图 3

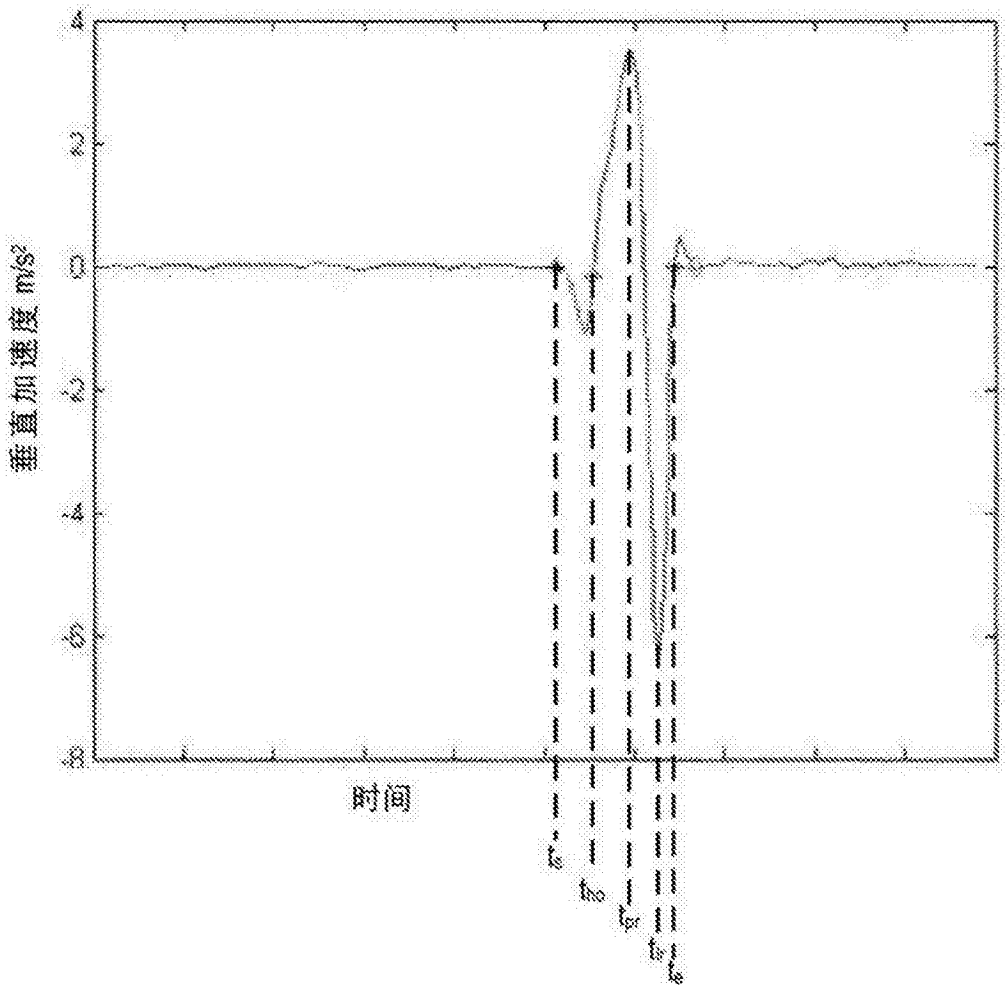


图 4

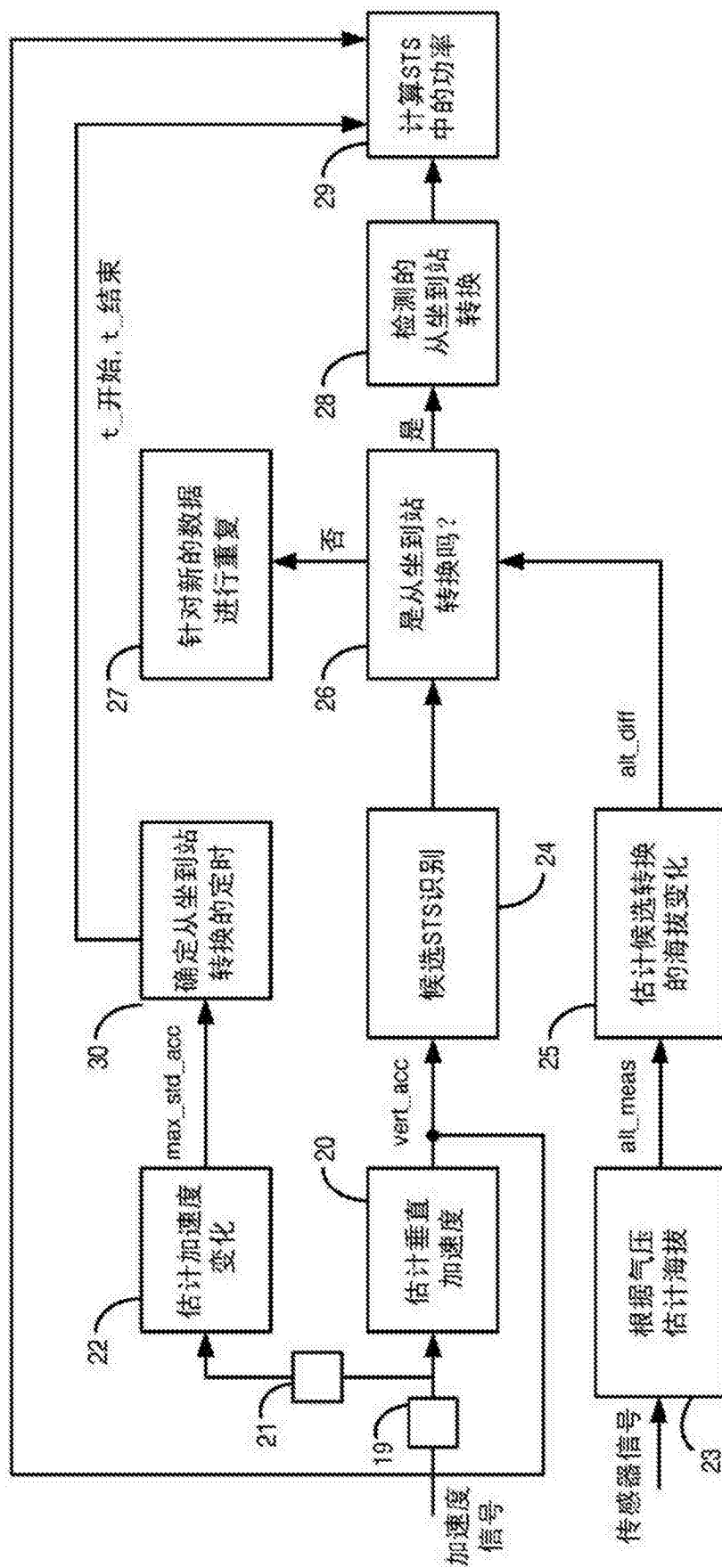


图 5

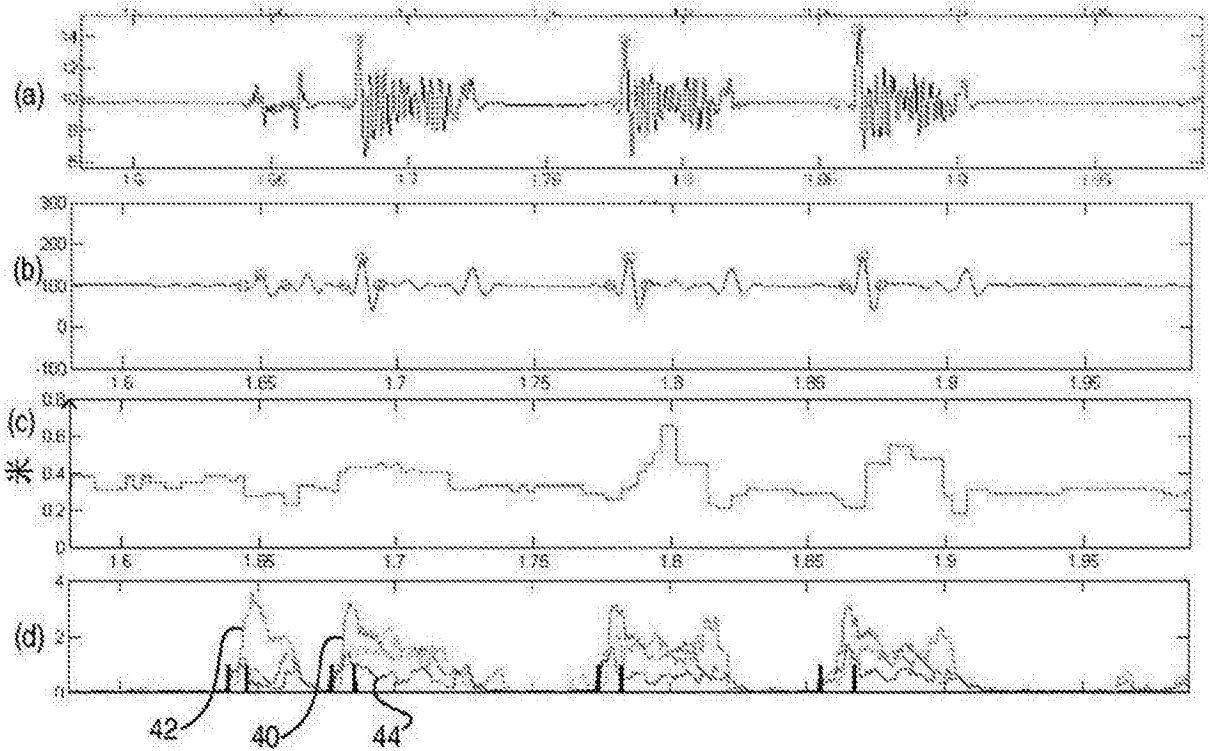


图 6

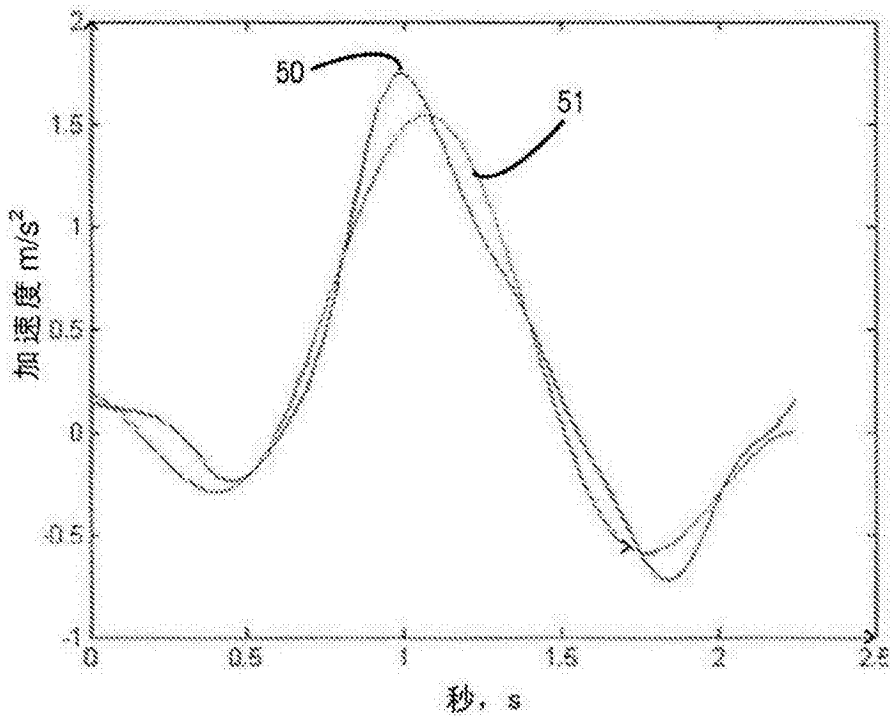


图 7