



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103270522 B

(45)授权公告日 2018.01.26

(21)申请号 201180060725.4

(22)申请日 2011.12.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103270522 A

(43)申请公布日 2013.08.28

(30)优先权数据

10195664.7 2010.12.17 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.06.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2011/055667 2011.12.14

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/080964 EN 2012.06.21

(73)专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 W·R·T·藤卡特

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06F 3/01(2006.01)

(56)对比文件

W0 2010/047932A1 ,2010.04.29,

CN 101827213A ,2010.09.08,

US 5144568A ,1992.09.01,

US 7650017B2 ,2010.01.19,

US 2008/0150905A1 ,2008.06.26,

US 2009/0077504A1 ,2009.03.19,

审查员 郑岩

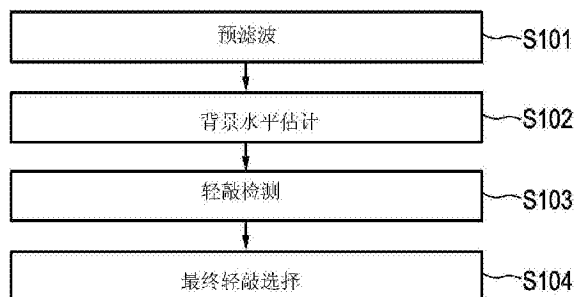
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

用于监测生命体征的姿势控制

(57)摘要

本发明再利用加速度计,或更准确地讲,再利用感测到的身体传感器的加速度,供用户控制身体传感器。这是通过检测加速度信号中与患者的其他运动无关的预定义的模式来实现的。这些包括在传感器上轻敲或利用传感器轻敲、摇动和转动传感器。描述了新的程序,其使得可能再利用加速度感测进行可靠的姿势检测而不会带来由于诸如呼吸、心跳、行走等的非姿势运动而导致的很多仿真结果。



1. 一种用于控制使用运动传感器 (10) 的传感器设备的装置, 所述装置包括:

- 姿势检测器 (40), 用于评估所述运动传感器 (10) 的加速度输出, 以检测至少一个预定姿势; 以及

- 设备控制器 (50), 用于响应于所述姿势检测器 (40) 的检测输出, 控制所述传感器设备的功能操作, 其中, 所述姿势检测器 (40) 适于执行以下中的至少一项:

- 从同一所述加速度输出获得包括第一一维信号分量和第二一维信号分量的多个一维信号分量, 估计第一背景水平和第二背景水平, 并且在所述第一和第二一维信号分量超过第一阈值且所述第一和第二背景水平低于第二阈值的情况下检测到候选双击轻敲, 其中, 所述第二一维信号分量是在所述第一一维信号分量后获得的, 以及

- 逐帧地分析所述加速度输出的加速度样本, 确定帧中的一系列加速度样本中的参考矢量, 并且在以下情况下检测到转动手势: 所述参考矢量和所述一系列加速度样本中的其他样本之间的角度, 对于至少第一预定数量的样本而言在从第一阈值开始的范围之内, 之后对于至少第二预定数量的样本而言低于第二阈值, 之后对于第三预定数量的样本而言在第三阈值之内, 以上发生于第四预定数量的样本的总持续时间之前。

2. 根据权利要求1所述的装置, 其中, 所述姿势检测器 (40) 适于检测轻敲手势以及对所述加速度输出进行预过滤以获得所述一维信号分量, 并且在候选轻敲出现于预定序列中的情况下确定为轻敲检测事件。

3. 根据权利要求2所述的装置, 其中, 所述姿势检测器 (40) 适于利用互补中值滤波器对所述加速度输出进行预过滤。

4. 根据权利要求1所述的装置, 其中, 所述姿势检测器 (40) 适于检测轻敲手势以及利用自适应中值滤波器估计所述背景水平。

5. 根据权利要求1所述的装置, 其中, 所述姿势检测器 (40) 适于检测轻敲手势以及通过测试所述背景水平的最大值超过第三阈值来检测候选轻敲。

6. 一种身体传感器设备, 包括:

- 惯性传感器 (10), 用于感测所述身体传感器设备的加速度; 以及

- 根据权利要求1所述的装置。

7. 一种控制使用运动传感器 (10) 的传感器设备的方法, 所述方法包括:

- 评估所述运动传感器 (10) 的加速度输出, 以检测至少一个预定的姿势; 以及

- 响应于检测到所述至少一个预定姿势, 控制所述传感器设备的功能操作;

其中, 所述评估包括以下中的至少一项:

- 从同一所述加速度输出获得包括第一一维信号分量和第二一维信号分量的多个一维信号分量, 估计第一背景水平和第二背景水平, 并且在所述第一和第二一维信号分量超过第一阈值且所述第一和第二背景水平低于第二阈值的情况下检测到候选双击轻敲, 其中, 所述第二一维信号分量是在所述第一一维信号分量后获得的, 以及

- 逐帧地分析所述加速度输出的加速度样本, 确定帧中的一系列加速度样本中的参考矢量, 并且在以下情况下检测到转动手势: 所述参考矢量和所述一系列加速度样本中的其他样本之间的角度, 对于至少第一预定数量的样本而言在从第一阈值开始的范围之内, 之后对于至少第二预定数量的样本而言低于第二阈值, 之后对于第三预定数量的样本而言在第三阈值之内, 以上发生于第四预定数量的样本的总持续时间之前。

8. 根据权利要求7所述的方法, 其中, 所述评估包括检测候选轻敲并且还包括对所述加速度输出进行预过滤以获得所述一维信号分量, 并且在所述候选轻敲出现于预定序列中的情况下确定为轻敲检测事件。

9. 一种控制使用运动传感器(10)的传感器设备的装备, 所述装备包括:

- 用于评估所述运动传感器(10)的加速度输出, 以检测至少一个预定的姿势的单元; 以及

- 用于响应于检测到所述至少一个预定姿势, 控制所述传感器设备的功能操作的单元; 其中, 所述评估包括以下中的至少一项:

- 从同一所述加速度输出获得包括第一一维信号分量和第二一维信号分量的多个一维信号分量, 估计第一背景水平和第二背景水平, 并且在所述第一和第二一维信号分量超过第一阈值且所述第一和第二背景水平低于第二阈值的情况下检测到候选双次轻敲, 其中, 所述第二一维信号分量是在所述第一一维信号分量后获得的, 以及

- 逐帧地分析所述加速度输出的加速度样本, 确定帧中的一系列加速度样本中的参考矢量, 并且在以下情况下检测到转动手势: 所述参考矢量和所述一系列加速度样本中的其他样本之间的角度, 对于至少第一预定数量的样本而言在从第一阈值开始的范围之内, 之后对于至少第二预定数量的样本而言低于第二阈值, 之后对于第三预定数量的样本而言在第三阈值之内, 以上发生于第四预定数量的样本的总持续时间之前。

用于监测生命体征的姿势控制

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制用于监测生命体征的身体传感器工作的装置和方法。

背景技术

[0002] 随着嵌入式微控制器、廉价微型传感器和无线组网技术的发展,人们对在医疗应用中使用无线传感器网络的兴趣越来越大。例如,针对需要实时连续监测生命体征的入院前和门诊急救护理,无线传感器网络可以替代昂贵而笨重的有线设备。此外,可以通过在身体上或身体附近放置低功率无线设备来形成身体传感器网络,使得能够长期监测生理数据。

[0003] 提供了个人应急响应系统(PERS),其中用户能够使用按钮(PHB-个人帮助按钮)来呼叫帮助。在按下按钮之后,无线电话连接确保PERS服务操作员的帮助中心能够辅助用户。近来,已经向PHB上增加了跌倒检测器,即可能包括加速度计的无线传感器,使得无需明确按下按钮就可以做出求助呼叫。

[0004] 此外,对于老年患者和患有慢性病的人,室内无线传感器网络允许在他们呆在家中时方便地收集医疗数据,从而减轻住院的负担。可以通过PDA、手机或家用计算机将收集的数据传递到因特网上。于是,护理人员能够远程访问患者的健康状态,便于长期康复和早期检测特定的身体疾病。如果患者状态有异常变化,可以及时通知护理人员,并可以提供即时治疗。

[0005] 可以由新一代传感器监测诸呼吸率和心率的生命体征,新一代传感器使用无线连接并且利用新型感测原理。新型感测原理的范例是利用惯性传感器(例如加速度计)来感测呼吸率、心率或其他生命体征。通常,惯性测量部件感测平移加速度或角速率。微机电系统(MEMS)和其他微加工技术的发展大大减少了这些设备的成本和尺寸,可以将它们容易地嵌入无线和移动平台中。陀螺仪和加速度计是可用于连续捕获人体运动的两种常用惯性传感器。无线连接向患者提供了更多舒适性并简化了操作使用。为方便患者,可以将传感器附着于患者衣物下。不过,这使得医生操作传感器很不方便:不仅在物理上找到传感器和旋钮不方便,而且在交际上触及衣服底下也不方便。此外,出于卫生的原因,传感器优选完全密封并没有旋钮。这带来了用户控制的问题。使用无线连接可以解决问题,但是还有启动连接的问题。功耗约束禁止连续打开无线电来扫描可能的命令。

[0006] 使用诸如加速度计的惯性传感器检测和人类姿势的分类带来了在用户控制命令(姿势)和其他运动(日常生活中发生的患者运动)之间的可靠区分的问题。例如,在2008年6月ST的申请说明AN 2768:“LIS331DL3-axis digital MEMS accelerometer: translates finger taps into actions”中,描述了一种轻敲检测程序。该程序基于感测加速度并在信号超过特定阈值,同时在规定的时间窗口内返回阈值以下时识别出轻敲。通过类似方式,通过在规定时段之内观察到一对穿过阈值事件(每次穿过都具有规定的持续时间),检测出两次轻敲。尽管穿过阈值和时间设置是检测轻敲的基本特征,但从实际使用可接受的低比例仿真结果(诱发将通过检测程序的相似的信号的非轻敲运动)的意义上讲,它们不足以获得

可靠的检测。例如,在行走期间脚跟冲击时,加速度信号可能呈现出短时间的峰值,因此,可能触发检测到“轻敲”。

发明内容

[0007] 本发明的目的是在基于惯性的传感器中提供用户控制命令(姿势)和其他运动之间的更可靠区分,并实现简化的用户控制器,其没有或者具有较少的旋钮、按钮等。

[0008] 这个目的是由本申请所述的装置、本申请所述的身体传感器设备、本申请所述的方法和本申请所述的计算机程序产品来实现的。

[0009] 因此,将身体传感器的所感测到的加速度用于供用户控制身体传感器,这是通过检测加速度输出或信号中与患者的其他活动无关的预定义的姿势模式来实现的。这些可以包括在传感器上轻敲或利用传感器轻敲、摇动和转动传感器。特别感兴趣的是在传感器保持附着于患者身上(很可能在衣服下方)时可以执行的那些类型的运动。现在,替代按下PHB按钮,用户也可以采用预定姿势,例如,摇动设备,以便获得用于帮助的呼叫连接。作为另一选项,可以扩展上述PERS跌落检测器以进行如上所述的生命体征监测,或监测其他量,例如步态的稳定性。

[0010] 所提出的姿势控制的另一个优点是“容易使用”或简单。例如,护士无需以不方便的方式寻找设备上的按钮,尤其是传感器设备在患者睡衣下方的情况下。此外,需要立刻帮助的老年人无需寻找按钮,仅需要摇动传感器设备。此外,传感器设备不再需要按钮,可以更容易被清洁。根据第一方面,所述预定姿势可以是轻敲姿势,并且其中所述姿势检测器适于:从所述加速度输出获得至少一个一维信号分量,估计背景水平,并且在所述一维信号分量超过第一阈值且所述背景水平低于第二阈值的情况下检测到候选轻敲。

[0011] 作为第一方面的选项,所述姿势检测器可以适于对所述加速度输出进行预过滤以获得所述一维信号分量,并且在预定序列中出现所述候选轻敲的情况下确定为轻敲检测事件。所述预过滤可以适于选择三维加速度输出的一个分量,例如垂直于患者身体的一个。作为另一个选项,加速度输出可以已经是一维的(即,在传感器设备中仅使用一维加速度传感器)。

[0012] 于是,描述了一种新算法,使得能够再利用加速度感测进行可靠的轻敲检测,而不会引入由于非轻敲运动,像呼吸、心跳、行走等或传感器的意外运动(例如撞击到障碍物以及传感器落下),引起的很多仿真结果。

[0013] 在以上第一方面中,姿势检测器可以任选地适于利用互补中值滤波器对加速度输出进行预过滤。由此,可以很好地检测到加速度信号中的小峰。此外,根据另一个选项,姿势检测器可以适于利用自适应中值滤波器估计背景水平。这样确保了在更长持续时间的信号边缘处抑制了错误警报。此外,根据另一选项,所述姿势检测器可以适于通过测试所述背景水平的最大值超过第三阈值来检测所述候选轻敲。由此,意外的撞击不会导致错误警报。

[0014] 根据可以与第一方面组合的第二方面,所述预定姿势可以是转动姿势,其中,所述姿势检测器适于逐帧地分析所述加速度输出的加速度样本以确定帧中的参考矢量,并且在以下情况下检测到转动姿势:所述参考矢量和一系列加速度样本之间的角度,对于至少第一预定数量的样本而言在从第一阈值开始的范围之内,之后对于至少第二预定数量的样本而言低于第二阈值,之后对于第三预定数量的样本而言在第三阈值之内,以上发生于第四

预定数量的样本的总持续时间之前。由此，可以可靠地检测到转动姿势并与其他姿势区分开。

[0015] 根据可以与第一和第二方面中的至少一个组合的第三方面，所述预定姿势可以是摇动姿势，其中，所述姿势检测器适于观测所述惯性传感器的三维加速度输出的三个加速度分量的每个，将所述加速度分量与预定正阈值和负阈值进行比较，并且如果所述加速度的所述加速度分量中的至少一个，在最大时间内以交替的次序跨过所述正阈值和所述负阈值最小次数，则确定为摇动检测事件。由此，可以可靠地检测到摇动姿势并与其他姿势区分开。

[0016] 在本发明的另一方面中，提供了一种用于执行降噪的计算机程序，其中，该计算机程序包括代码模块，用于在控制负载监测装置的计算机上运行计算机程序时，令负载监测装置执行上述方法的步骤。

[0017] 可以将以上装置实现为可以安装到身体传感器的电路板上的硬件电路、单个芯片或芯片组。该芯片或芯片组可以包括受程序或软件例程控制的处理器。

[0018] 应当理解，本发明的优选实施例也可以是从属权利要求与相应独立权利要求的任意组合。

[0019] 参考下文中描述的实施例，本发明的这些和其他方面将变得显而易见并将得到阐述。

附图说明

[0020] 在以下附图中：

[0021] 图1示出了在其中可以实现根据实施例的检测程序的身体传感器的示意方框图；

[0022] 图2示出了根据第一实施例的轻敲检测程序的示意流程图；

[0023] 图3示出了根据第二实施例的转动检测程序的示意流程图；以及

[0024] 图4示出了根据第三实施例的摇动检测程序的示意流程图。

具体实施方式

[0025] 在以下实施例中，描述了用于身体传感器的检测程序，使得能够再利用加速度感测，用于可靠地检测姿势，不会因为非姿势运动引起很多仿真结果。该方法是，在要检测的事件很少以及发生很多可比拟的信号的情况下，将检测程序和检测器设计为特异性优先，即可接受的误报警率 (FA) 优先，使灵敏度尽可能最大化，即，检测概率 (PD) 最大化。

[0026] 基本上，问题在于混淆。任意的运动可能诱发与要检测的姿势类似的信号。因此，该方法在于针对实际无FA设计检测器和检测程序，并且在于规定 (约束) 将被接受的姿势运动。针对期望的使用场景和用户优化这些运动。因此，用户可能需要再次发出姿势。只要偶尔需要重复姿势并且不是很令人厌烦，这似乎可以被接受。另一个后果是需要某种形式的表示姿势被识别的反馈，例如，通过经外壳发光的发光二极管 (LED) 或能够发出蜂鸣声或类似声音的小型扬声器。对于第一次用户而言可能进行一些训练是有帮助的，在这种情况下，对与指定姿势的 (不) 一致的更详细反馈可能是有效的。

[0027] 在下文中，结合三个示范性和非限制性实施例描述不同特定姿势的检测。每个检测程序都基于将该姿势与传感器的任何其他运动或触摸区分开的典型特性。轻敲的典型特

性是短时间的峰值。转动的典型特性是重力方向相反的方向移动并再次返回。摇动的典型特性是一组交替的极大加速度。

[0028] 图1示出了在其中可以实现根据第一到第三实施例的检测程序的身体传感器的示意方框图。身体传感器包括至少一个加速度传感器10或其他类型的惯性传感器,用于感测身体传感器运动导致的加速度并输出模拟或数字三维(3D)加速度信号。加速度传感器(ACC-S) 10的输出信号被提供给适于检测或过滤要监测的期望生命体征的信号处理电路(SP) 20。将经过滤的生命体征提供给射频(RF) 前端30,以便经由天线单元发送到远程接收机单元(未示出)。当然,也可以经由有线传输向远程接收机单元发射经过滤的生命体征。

[0029] 此外,根据实施例,提供了一种姿势检测器或检测单元(GD) 40,其接收加速度传感器10的输出信号(或者它的经滤波版本)并处理接收到的信号,以便检测可以用于控制身体传感器工作的至少一个预定姿势。为了实现该目的,姿势检测单元40向传感器控制电路或处理器(DC) 50提供控制输入,姿势检测单元40可以是由程序或软件例程控制的信号处理器以实施期望的检测程序或算法。例如,检测到预定姿势,例如两次轻敲,可以打开无线电以搜索基站,用于进一步通信(数据传输)或控制(通过基站上的用户接口(UI))。信号处理器20、姿势检测单元40和传感器控制处理器50可以基于相应的程序或软件例程由单个处理器或计算机设备实现。理论上,也可以在设备外部执行计算,即(无线)连接发射原始/部分处理的传感器数据。

[0030] 在以下第一实施例中,为图1的身体传感器的姿势检测单元40提供轻敲检测功能。轻敲的典型特性是加速度信号的孤立的短尖峰。将轻敲姿势定义为手指或手对身体传感器的两次轻敲。假设身体传感器附着于人体,通常在腰部。假设人体静止,即并未运动。

[0031] 姿势检测器40可以适于过滤来自加速度传感器10的加速度计数据,以产生着重于短峰的信号。像轻敲那样的姿势不是导致短峰的唯一运动。例如,行走期间脚跟冲击也导致这样的峰。因此,第二特性可以是没有其他活动时发生的姿势,以及期望的姿势由预定的事件序列(例如两次轻敲)构成。这些特性限制了使用的自由度,但显著改进了错误警报的排除。

[0032] 图2示出了根据第一实施例的轻敲检测程序的示意流程图,其包括预滤波、背景水平估计、轻敲检测和轻敲选择的处理步骤或方框。轻敲检测程序包括预滤波步骤S101,其中将加速度传感器(S) 10的三维(3D)加速度信号处理成一维(1D)信号,使得短持续时间的峰得到增强。然后,在随后的步骤S102中,从1D信号估计背景水平。在后续的轻敲检测步骤S103中,在1D信号超过阈值的情况下检测到候选轻敲,前提是背景水平低于另一个阈值。然后,在最后的轻敲选择步骤S104中,从剩余的轻敲中,选择那些成对出现的,识别为轻敲检测事件。

[0033] 传统的轻敲检测程序集中于超过阈值的峰值(即灵敏度),而根据第一实施例提出的轻敲检测程序通过首先在低背景水平上测试提供了特异性。需要两次轻敲,因为与单次轻敲相似的事件仍然可能在没有其他动作时发生。任选的设计选择是接受或拒绝三次轻敲。在示范性第一实施例中,选择了拒绝三次轻敲。

[0034] 预滤波步骤S101利用了非线性滤波器,以便增强轻敲的短隔离尖峰特性。已知中值滤波器用于抑制尖峰,换言之,提供背景的估计。峰自身将不会提高估计。反之亦然,以互补方式应用中值滤波器,发现尖峰,抑制背景。

[0035] 此外,根据滤波器使用的窗口尺寸,在这样的滤波器中,轻敲事件导致的但是在进一步运动中不包含的背景可能消失,而更长持续时间的运动背景将保留。通过这种方式,背景水平将一开始保持低值,但在运动时间更长时将跳变到更大值。在步骤S102中获得的背景水平估计将增长到超过与动作持续时间成比例的水平,通过这种方式改善了特异性。仅有短时间的尖峰运动能够通过检测器,这种运动通常是(两次)轻敲。

[0036] 更具体而言,步骤S101中的预滤波可以由所谓的互补中值滤波器构成,这是一种传统的中值滤波器,例如,如J.Astola和P.Kuosmanen的“Fundamentals of nonlinear digital filtering”,CRC Press,1997中所述,不过,返回经滤波信号的补码。补码是从其之中减去了经(传统)滤波的值的原始值。例如,可以使用0.5s的半窗口长度。将滤波器应用于3D加速度信号的三个分量的每个。然后,在滤波之后,获取已滤波信号的L1范数。发现这个次序(第一滤波器,然后是L1范数)获得了加速度信号中小峰的最大提升。而且,发现L1范数比L2范数更敏感,即L1范数比L2范数更好地增强了尖峰。L1范数,又名曼哈坦距离,是矢量的分量的绝对值之和。L2范数,又名欧几里德距离,是矢量的分量的平方值之和的平方根。

[0037] 如果实现成本或其他原因未留出空间,预期可以反转次序(首先是范数,然后是互补的中值)。具体而言,在低采样率下并轻敲在硬表面(例如桌子)上,所述次序更加敏感。另一种成本节约方案可以是仅使用(区分的)加速度信号的一个分量(维度),例如,仅使用垂直于用户身体的一个分量。

[0038] 增强信号尖峰性的一种方式是对加速度信号的导数应用滤波器。一阶导数称为“jerk”,二阶导数称为“snap”(三阶和四阶导数为“crackle”和“pop”)。

[0039] 不过,考虑接下来描述的步骤S102中的背景水平估计,实验表明微分法将减小特异性。目标是在两次轻敲时,获得背景水平的低估计值,而在任何其他运动中,获得大的估计值。使用微分法时估计的背景水平和使用(无微分)加速度数据时的背景水平之间的比例表明,微分法的效果与目的相反。在两次轻敲时,比例大,而在步行运动期间,比例低。因此,只要关注背景水平的估计,在步骤S102中就应该使用(无微分)加速度计数据。

[0040] 背景水平步骤S102的原理是在背景活动的情况下抑制轻敲检测。如上所述,利用第二非线性滤波器估计背景水平。它基本是中值滤波器,从而使尖峰自身得到去除。通过这种方式,获得了信号背景的公平估计,其迅速跟随增加和渐减,而尖峰,尤其是轻敲,对估计的水平没有贡献。如果通过这种方式估计的背景水平超过阈值,则禁用进一步的轻敲检测。例如,可以使用 1.2m/s^2 的阈值。

[0041] 传统的中值滤波器提供了有尖峰的信号的背景水平估计。由于其非线性特性,在信号持续时间短时,获得了低背景估计。这是一个有益的效果,因为这样短的信号,如果此外还有尖峰,很可能是由于轻敲传感器导致的。不过,在持续时间更长的信号边缘,背景估计将不会立即升高到更高水平,因为窗口大部分覆盖不活跃的信号部分。这可能延缓进一步轻敲检测程序的抑制,因此可能导致错误警报。

[0042] 可以利用自适应中值滤波器解决这个问题。在这样的滤波器中,可以自适应地选择窗口长度,例如,如H.Hwang and R.A.Haddad,“Adaptive median filters-new procedures and results”,IEEE Trans.Image Proc.4(4),499-502,1995中所述。基本上,可以根据中值与后续子窗口的排位次序调整窗口尺寸。这类似于所谓的置换滤波器,例如,

如J.Astola and P.Kuosmanen“Fundamentals of nonlinear digital filtering”,CRC Press,1997中所述,其也基于随时间的排位次序选择结果。差异在于,置换滤波器从固定尺寸的子窗口选择,而在本第一实施例中,调整窗口尺寸。

[0043] 滤波器如下地工作。首先,将信号中当前样本附近的窗口分成三个子窗口,计算这些子窗口的每个中的中值。然后,基于三个相继中值的排列模式,应用如下规则库:

[0044] -如果计算的中心子窗口的中值是三个中值的最大值,则计算尺寸为中心子窗口尺寸的两倍的子窗口的中值。

[0045] -如果计算的中心子窗口的中值在其他两个之间,则计算中心子窗口和保持最大中值的子窗口的中值。

[0046] -如果计算的中心子窗口的中值是三个中值中的最小值,则使用中心子窗口的中值。

[0047] 例如,可以为子窗口使用0.2s的半窗口长度。调整窗口长度以改善上升和开始,同时在(孤立的)轻敲的情况下保持低的估计。对于孤立的轻敲而言,中心子窗口将返回最大的中值,使得由规则库诱发的双窗口长度将导致更低的中值,因而进一步减小背景水平的估计值。在更长动作的开始,三个中值将沿着开始的方向排序,将获取更强的信号段上的中值,因此产生背景水平的更大估计。不过要指出,以上规则库仅提供了可以如何调整窗口尺寸的范例。例如,第一规则中的加倍当然也可以是任何其他形式的放大窗口尺寸。

[0048] 一种细化是在计算的背景水平上进行某种形式的平均。例如,可以如下地从获得的背景水平值b计算功率水平p:

[0049] $p = (1/N \sum b^2[k])^{1/2}$,

[0050] 其中N是取平均的窗口的长度。

[0051] 对于取平均而言,可以使用背景水平的更简单估计,例如传统的中值滤波器。在第一实施例中,可以使用自适应中值滤波器而无需进一步计算功率水平。

[0052] 也可以使用背景功率估计来控制传感器的功耗。在高功率水平下,背景活动对感测测量而言犹如噪声,精确估计更加困难。可以通过禁用这些测量(直到背景足够低)来节省电池电能。

[0053] 在轻敲检测步骤S103中,背景水平低于相关联的阈值的信号的部分被测量,以发现超过第二阈值的峰。例如,可以使用 7.2m/s^2 的阈值。

[0054] 峰是在高于这一第二阈值的连续样本范围上具有最大值的样本。该范围不是严格连续的,因为允许低于第二阈值的短下降。例如,可以使用0.09s的最大下降持续时间。为了成为轻敲,该范围应当具有短的持续时间。不过,不对此进行测试,因为在那种情况下,背景水平将超过它的阈值。

[0055] 在将发现的峰接受为轻敲之前,执行任选的第三阈值测试。在该测试中,测试所发现的范围上的背景水平的最大值,看是否高于第三阈值。例如,这里可以使用 0.1m/s^2 的阈值。如果背景水平中的该最大值低于第三阈值,则拒绝轻敲。增加这个测试以提高特异性(减小错误报警率)。据发现,在传感器被搁置于书桌(或其他固体物体,例如它的充电单元上)时,意外的撞击可能导致(两次)轻敲事件。通过稍稍提起传感器并令其落回书桌(在从它的充电单元取出传感器但失手跌回时可能发生这个情况),可能发生这样的意外撞击。在那些情况下,对应的背景水平相当低,低于传感器完全拿在手中或附着于安静的人体的情

况。影响是在其被搁置于书桌(或其他固体物体)上时损失了对轻敲的灵敏度。这取决于在使用场景中这一折衷是否可以被接受。

[0056] 在最后的轻敲选择步骤S104中,测试发现的轻敲是否成组出现。在第一实施例中,仅接受成对的轻敲,并且造成检测事件。拒绝所有其他组尺寸。将“轻敲周期”定义为两次轻敲事件的两次轻敲之间的持续时间。在利用16位用户的非正式测试中表明,来自两次轻敲的峰之间的典型距离在50Hz采样率下为9到17个样本,即0.18-0.34s。于是,例如,可以使用0.3s作为轻敲周期。任选地,可以使这个值可配置或自适应。

[0057] 如果轻敲处于与前一次轻敲的特定持续时间之内,则认为轻敲属于一组。例如,可以使用以上轻敲周期的1.3倍的持续时间。在测试轻敲是否与前一次轻敲形成一组之前,执行另一次测试,称为邻近性拒绝。在该测试中,如果两次轻敲显得彼此过于接近,则拒绝一个。这种测试进一步改善了特异性,因为人不可能轻敲得那么快。例如,可以使用以上轻敲周期的0.3倍的持续时间作为分界持续时间。在认为两次轻敲过近的情况下,可以拒绝量值最小的轻敲。这条规则的细化可以是还考虑与下一次轻敲的距离。邻近性拒绝涉及在轻敲检测阶段中“连续”范围中许可的下降持续时间。不过,不能在单次测试中将它们组合。

[0058] 如果发现了两次轻敲的轻敲组,则检测到轻敲。在示范性实施例中,丢弃单次轻敲和超过两次轻敲的组并且不开始轻敲检测。当然,也可以提供具有用于检测不同的姿势(轻敲组或其他类型的姿势)多姿势检测单元40的实施例。在一种实现方式中,可以将它们集成以实现计算资源和电池功耗的最优负载。

[0059] 在以下第二实施例中,为图1的身体传感器的姿势检测单元40提供转动检测功能。转动姿势被定义为将传感器保持在手中,静止保持在手中一段时间,迅速将手完全转动向相反取向(“180度”),任选地暂停非常短时间,迅速转回,并再次保持静止一段时间。传感器在手中可以是任意取向。在(接近)水平面中绕虚拟轴转动。典型地,通过转动手腕或转动手臂(使得传感器颠倒移动并再次返回)来做出转动。完整的转动表示传感器旋转180度。不过,从物理上讲,更常发生的是90度旋转。

[0060] 图3示出了根据第二实施例的转动检测程序的示意流程图。在步骤S201中,逐帧地分析3D加速度计信号。在原型中,使用1.8s的帧尺寸。转入下一帧的样本数量取决于当前帧中检测到转动、部分转动还是没有转动。部分转动可以在下一帧中完成。没有转动实际上可以包括第一保持阶段。因此,在转入下一帧时,该下一帧中应该至少保留来自可能的转动的样本数量。

[0061] 然后,在步骤S202中,该程序确定参考矢量。这可以是固定的预定矢量,例如,对应于传感器处于其通常位置(例如“向上”)时的取向。作为另一范例,这也可以是帧中的主加速度矢量,其接下来被归一化到单位尺寸。主加速度矢量是所有其他矢量都最接近的那个矢量(加速度样本)。换言之,主加速度矢量是加速度样本分布的模式。可以通过伽玛滤波器估计这样的模式,例如,如J.Astola and P.Kuosmanen“Fundamentals of nonlinear digital filtering”,CRC Press,1997中所述,其中 $\gamma \rightarrow 0$ 。对于帧中的每个样本k,滤波器计算所有其他样本j到当前样本的距离之积:

[0062]
$$\prod_{j \neq k} |\text{acc}[j] - \text{acc}[k]|$$

[0063] 将对于这个乘积最小的样本k选择为主加速度矢量。替代常规L2范数,在第二实施例中使用L1范数计算距离 $|\text{acc}[j] - \text{acc}[k]|$ 。

[0064] 在获得参考矢量之后,在步骤S203中计算这个矢量和其他加速度样本的每个之间的点积 z 。

[0065] 最后,在步骤S204中,基于预定的上下阈值 thresUp 和 thresDn 判断是否做出了转动姿势。在步骤S204中,如果序列 z 满足以下模式,则检测到转动:

[0066] $z > \text{thresUp}$,至少对于 upSz0 的样本,之后

[0067] $z < \text{thresDn}$,至少对于 dnSz 的样本,之后

[0068] $z > \text{thresUp}$,至少对于 upSz1 的样本,以上发生于 turnSz 的样本的总持续时间之前。

[0069] 在原型中,使用以下值(参考矢量为单位尺寸): $\text{upSz0} = 0.36\text{s}$, $\text{dnSz} = 0.24\text{s}$, $\text{upSz1} = 0.36\text{s}$, $\text{turnSz} = 1.8\text{s}$, $\text{thresUp} = 8.4\text{m/s}^2$ (倾斜超过“向上”60度,即在主加速度矢量的方向上), $\text{thresDn} = -5.6\text{m/s}^2$ (倾斜超过“向下”30度)。例如,帧可以与 turnSz 具有相同尺寸。帧是在其上确定主加速度矢量的处理窗口的尺寸。

[0070] 实验表明,在帧尺寸等于 turnSz 的情况下,总的处理最快,即计算负载最小。

[0071] 可以如下地对以上示范性程序进行推广。参考矢量和一系列样本之间的角度,对于第一预定数量的加速度样本而言在第一阈值之内,之后对于第二预定数量的加速度样本而言超过第二阈值,之后对于第三预定数量的加速度样本而言处于第三阈值之内,全部处于第四预定数量的加速度样本之内。在此,可以将“阈值”理解为范围。例如,第一系列中的角度接近零度,即位于例如 ± 5 度的范围/阈值之内。在第二系列中,该角度超过例如90度,即90到180度的范围中。在第三系列中,该角度例如再次在-5到5度范围中。

[0072] 已知有两种与转动不同的姿势会导致转动检测,即FA。它们是传感器的完整旋转,例如,在手中滚动传感器并摇动传感器时。因此,任选地利用额外的测试扩展该程序以防止这些FA。

[0073] 为了抑制完整的旋转,进一步要求加速度矢量在其两次穿过(第一次向下,然后向上)垂直于主加速度矢量的平面时都处于相同的半空间中。对于前后转动是这种情况,但对于完整旋转不是这种情况。通过计算两个加速度矢量在时刻 z 改变符号时的点积进行测试。对于转动而言这是肯定的(相同的半空间),而对于完整旋转而言是否定的(相反的半空间)。仅在“平缓转动”的情况下执行测试,在平缓转动中, $|\text{acc}|$,即所感测到的加速度的L2范数接近 $1g$,不受沿自由降落轨迹转动传感器的影响(导致加速度矢量较弱,因此符号不可预知),也不受强烈旋转的影响(导致重力加速度因离心加速度而过大,因此迫使转动和旋转都是相同符号)。在通过转动手臂转动传感器时,可能发生自由降落轨迹。例如,对于平缓的转动可能需要 $4 < |\text{acc}| < 19$ 。

[0074] 难以并且因此不大可能形成沿着检测时间极限之内的自由降落轨迹完整旋转传感器的固有运动。可能猛烈地执行快速完整旋转,但似乎仅是有意发生的,就像转动一样。检测时间限制要求, turnSz ,给被接受的姿势范围带来了限制,但与上述方法一致,上述方法在于针对实际没有FA而设计检测器和检测程序,并在于规定(约束)将被接受的姿势运动。

[0075] 通过对原始3D加速度信号应用低通滤波器(LPF),信号 z 变得更加“温和”。实际上,通过这种方式,可以检测(并抑制)猛烈的旋转。不过,通过LPF还将 z 的向下值平滑掉了, $z < \text{thresDn}$ 可能不再发生,降低了检测率。混合方案是利用未滤波的加速度信号检测转动,而将滤波的版本用于识别旋转。由于LPF增加了计算负载,因而在本实施例中未采用LPF。通过

要求在向下阶段期间必须对 $dnSz$ 个样本连续地保持 $z < thresDn$,抑制了摇动。更严格的标准是还要求两个向上的跨度, $z > thresUp$,都是连续的。另一种方式是检测(同时的)摇动,表示检测到的转动是FA。在第二实施例中,可能仅应用连续向下阶段。

[0076] 实验中发现,一些用户开始在向前转动之后立即向回转动,即,跳过指定的暂停。将 $dnSz$ 设置为0.12s使得程序对那些姿势也敏感。不过,这也导致一些摇动被检测为转动。以上措施能够对抗特异性的这种减小。如上所述,可以使用 $dnSz = 0.24s$ 。

[0077] 可以通过省略判断主加速度并要求将传感器以规定的取向握持来减少计算负载。这还将减小FA率,因为所有其他取向都被排除,不进行检测。

[0078] 在以下第三实施例中,为图1的身体传感器的姿势检测单元40提供摇动检测功能。摇动的典型特性是交替的极大加速度序列。所述摇动检测程序是简单但鲁棒的程序。

[0079] 图4示出了根据第三实施例的摇动检测程序的示意图。在步骤S301中,该程序分别观测加速度信号三个分量的每个。然后,在步骤S302中,将加速度分量与预定的正负阈值比较。在最后的摇动确定步骤S303中,如果对于加速度分量中的至少一个,加速度以交替方式在最大持续时间内跨过正阈值和负阈值最小次数,则检测到摇动。已经发现,在摇动传感器时,根据摇动传感器的方向,这样的模式出现于分量之一或两个中。

[0080] 例如,可以将阈值设置为正负 $16m/s^2$,可以将所需的跨过的最小次数设置为6,最大持续时间为0.9s。在统计跨过次数时,首先监测信号是否在两个阈值之间。然后,每次跨过阈值产生一个计数,前提是跨过的阈值是与前一次跨过交替的。

[0081] 原则上,可以调整第三实施例的摇动检测程序以仅以正数发出其加速度输出,使得 m/s^2 项的零值对应于输出范围中间某处的数字。于是,“正”和“负”阈值可以指传感器输出被校准或应该被校准的值,使得数字对应于以 m/s^2 为单位的物理加速度。

[0082] 可以将本发明用于患者监测中,尤其是与无线呼吸和脉搏传感器相关。也可以将本发明应用于其他领域,具体而言,在佩戴项饰或手腕PHB的PERS用户环境中。按下PHB保证了呼叫中心的注意。已知在PHB上找到旋钮对于需要帮助用户而言可能很麻烦,尤其是对于羸弱的长者而言。姿势控制能够替代对按下按钮的需求。不过,不允许高的错误呼叫率,需要像所述那种一样的敏感检测机制。新一代PHB(具有跌倒检测功能)具备了加速度计和处理能力。

[0083] 此外,可以估计用户佩戴的传感器(加速度计)的能量消耗。该估计利用了某种映射到消耗的卡路里的“加速度计数”。由于对于不同的动作类型映射不同,因而使用平均值或最可能的映射。作为一种改进,用户能够通过姿势控制来控制映射。例如,在开始骑自行车时,两次轻敲相应地设置了映射。传感器可以停留在衣袋中,提供容易的控制。同样,需要将用户命令与其他活动区分开的高灵敏度。

[0084] 通过研究附图、公开和所附权利要求,本领域的技术人员在实践要求保护的本发明时能够理解和实现所公开实施例的其他变型。具体而言,可以在单个实施例中组合第一到第三实施例的以上姿势检测程序中的至少两个以提供由不同姿势触发的各种控制功能。

[0085] 总之,本发明再利用了加速度计,或更准确地讲,再利用了感测到的身体传感器的加速度,供用户控制身体传感器。这是通过检测加速度信号中与患者的其他运动无关的预定模式来实现的。这些包括在传感器上轻敲或利用传感器轻敲、摇动和转动传感器。已经描述了新的程序,使得能够再利用加速度感测进行可靠的姿势检测而不会带来由于像呼吸、

心跳、行走、撞击、跌落设备等而导致的很多仿真结果。

[0086] 在权利要求中，“包括”一词不排除其他元件或步骤，不定冠词“一”不排除多个。

[0087] 单个单元或设备可以完成权利要求中所记载的几个项目的功能。在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施这一仅有事实并不表示不能有利地组合这些措施。

[0088] 可以由单个单元或未必需要托管或安装于传感器设备中的由任何其他数量的不同单元执行图2的以上步骤S101到S104、图3的S201到S204以及图4的S301到S303。可以将图1的姿势检测单元40的计算、处理和/或控制实现为计算机程序的程序代码段和/或专用硬件。

[0089] 可以在适当的介质上存储/分布计算机程序，所述介质例如是与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的光存储介质或固态介质，但也可以通过其他形式发布，例如通过互联网或其他有线或无线电信系统。

[0090] 权利要求中的任何附图标记不应被解读为限制范围。

[0091] 本发明再利用了加速度计，或更准确地讲，再利用了感测到的身体传感器的加速度，供用户控制身体传感器。这是通过检测加速度信号中与患者的其他运动无关的预定模式来实现的。这些包括在传感器上轻敲或利用传感器轻敲、摇动和转动传感器。描述了新的程序，使得能够再利用加速度感测进行可靠的姿势检测而不会带来由于像呼吸、心跳、行走、撞击、跌落设备等而导致的很多仿真结果。

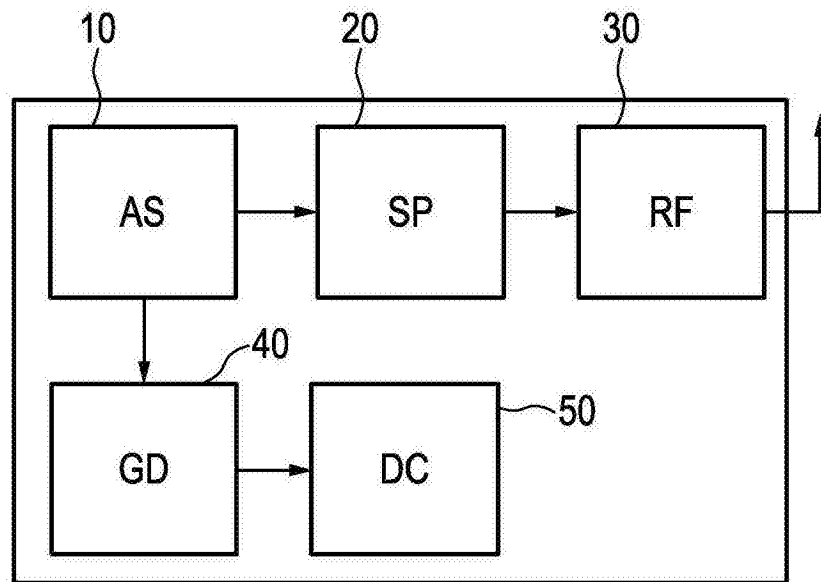


图1

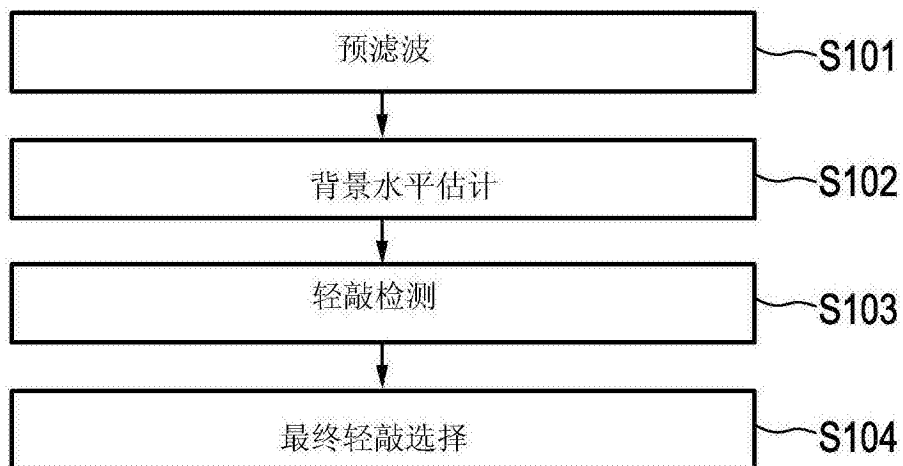


图2

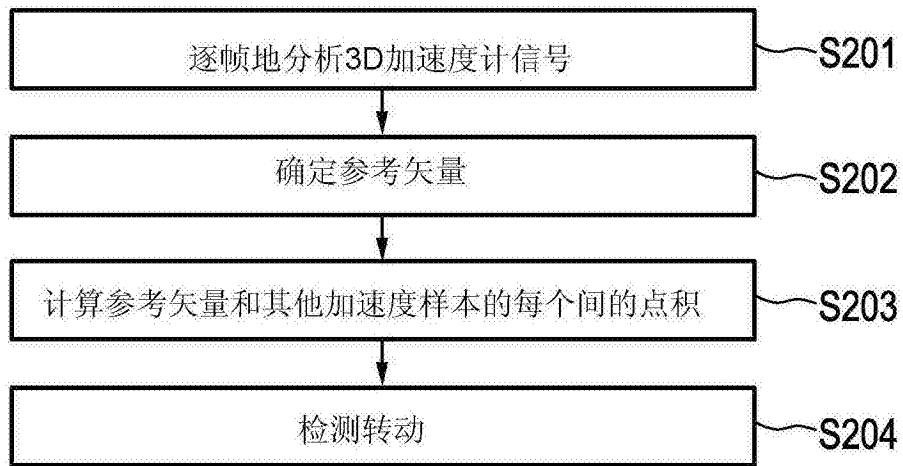


图3

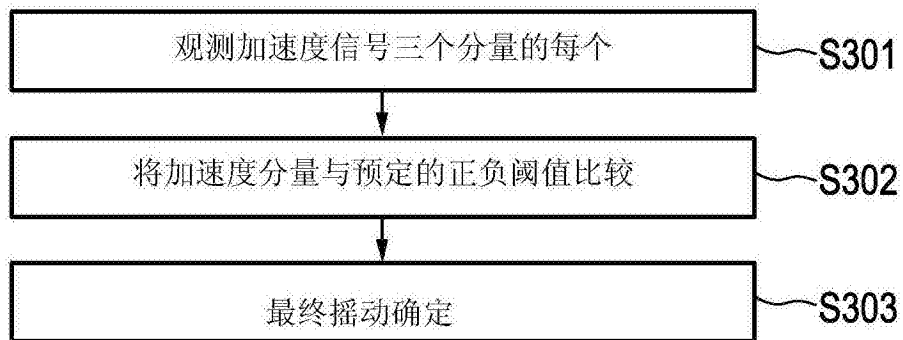


图4