



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105358046 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201480011809.2

(22)申请日 2014.03.04

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105358046 A

(43)申请公布日 2016.02.24

(30)优先权数据

13/785,184 2013.03.05 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.09.01

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/020190 2014.03.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/138007 EN 2014.09.12

(73)专利权人 微软技术许可有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 D·莫里斯 I·克尔纳

F·谢里夫 D·汤姆

T·S·萨波纳斯 A·吉约里

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 陈小刚

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A63B 24/00(2006.01)

(56)对比文件

WO 2010/084348 A2,2010.07.29,

US 2008/0162088 A1,2008.07.03,

WO 2012/118998 A2,2012.09.07,

US 2013/0054505 A1,2013.02.28,

CN 101002985 A,2007.07.25,

US 2007/0123754 A1,2007.05.31,

US 2008/0090703 A1,2008.04.17,

EP 2330554 A1,2011.06.08,

WO 2010/096691 A2,2010.08.26,

审查员 薛艳华

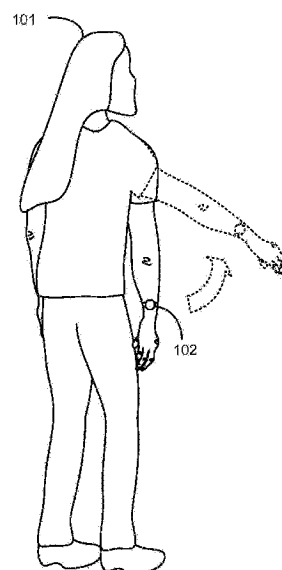
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

自动锻炼分割和识别

(57)摘要

体力活动监视设备包括具有配置成测量用户的体力活动属性的一个或多个传感器的传感器阵列。控制器基于体力活动属性来自动确定用户主动参与体力活动的时间间隔。控制器还基于体力活动属性来自动确定用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型。报告器将与体力活动的类型有关的信息输出给用户。



1. 一种体力活动监视设备,包括:

传感器阵列,包括配置成测量佩戴所述体力活动监视设备的用户的体力活动属性的一个或多个传感器;

控制器,配置成:

接收来自所述传感器阵列的信号信息;

将所述信号信息划分成各重叠片段;

标识每一重叠片段的预定信号特性;以及

使用受监督的分类器分析每一重叠片段的所述预定信号特性,所述受监督的分类器被训练成识别所述用户在所述重叠片段期间是否主动参与所述体力活动;

基于所述体力活动属性来自动确定所述用户主动参与体力活动的时间间隔;以及

基于所述体力活动属性来自动确定所述用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型;以及

报告器,用于输出与体力活动的所述类型有关的信息。

2. 如权利要求1所述的监视设备,其特征在于,所述信号信息包括三个维度中的信号,并且其中所述三个维度中的两个维度中的信号被在维度上缩减成一个维度中的信号。

3. 如权利要求1所述的监视设备,其特征在于,所述受监督的分类器包括支持向量机,并且其中分析所述预定信号特性还包括:

使用在用户主动参与体力活动的时间间隔期间以及在用户未主动参与体力活动的时间间隔期间从多个用户收集的数据来训练所述支持向量机;

生成表示用户主动参与体力活动的变换向量的集合、权重向量、以及阈值;

将所述预定信号特性乘以所述变换向量的集合和权重向量以获得多个乘积;

将所述乘积与所述阈值进行比较;

将高于所述阈值的值分类成表示其中所述用户主动参与体力活动的重叠片段;以及

将低于所述阈值的值分类成表示其中所述用户未主动参与体力活动的重叠片段。

4. 如权利要求3所述的监视设备,其特征在于,还包括

聚集器,所述聚集器配置成确定由其中所述用户可能主动参与体力活动的多个经分类的重叠片段所定义的时间间隔。

5. 如权利要求4所述的监视设备,其特征在于,所述控制器被配置成接收来自所述传感器阵列的信号信息并且还配置成接收来自所述聚集器的时间间隔集合,并且其中确定所述用户在所述时间间隔集合期间主动参与的体力活动的类型包括:

将所述信号信息分成各重叠片段;

标识每一重叠片段的预定信号特性;以及

使用受监督的分类器来分析每一重叠片段的所述预定信号特性,所述受监督的分类器被训练成识别所述用户在所述重叠片段期间主动参与的体力活动的类型。

6. 如权利要求5所述的监视设备,其特征在于,所述受监督的分类器包括支持向量机,并且其中分析所述预定信号特性还包括:

使用在所述用户参与多个类型的体力活动的时间间隔期间从多个用户收集的数据来训练所述支持向量机;

生成表示用户参与的体力活动的类型的变换向量的集合以及权重向量;

将所述预定信号特性乘以所述变换向量的集合和权重向量以获得多个乘积；

将所述乘积与表示多个预定活动中的每一个活动的数据集相比较，其中所述数据集已通过机器学习被预先确定；以及

将重叠片段分类成表示体力活动的类型。

7. 如权利要求6所述的监视设备，其特征在于，还包括投票机，所述投票机被配置成确定所述用户在所述聚集器已确定所述用户参与体力活动的时间间隔期间可能主动参与的体力活动的类型。

8. 如权利要求1所述的监视设备，其特征在于，所述控制器还被配置成确定所述用户执行重复性体力活动的重复数量。

9. 一种监视体力活动的方法，包括：

用包括一个或多个传感器的传感器阵列测量佩戴包括所述一个或多个传感器的体力活动监视设备的用户的体力活动属性；

通过以下操作基于所述体力活动属性来自动确定所述用户主动参与体力活动的时间间隔集合：

将来自所述传感器阵列的信号信息划分成各重叠片段；

标识每一重叠片段的预定信号特性；以及

使用受监督的分类器分析每一重叠片段的所述预定信号特性；

使用所述受监督的分类器基于所述体力活动属性来自动确定所述用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型；以及

输出与体力活动的所述类型有关的信息。

自动锻炼分割和识别

[0001] 背景

[0002] 锻炼和其他体力活动对人的健康和安康非常有益。一些人利用私人教练通过结构化锻炼计划来增强健康和幸福。然而,并非每个人都能负担得起私人教练。甚至与私人教练一起频繁训练的人也不可能在进行体力活动时总是能联系到私人教练。

发明内容

[0003] 体力活动监视设备包括具有配置成测量用户的体力活动属性的一个或多个传感器的传感器阵列。控制器基于体力活动属性来自动确定用户主动参与体力活动的时间间隔。控制器还基于体力活动属性来自动确定用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型。报告器将与体力活动的类型有关的信息输出给用户。

[0004] 提供概述以便以简化形式介绍将在以下详细描述中进一步描述的一些概念的选集。本发明内容并不旨在标识所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。此外,所要求保护的主体不限于解决在本公开的任一部分中所提及的任何或所有缺点的实现。

[0005] 附图简述

[0006] 图1示出用户佩戴根据本公开的一实施例的体力活动监视设备。

[0007] 图2示出根据本公开的一实施例的体力活动监视设备。

[0008] 图3示出根据本公开的一实施例的确定其中用户主动参与体力活动的时段的示例方法。

[0009] 图4示出根据本公开的一实施例的健身计划的示例片段的分析。

[0010] 图5示出了根据本公开的一实施例的识别体力活动的类型的示例方法。

[0011] 图6示出了根据本公开的一实施例的对锻炼重复进行计数的示例方法。

[0012] 图7示出了根据本公开的一实施例的扩充游戏体验的示例方法。

[0013] 图8示出了根据本公开的一实施例的对用户进行身体训练的示例方法。

具体实施方式

[0014] 本公开涉及可被用来扩充游戏体验和/或接收并监视健身计划的体力活动监视设备(PAMD)。

[0015] 在健身中,一个人可能花费执行体力活动或锻炼的时间以及花费从活动中恢复的时间、花费准备该活动的时间、以及花费执行非锻炼活动(如喝水)的时间。为了使PAMD识别并区分佩戴PAMD的用户所执行的体力活动或锻炼,它首先可区分实际锻炼的时间和非锻炼活动的时间。在一些实施例中,PAMD使用包括配置成测量佩戴PAMD的用户的体力活动属性的一个或多个传感器的传感器阵列对用户移动进行采样。采样数据随后可被分割成各锻炼时段和非锻炼时段。在锻炼时段内,PAMD随后被训练成唯一性地标识采样数据中的表示特定体力活动或锻炼的模式,从而识别由佩戴PAMD的用户所执行的体力活动或锻炼。对于重复性体力活动或锻炼,PAMD随后可对佩戴PAMD的用户所执行的给定重复性体力活动或锻炼

的重复数量进行计数。

[0016] 图1示出用户101佩戴根据本公开的体力活动监视设备102。在一些实施例中,PAMD 102可以具有可佩戴腕带的形式。PAMD 102可在用户101锻炼或以其他方式执行特定体力活动时由用户101佩戴。PAMD 102可以采用智能活动分析方法。智能活动分析可以允许PAMD识别并区分佩戴PAMD的用户所执行的体力活动或锻炼,并且还可允许PAMD对佩戴PAMD的用户所执行的体力活动或锻炼的重复进行计数。

[0017] 图2示意性地示出根据本公开的一实施例的体力活动监视设备200。PAMD200可包括传感器阵列210、逻辑机215、存储机217、控制器220、受监督的分类器230a、受监督的分类器230b、聚集器240、通信子系统250、报告器260、投票机270以及显示子系统280。

[0018] 传感器阵列210可包括一个或多个传感器,如加速度计214、GPS 212、陀螺仪216、心率监视器218、和/或其他合适的传感器。来自传感器阵列210的数据可以允许该设备自动区分佩戴PAMD的用户所执行的不同的体力活动或锻炼。在一些示例中,加速度计214可以按固定的采样速率对用户移动进行采样。采样可以按25Hz的采样速率或另一合适的采样速率(如50Hz)来发生。来自GPS 212的数据可被用来获悉用户在室外执行体力活动或锻炼的速度。例如,GPS导出的数据可被用来区分跑步时段、步行时段以及骑行时段。此外,GPS可被用来评估用户的位置。这样的位置信息可被用来区分各活动。例如,用户当在网球场上时可能在打网球或当在高尔夫球场上时可能在打高尔夫。与从加速度计接收到的数据一致,GPS数据可被用来校准用户的步幅。这一信息可被存储并用来区分和校准当在室内执行时或在GPS数据以其他方式不可用时的相同的体力活动或锻炼,从而允许在缺少GPS数据的情况下计算出准确的距离和步伐信息。

[0019] 加速度计214优选地可以是3轴加速度计。从加速度计214接收到的数据可被用来检测可包括伏地挺身、仰卧起坐、下蹲等不同重复性体力活动或锻炼的模式变型。这样的重复性体力活动或锻炼的信号的可重复性可被用来检测这些和类似锻炼的重复。从加速度计214接收到的数据也可被用来检测可包括靠墙下蹲、平板支撑、瑜伽姿势等不同静态体力活动或锻炼的模式变型。

[0020] 对于基于距离的活动,PAMD 200还可检测并区分各种移动的速度,包括步行、慢跑、快跑、以及奔跑。这可通过用加速度计214测量用户落脚的速度来实现。这一数据随后可被用来动态地调整专用于该活动的距离计算。例如,用户在步行时所走过的步数可等同于同一用户在奔跑时所跑过的相同步数的较短距离。在体力活动或锻炼的多个时段期间,使用来自GPS 212和加速度计214的数据,可以获悉用户步行、慢跑、奔跑等的真实步幅长度。

[0021] PAMD 200还可包括可任选地经由使用逻辑机215和存储机217来实例化的控制器220。控制器220可被配置成基于体力活动属性来自动确定用户主动参与体力活动的时间间隔。在本文中,这一过程还可被称为分割。在一个示例中,PAMD 200可以指示用户要执行开合跳(jumping jack)来锻炼。遵循这一指示,用户可花费时间来准备锻炼,例如在房间中四处走动、喝水、或就位来开始开合跳。分割过程可以将实际锻炼的时段与不相关于体力活动或锻炼的其他活动分开。从分析中移除非锻炼时段可以减少PAMD 200对虚假重复进行计数的概率。类似地,如果识别系统只分析来自用户主动参与体力活动或锻炼的时段的数据,PAMD 200可以能够更准确地确定用户参与哪一体力活动或锻炼。

[0022] 在一个示例中,PAMD 200可以指示用户要执行基于时间的活动,例如伏地挺身达

30秒。如果PAMD 200没有为用户就位以执行伏地挺身的时间期间开始评估用户的体力活动属性,它就可更精确地跟踪30秒的伏地挺身。通过精确地确定用户何时在执行伏地挺身,PAMD 200可以能够作出与用户生物测量有关的精确声明,例如用户在执行伏地挺身时燃烧了多少卡路里。

[0023] PAMD 200可通过机器学习来被训练以识别用户主动参与体力活动或锻炼的时段。这一分割过程还可被分解成预处理、特征计算、分类、以及聚集的各子过程。

[0024] 图3示出可由控制器220用来确定用户主动参与体力活动的时段的示例方法300。在302,方法300包括接收来自传感器阵列(例如,传感器阵列210)的信号信息。例如,这样的信号信息可由控制器220接收。信号信息表示用户的体力活动属性。在一些示例中,这一信号信息可包括来自加速度计214或陀螺仪216的原始数据。加速度计214和陀螺仪216可各自输出三个原始信号,从而给出总共六个原始输入信号。原始输入信号随后可通过低通滤波器,其输出随后可以是六个经平滑的信号。

[0025] 在304,方法300可包括确定用户主动参与体力活动的时间间隔。例如,控制器220可以使用在302接收到的信号信息作为用于确定时间间隔的基础。如图3所示,确定时间间隔的过程可包括多个子过程。这样的子过程的非限制性示例在下文提供。然而,应当理解,主动参与的时间间隔可以按任何合适的方式来确定,而不背离本公开的范围。

[0026] 在306,方法300可包括将信号信息划分成各重叠片段。在一个示例中,该数据可被划分成具有5秒长度的窗口。每一窗口可自前一窗口前进200ms,使得每一5秒窗口与前一窗口和后续窗口共享4.8秒的数据。

[0027] 在308,方法300可包括标识每一重叠片段的预定信号特性(例如,传感器阵列的加速度计测得的加速度信息的加速度特性)。在一些示例中,控制器220可以将经平滑的数据的每一5秒窗口变换成200个信号特性,这些信号特性随后被用来表征体力活动或锻炼,但可以存在更少或更多的信号特性。在一个示例中,6个经平滑的信号可被变换成10个输出信号。在该示例中,10个输出信号可包括x、y和z轴中的经平滑的加速度计数据,x、y和z轴中的经平滑的陀螺仪数据,每一样本处的加速度计信号的大小,每一样本处的陀螺仪信号的大小,三维加速度计信号在该信号的第一主分量上的投影,y和z轴中的加速度计信号在它们自己的主分量上的投影,以及三维陀螺仪信号在该信号的第一主分量上的投影。

[0028] 输出信号可以基于PAMD的特性来被选择。在一些实施例中,在信号信息包括三个维度中的信号时,这三个维度中的两个中的信号可在维度上缩减到一个维度中的信号。例如,如果PAMD被配置成附着到用户身体的设备或以其他方式被配置成固定于用户的身体,则x、y和z轴中的经平滑的数据可被认为精确地反映用户在这三个轴中的移动。然而,如果PAMD被配置成例如可穿戴臂带,则PAMD可经受绕用户的臂或腕的转动。在这一示例中,x轴(例如,沿用户的臂)中的数据可被认为精确地反映用户在x轴上的移动,但取决于PAMD的位置,y和z轴中的数据可表示多个轴上的移动。在这一示例中,y和z轴中的加速度计信号在它们自己的主分量上的投影可被选作输出信号。通过降低y和z轴中的信号的维数,通过将未知轴压缩成更可预测的信号,PAMD绕用户的臂的旋转可被纳入考虑。

[0029] 对于这些输出信号中的每一个,控制器220随后可为每一输出信号计算20个信号特性。控制器220还可计算更大或更小数量的信号特性。在一些示例中,信号特性可包括自相关峰值的数量、负自相关峰值的数量、最大自相关值、最大自相关值的对数、均方根振幅、

标准差、方差、以及积分均方根振幅。信号特性还可包括强峰值的数量,其中强峰值可被定义成比其相邻峰值大一阈值且距其相邻峰值超过一阈值延迟的多个自相关峰值。信号特性还可包括弱峰值的数量,其中弱峰值可被定义成处于其相邻峰值的阈值高度内且距其相邻峰值小于一阈值延时的多个自相关峰值。信号特性还可包括零交叉、局部非线性或最适合线多好地解释该数据的其他测量后的第一自相关峰值的值以及功率带的集合,其中为跨可由传感器阵列获得的频率范围的每一所选带中的功率频谱计算大小。在这一示例中,7个功率带可被计算,但可以存在更多或更少功率带,例如10个功率带。

[0030] 可为每一信号计算附加信号特性。对于每一5秒窗口,信号特性可以给出信号的自相关的指示,换言之,数据的重复性或自相似如何的指示。来自用户正在锻炼的时段的信号可比来自用户没有锻炼的时段的信号更具重复性。在一些示例中,与非锻炼相比,来自用户参与快速运动的时段的信号可更可能与锻炼相对应。

[0031] 在310,方法300可包括使用受监督的分类器分析每一重叠片段的预定信号特性。如图2所示,控制器220可包括受监督的分类器230a。受监督的分类器230a可被训练成识别用户在重叠片段期间是否主动参与体力活动。一般而言,受监督的分类器230a和/或控制器220的其他方面可通过机器学习过程来被训练,以识别表示用户正在主动参与体力活动或锻炼的信号特性,并进一步识别表示用户没有主动参与体力活动或锻炼的信号特性。

[0032] 在一个示例中,受监督的分类器230a利用支持向量机(SVM),例如线性支持向量机。在一些示例中,受监督的分类器230a利用机器学习决策树。在受监督的分类器230a利用SVM的一些示例中,SVM可被配置成生成数字的向量,并进一步被配置成将预定信号特性乘以该数字的向量以获得多个乘积。SVM可被进一步配置成将乘积与如上所述通过机器学习确定的一个或多个阈值相比较。SVM随后可被配置成将高于阈值的值分类成表示其中用户主动参与体力活动的重叠片段,且将低于该阈值的值分类成表示其中用户没有主动参与体力活动的重叠片段。

[0033] 在其中受监督的分类器230a包括SVM的一些示例中,分析预定信号特性可包括使用在用户或训练主体主动参与体力活动或锻炼的时间间隔期间以及用户或训练主体没有主动参与体力活动或锻炼的时间间隔期间从多个用户收集的数据来训练支持向量机。分析预定信号特性还可包括生成表示用户主动参与体力活动或锻炼的变换向量的集合、权重向量、以及阈值,此后将预定信号特性乘以变换向量的集合和权重向量以获得多个乘积。分析预定信号特性还可包括将乘积与阈值相比较,将高于阈值的值分类成表示其中用户主动参与体力活动或锻炼的重叠片段;且将低于该阈值的值分类成表示其中用户没有主动参与体力活动或锻炼的重叠片段。

[0034] 在受监督的分类器230a已经分类了每一重叠片段时,PAMD 200可以制定关于用户在每一5秒窗口期间是否主动参与体力活动或锻炼的单个最佳猜测。

[0035] 如图2所示,PAMD 200还可包括聚集器240,聚集器240配置成确定由其中所述用户可能主动参与体力活动的多个经分类的重叠片段所定义的时间间隔。换言之,聚集器240可以改进受监督的分类器230a的精确度,或分析各组重叠片段以确定表示锻炼或非锻炼的较长时间间隔。

[0036] 受监督的分类器230a作出的预测可偶尔来回反转。在一个示例中,用户可能站立不动达一段时间,并且某些重叠片段可被分类成表示用户正在参与体力活动或锻炼。反之

也可能发生——用户可能锻炼达一段时间,且该时段内的某些重叠片段可能被分类成表示非锻炼。在一些示例中,用户可能在锻炼中间暂停以便呼吸;然而,在该暂停的任一侧上的重叠片段实际上表示同一体力活动或锻炼。在用户在重复性活动中间暂停以便呼吸的示例中,暂停的两侧上的重复应当朝重复的同一总数来计数。以此方式,聚集器240可以修复分类器的输出,以输出用户参与体力活动或锻炼的可使用的时间间隔。

[0037] 修复受监督的分类器230a的输出的聚集器240的示例在图4中示出。图4示出可作为健身计划的一部分的体力活动的分割的示例。图表410示出了受监督的分类器230a的跨约1分钟时间间隔的输出。每一绘图点405表示一个重叠片段。每一重叠片段可被给予值1(分类成“锻炼”)或0(分类成“非锻炼”)。图表402示出用户的实际活动。如在410所示,用户执行仰卧起坐达20秒时段。然而,如在415所示,一些重叠片段可被初始分类成“锻炼”,甚至在用户没有主动参与体力活动或锻炼时。类似地,如在420所示,一些重叠片段可被初始分类成“非锻炼”,甚至在用户主动参与体力活动或锻炼时。如在图表403中所示,聚集器240可以修复分类器的输出,以输出用户参与体力活动或锻炼的可使用的时间间隔,如时间间隔430。

[0038] 聚集器240可以采用一个或多个方法来分析重叠片段的分类并输出用户可能参与体力活动或锻炼的时间间隔。在一个示例中,聚集器240使用基于倾向的聚集过程。在这一示例中,聚集器240通过假定非锻炼状态开始,并进行以顺序地分析重叠片段。如果预定数量(k_1)的重叠片段被分类成“锻炼”,则聚集器240可切换到假定锻炼状态,从该 k_1 个重叠片段的第一个重叠片段开始。在一个示例中, k_1 可被设为15个重叠片段。换言之,如果15个连续的重叠片段被分类成“锻炼”,则聚集器240切换到假定锻炼状态。可以或可以不等于 k_1 的另一预定数量(k_2)可被用来指示聚集器240应当从假定锻炼状态切换到假定非锻炼状态。

[0039] 在一些示例中,聚集器240使用基于百分比的聚集过程。在这一示例中,聚集器240通过假定非锻炼状态开始,并顺序地分析重叠片段。如果在预定时间间隔(t)期间预定百分比($p_1\%$)的重叠片段被分类成“锻炼”,则聚集器240可切换到假定锻炼状态,从被分类成“锻炼”的重叠片段中的第一个重叠片段开始。例如, p_1 可等于75且 t 可等于10,因而在10秒期间75%的重叠片段被分类成“锻炼”时,聚集器240可切换到假定锻炼状态,从被分类成“锻炼”的重叠片段中的第一个重叠片段开始。可以或可以不等于 $p_1\%$ 的另一预定数量($p_2\%$)可被用来指示聚集器240应当从假定锻炼状态切换到假定非锻炼状态。

[0040] 在一些示例中,聚集器240使用基于累积器的聚集过程。在这一示例中,聚集器240通过假定非锻炼状态开始,并顺序地分析重叠片段。被分类成“锻炼”的每一重叠片段向小计增加一点。在小计超过预定阈值(a_1)时,聚集器240切换成假定锻炼状态。可以或可以不等于(a_1)的另一预定数量(a_2)可被用来指示聚集器240应当从假定锻炼状态切换到假定非锻炼状态。

[0041] 聚集器240可以使用这些过程之一或其他类似过程或多个过程的组合来分析来自受监督的分类器230a的数据并输出用户参与体力活动或锻炼的时间间隔。例如,聚集器240可以使用基于倾向的聚集过程来确定体力活动或锻炼的起始点,并随后还可使用基于累积器的聚集过程来确定用户是否停止执行该体力活动或锻炼。在一些实施例中,聚集器240可以并发地运行多个聚集器(例如,基于倾向和基于累积器的聚集器)并在多个聚集器中的任一指示体力活动或锻炼开始或结束时标识体力活动或锻炼的开始或结束。

[0042] 在一些示例中,来自传感器阵列的初始数据可由受监督的分类器230如上所述地重新分析,进一步使用聚集器240的输出作为机器学习算法的输入。预定常数可被共享或唯一性地指派给不同锻炼或不同类型的锻炼(例如,诸如伏地挺身等重复性锻炼可使用与诸如慢跑等非重复性锻炼不同的常数)。

[0043] 控制器220还可被配置成基于体力活动属性自动确定用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型。换言之,在已确定用户参与体力活动或锻炼的情况下,控制器220可以确定用户在每一时间间隔中主动参与哪一锻炼。在本文中,这一过程可被称为识别。识别过程可任选地伴随在聚集过程之后和/或一些识别可与分割和/或聚集并行执行。在一些实施例中,控制器220可被配置成仅基于与所确定的时间间隔相对应的体力活动属性自动确定用户在所确定的时间间隔期间主动参与的体力活动的类型。换言之,只有从传感器阵列210接收到的针对已被确定为锻炼时段的时段的体力活动属性才被用来确定体力活动的类型。

[0044] 锻炼的类型的识别可被用在下游应用中,包括对锻炼重复进行计数,计算锻炼的效率或体力,确定用户的在锻炼过程期间的卡路里消耗,等等。PAMD200还可被配置成分析用户的体力活动属性并进一步向用户提供与用户的形式或其他信息有关的可增强用户的锻炼体验的反馈。控制器220可被训练成基于用户的体力活动属性通过机器学习过程识别体力活动的类型。在一些示例中,PAMD 200可以指示要由用户执行的特定活动。在这些示例中,识别过程可被忽略、与分割过程组合在一起、和/或被分割过程增强。

[0045] 图5示出用于识别体力活动或锻炼的类型的一个示例方法500。在502,方法500可包括接收来自传感器阵列(例如,传感器阵列210)的信号信息。例如,这样的信号信息可由控制器220接收。信号信息可包括来自加速度计214和陀螺仪216的原始数据。原始数据可由低通滤波器进一步处理以产生经平滑的加速度计和陀螺仪数据。信号信息还可包括加速度计信号在该信号的第一主分量上的投影。信号信息还可包括陀螺仪信号在该信号的第一主分量上的投影。

[0046] 在504,方法500可包括接收来自聚集器(例如,聚集器240)的时间间隔集合。这样的时间间隔集合可由控制器220接收并且可以表示其中用户参与体力活动或锻炼的时间间隔。在506,方法500可包括确定用户在时间间隔集合期间主动参与的体力活动的类型(例如,识别)。换言之,在聚集器240指示用户参与体力活动或锻炼时,识别过程可被应用。

[0047] 识别过程可包括多个子过程。这样的子过程的非限制性示例在下文提供。因此,应当理解,识别可以按任何合适的方式执行而不背离本公开的范围。

[0048] 在508,方法500可包括将信号信息分成各重叠片段。在一个示例中,该数据可被分成具有5秒长度的窗口。每一窗口可自前一窗口前进200ms,使得每一5秒窗口与前一窗口和后续窗口共享4.8秒的数据。

[0049] 在510,方法500可包括标识每一重叠片段的预定信号特性。在一个示例中,经平滑的数据的每一5秒窗口可被变换成多个信号特性,这些信号特性随后被用来表征体力活动或锻炼。作为一个非限制性示例,可以使用60个信号特性。例如,控制器220可为重叠片段中的每一个重叠片段的三个轴中的每一个轴计算20个信号特性。在这一示例中,信号特性包括5个均匀间隔开的自相关仓、均方根振幅、10个均匀间隔开的功率带、均值、标准差、峰度、以及四分位差。也可为三个轴中的每一个轴计算其他信号特性。

[0050] 在512,方法500可包括使用受监督的分类器(例如,受监督的分类器230b)分析每一重叠片段的预定信号特性。受监督的分类器230b可被训练成识别用户在重叠片段期间主动参与的体力活动的类型。受监督的分类器230b可通过机器学习过程来被训练以识别表示特定类型的体力活动或锻炼的信号特性。

[0051] 在一些示例中,受监督的分类器230b可以利用支持向量机(SVM)和/或决策树,如以上参考受监督的分类器230a描述的。例如,分析预定信号特性可包括用在用户参与多个类型的体力活动或锻炼的时间间隔期间从多个用户收集的数据训练支持向量机,并生成表示用户参与某一类型的体力活动或锻炼的变换向量的集合和权重向量。分析预定信号特性还可包括将预定信号特性乘以变换向量的集合以及权重向量以获得多个乘积,将乘积与表示多个预定活动中的每一个的数据集相比较,其中数据集已通过机器学习被预先确定,以及将重叠片段分类成表示某一类型的体力活动。

[0052] 如图2所示,PAMD 200还可包括投票机270。投票机270可被配置成确定用户在聚集器240已确定用户参与体力活动的时间间隔期间可能主动参与的体力活动的类型。

[0053] 如以上参考分割所讨论的,对于包括多个重叠片段的给定时间间隔,受监督的分类器可以输出就用户正在执行哪一体力活动或锻炼持不同意见的若干预测。投票机270可实现投票方案来确定用户最可能参与哪一体力活动或锻炼。投票机270可以输出给定时间间隔的体力活动或锻炼,这可被报告给用户,并且在重复性锻炼的情况下,哪一体力活动或锻炼用于计数。

[0054] 在一个示例中,投票机270报告自进入其中聚集器240已确定用户参与体力活动的时间间隔两秒开始的单个窗口的输出。用户在锻炼时段开始处的体力活动属性可能是不可靠的,因为用户可能仍然正在进入正确形式。类似地,用户在锻炼时段结束处的体力活动属性可能是不可靠的,因为用户可能减缓或者偏离正确形式。在一些示例中,投票机270可能使用与上述聚集过程类似的真实投票方案。在一些示例中,投票机270可以在锻炼时段期间更改其输出,如果呈现了用户参与与初始报告的不同的体力活动或锻炼的强证据的话。

[0055] 在识别投票阶段结束时,聚集器240已确定用户参与体力活动的每一时间间隔可被分类成表示某一类型的体力活动或锻炼。这一信息可被递送给报告器260以输出与体力活动的类型有关的信息。

[0056] PAMD 200还可被配置成确定用户执行重复性体力活动或锻炼的重复数量。换言之,PAMD 200可以对用户执行的锻炼的重复数量进行计数。这可允许自动跟踪活动以供用户在完成健身计划之后审阅。这还可允许实时目标评估,其中PAMD 200可以指示目标数量次的重复的完成。计数可以通过包括维数缩减和峰值寻找的方法来实现。

[0057] 在一个示例中,计数过程可以假定分割和识别已由控制器220执行。计数过程可以假定体力活动或锻炼的开始和结束时间均已被确定。该过程还可假定输入包括时间间隔的分类以及开始和结束时间之间的原始加速度计传感器数据。可以存在各类体力活动或锻炼,其中可任选地使用陀螺仪传感器数据来改进计数数据的精确度。在一些示例中,计数过程可在用户主动执行重复性体力活动或锻炼的各个重复时发生。在一个示例中,本文描述的方法可在连续较大的时间间隔上被重复地使用。在一些示例中,中间计数结果可被用来减少计数迭代的次数。

[0058] 图6示出对重复性体力活动或锻炼的各重复进行计数的示例方法600。在602,方法

600可包括接收来自传感器阵列(例如,传感器阵列210)的信号。例如,这样的信号信息可由控制器220接收。在604,方法600可包括将信号变换成在维度上缩减的信号,其具有比从传感器阵列接收到的信号至少少一个的维度。在706,方法700可包括对在维度上缩减的信号的数量进行计数。在708,方法700可包括输出峰值的数量。

[0059] 在一个示例中,计数方法可被划分成两个阶段。在第一阶段,原始传感器数据由控制器220从传感器阵列210接收并被处理成平滑的一维信号。该处理可以使得一维信号包含与体力活动或锻炼的重复数量大致相同数量的峰值或周期。第二阶段包括对一维信号的峰值的数量进行计数。这一峰值计数可被输出作为重复计数。

[0060] 将原始传感器数据处理成平滑的一维信号在本文中可被称为信号计算阶段。信号计算阶段可包括将带通滤波器应用于原始数据。带通滤波器可被用来移除信号中的高频传感器噪声以及低频变化,诸如例如由于重力的恒定加速度造成的变化。带通滤波器可以输出与计数重复相关的频率内容。

[0061] 信号计算阶段还可包括从数据减去均值。这可移除信号中的在带通滤波之后剩余的任何剩余常数偏置。

[0062] 信号计算阶段还可包括将主分量分析(PCA)应用于经过滤的数据。在本文中,PCA的实现类似于以上针对分割描述的PCA的应用,但对于计数过程而言,PAC是针对体力活动或锻炼的整个持续时间来计算的,这与固定大小的重叠片段形成对比。平滑的一维信号可以是经过滤数据被投影到PAC找出的第一主分量上的结果。

[0063] 在PAMD 200是佩戴在用户的腕上的设备的示例中(如图1所示),PCA的使用可以利用以下事实:对于大多数锻炼,用户的大多数手臂运动可由沿单个轴的运动来概括。对于肩部推举,例如,轴将是垂直轴或上下轴。通过将信号数据投影到这一轴上,从加速度计214接收到的信号的维数从三个维度缩减到一个维度。PCA投影现在可以使得信号峰值大致对应于一重复。

[0064] 这一示例的计数方法可接着进行到计数阶段。在一些示例中,每一重复将对应于单个强峰值,其中峰值中的每一个具有类似的形状和振幅,且以相对恒定的频率发生。在这些示例中,对强峰值进行计数可以用任何数量的标准信号处理技术来实现。然而,并非每一信号都将适合这些参数。每一重复可以存在多个峰值,形状或振幅可能存在很大变化,并且峰值可能以不稳定的频率发生。

[0065] 试探峰值计数方法因而可被使用,以增加跨信号数据的宽广范围的计数精确度。在一个示例中,该方法在多个阶段中进行。在一个示例中,该方法包括确定候选峰值的集合,使用局部时段估计来过滤候选峰值的集合,使用振幅统计来过滤候选峰值的集合,对来自候选峰值集合的峰值的数量进行计数,以及输出峰值的数量。

[0066] 在一个示例中,该方法利用执行锻炼的一次重复所需的最小和最大时间的估计。这些值在本文中可被称为minAllowedPeriod(最小允许时段)和maxAllowedPeriod(最大允许时段)。这些值可以根据因锻炼而异的基础上的数据来估计。例如,开合跳的值不同于伏地挺身的值,因为人们往往以与伏地挺身不同的速率来进行开合跳。

[0067] 计数方法可以计算候选峰值的集合来开始。被计数的峰值的最终集合将是这一峰值集合的子集。为了计算候选峰值,信号中的局部最大值可被确定。这些局部最大值随后可基于振幅来排序。局部最大值可被接受作为候选峰值,只要它与最接近的已接受候选峰值

至少相距minAllowedPeriod秒。如果信号中的两个峰值彼此非常接近(例如,只分开200ms),则它们之一可能不是锻炼的“真实”重复。这一接近性阈值可以基于人类能执行给定锻炼的最快合理速度来设置。

[0068] 以最小分隔对峰值进行计数可以用标准信号处理操作来完成,如参数MINPEAKDISTANCE(最小峰值距离)被设置为minAllowedPeriod的Matlab findpeaks(寻找峰值)函数或其他等效信号处理操作。在这一示例中,这些候选峰值是计数方法的下一步骤的输入。

[0069] 如上所述,minAllowedPeriod是基于在机器学习过程期间锻炼的所记录的最快重复对执行一次重复所需的最小时间的估计。在大多数情况下,它远小于用户每次重复花费的实际时间。如此,每实际锻炼重复可存在多个候选峰值。在以下步骤中,围绕每一候选峰值的实际锻炼时段可被估计,并且这一估计可被用来细化候选峰值的集合。

[0070] 例如,对于每一候选峰值,可以计算以峰值为中心的窗口中的自相关。这一窗口的大小可以被设为两倍maxAllowedPeriod或预定持续时间(例如,9秒)中的较小值。随后可找出延迟范围[minAllowedPeriod,maxAllowedPeriod]内的最大自相关值。其中发生最大自相关值的延迟可以是候选峰值的锻炼时段的估计。计算了这些估计之后,上述过滤过程可被重复,除在考虑是否接受候选峰值之外,minAllowedPeriod可不被用作候选峰值与前一所选峰值之间的最小允许距离。相反,最小允许距离可被设置成等于该候选峰值的估计时段的3/4或另一合适的比率。候选峰值的这一下经缩减的集合可以形成对计数方法的下一步骤的输入。

[0071] 接着,候选峰值的集合可以基于峰值振幅来被过滤。全部候选峰值可基于振幅被再次排序,并且指示第40百分点大的峰值(例如,如果存在10个候选峰值,则第4大的峰值)。具有小于这一峰值的振幅的一半的振幅的所有峰值可被丢弃。这一方法假定锻炼重复一般应当具有大振幅峰值,因为它们涉及具有高加速度的运动。此外,可以假定,在锻炼集合内,所有重复应当具有大致相同的振幅。换言之,所有峰值应当大约与最大峰值的振幅一样大。

[0072] PCA所发现的一维信号的符号是任意的。然而,这一问题可以按多种方式来解决。对于某些锻炼,可存在特定加速度计轴,它可靠地对应于“向上”且每一重复具有在这一“向上”方向上的一个峰值。作为一示例,这可以是开合跳和特定传感器集合中的‘x’轴的情况。对于这些锻炼,PCA投影可被进一步操纵,使得投影中的“向上”轴的符号是正的,从而允许对峰值进行计数(在该示例中是一维信号)。控制器220可以指定峰值的数量作为重复的数量,且该方法可进一步包括输出该重复的数量。

[0073] 计数方法可以运行两次,一次对峰值进行计数且一次对谷值进行计数。在一个示例中,该方法包括确定候选谷值的集合,使用局部时段估计来过滤候选谷值的集合,过滤候选谷值的集合,对来自候选谷值的集合的候选谷值的数量进行计数,将谷值的数量与峰值的数量相比较,指定谷值的数量和峰值的数量中的较大者作为重复的数量,以及输出重复的数量。

[0074] 在其中在用户主动参与重复性体力活动或锻炼的时段期间执行计数方法的示例中,峰值计数方法的输出从一个帧到下一帧降低是可能的,因为PCA轴可能随时间改变且用于基于振幅的拒绝的准则也可随时间变化。为了防止降低的重复计数使用户混淆,该方法可不允许计数降低。

[0075] 在一些示例中,用户可能在执行重复性体力活动或锻炼以追求目标数量的重复。在这一示例中,计数方法还可包括以下步骤:基于体力活动属性确定用户已停止执行重复性锻炼,将计数方法所确定的重复的数量与目标重复数量进行比较,以及在计数方法所确定的重复数量处于目标数量的阈值(例如,2)之内时指示用户已完成重复性锻炼。

[0076] 此外,体力活动监视设备可被采用作为增强游戏体验的方法的一部分。这可允许用户取得游戏控制台体验并将它扩展到真实世界中。用户可以在家中玩游戏,并且该游戏还可包括采用PAMD的室外(或以其他方式是非传统的)主动游戏概念。这可允许用户在真实世界中玩游戏,其中用户在游戏控制台的紧邻邻近度外部的动作最终被用作游戏的一方面。例如,在用户跑步达预定时段或距离时,用户控制的化身或游戏角色可基于用户燃烧的卡路里的数量而变得更强壮。

[0077] 图7示出一种通过使用PAMD来增强游戏体验的示例方法700。在702,方法700可包括在PAMD处从游戏系统接收要被执行的一个或多个体力活动的指示。体力活动可作为在游戏系统中玩的游戏的扩展来执行。例如,游戏可以告知用户在外跑步,并且用户可以按沿途的规则的距离标记或卡路里燃烧目标来解锁宝石,这进而增加用户在室内游戏中的等级。在一些示例中,游戏可以告知用户做预定数量的伏地挺身,在伏地挺身被执行时进一步增加用户在游戏游戏中的游戏分数。

[0078] 在704,方法700可包括测量佩戴体力活动监视设备的用户的体力活动属性。如上所述,PAMD可被配置成自动确定用户何时参与体力活动或锻炼,并且进一步配置成自动确定用户所进行的体力活动或锻炼的类型。这可进一步允许游戏系统向用户指派各种体力活动或锻炼。

[0079] 在706,方法700可包括基于体力属性来确定用户朝一个或多个体力活动的完成的进展。如上所述,PAMD可被配置成对重复性体力活动或锻炼的重复进行计数,并进一步配置成通过来自GPS和/或加速度计的信号信息来监视用户行进的距离。这可允许PAMD向用户给出跟踪度量并且显示用户朝完成的进展。

[0080] 在708,方法700可包括向游戏设备输出用户朝一个或多个体力活动的完成的进展的指示。PAMD可在用户执行一个或多个体力活动时与游戏系统通信,例如使用通信子系统250。这可允许游戏中反馈被从游戏设备递送给用户。PAMD和/或游戏系统还可被配置成将数据同步到个人计算机、移动电话或其他设备,从而允许数据整合和记录。

[0081] 方法700还可包括向用户指示受朝一个或多个体力活动的完成的进展的影响的游戏信息。这可允许用户在参与游戏系统时以及在游戏系统的邻近度外部使用PAMD时均可接收游戏反馈。在一个示例中,这可允许用户在获得影响他们的游戏分数或游戏的其他方面的成就时继续玩游戏。

[0082] 方法700还可包括:在体力活动监视设备处,计算执行一个或多个体力活动的用户的一个或多个当前生物测量标记和/或向用户指示一个或多个当前生物测量标记。PAMD可被配置成向用户给出相关反馈以用于使用与心率和个性化心率区有关的信息进行健康跟踪,GPS位置信息以用于查看已经过的路线,距离,进行的步数,锻炼持续时间,所执行的重复的数量,一天中的时间,用户执行一个或多个体力活动所燃烧的卡路里的量,以及其他相关的当前生物标记。

[0083] 根据本公开的PAMD可由用户用来跟踪健身并记录健康度量。此外,PAMD可被配置

成在健身中引导用户并在健身期间监视用户的进展。换言之，体力活动监视设备可以用作体能教练。

[0084] 图8示出训练PAMD的用户的方法800。在802，方法800可包括在PAMD处接收包括多个锻炼的健身计划。在一个示例中，用户可以在运行于个人计算机、移动电话或游戏控制台上的应用上浏览并选择健身，并且使该健身计划发送到PAMD（例如，经由通信子系统250）。

[0085] 在804，对于健身计划中包括的多个锻炼中的每一个锻炼，方法800可包括将锻炼指示给用户。PAMD可包括配置成表示使用户逐步通过健身计划的信息的显示子系统280和/或音频子系统。例如，用户可在PAMD上选择健身并请求开始该健身。PAMD可向用户指示做10个伏地挺身、跑2英里，等等。

[0086] 在806，方法800可包括用如上描述的用户佩戴的PAMD来测量用户的体力活动属性。在808，方法800可包括基于体力活动属性输出与用户朝锻炼的完成的进展有关的信息。例如，在用户执行伏地挺身时，PAMD可以识别该活动并对已完成的重复的数量或健身中该锻炼的剩余的重复的数量进行计数。PAMD可动态地显示重复的数量，以及显示与用户的心率、燃烧的卡路里、健身所花的时间、以及相关于用户当前执行的健身或体力活动或锻炼的其他度量有关的反馈。

[0087] 如果用户完成锻炼，如PAMD所指示的，该方法可进一步包括：向用户指示锻炼已完成。例如，如果用户完成锻炼，可听警报或物理振动可以指示用户已完成体力活动或锻炼并且是时候进行健身计划中的下一体力活动或锻炼。

[0088] 在810，方法800可包括确定健身计划是否已完成。如果健身计划包括未完成的锻炼，则方法800可返回到804，在此，方法800可包括向用户指示下一锻炼。在一个示例中，显示子系统280所显示的信息可改变以向用户指示下一锻炼。在一些示例中，PAMD可向用户给出听觉提示。如果健身计划已完成，则PAMD可结束，并且可进一步向用户指示健身结束。

[0089] 在某些实施例中，以上所述的方法和过程可以与一个或多个计算设备的计算系统绑定。尤其地，这样的方法和过程可被实现为计算机应用程序或服务、应用编程接口（API）、库和/或其他计算机程序产品。

[0090] 返回图2，体力活动监视设备200包括逻辑机215和存储机217，它们可合作以实例化控制器220、受监督的分类器230a、受监督的分类器230b、聚集器240、通信子系统250、报告器260、投票机270、和/或显示子系统。

[0091] 逻辑机215包括被配置成执行指令的一个或多个物理设备。例如，逻辑机可被配置为执行作为以下各项的一部分的指令：一个或多个应用、服务、程序、例程、库、对象、组件、数据结构、或其它逻辑构造。这些指令可被实现为执行任务、实现数据类型、变换一个或多个组件的状态、取得技术效果或以其他方式得到所期望的结果。

[0092] 逻辑机215可包括被配置成执行软件指令的一个或多个处理器。作为补充或替换，逻辑机可包括被配置成执行硬件或固件指令的一个或多个硬件或固件逻辑机。逻辑机的处理器可以是单核或多核，且在其上执行的指令可被配置为串行、并行和/或分布式处理。逻辑机的各个组件可任选地分布在两个或更多单独设备上，这些设备可以位于远程和/或被配置成进行协同处理。逻辑机的各方面可由以云计算配置进行配置的可远程访问的联网计算设备来虚拟化和执行。

[0093] 存储机217包括被配置成保存可由逻辑机执行以实现此处所述的方法和过程的指

令的一个或多个物理设备。在实现这些方法和过程时,可以变换存储机217的状态(例如,保存不同的数据)。

[0094] 存储机217可以包括可移动和/或内置设备。存储机217可包括光学存储器(例如,CD、DVD、HD-DVD、蓝光盘等)、半导体存储器(例如,RAM、EPROM、EEPROM等)和/或磁存储器(例如,硬盘驱动器、软盘驱动器、磁带驱动器、MRAM等)等等。存储机217可包括易失性、非易失性、动态、静态、读/写、只读、随机存取、顺序存取、位置可寻址、文件可寻址和/或内容可寻址设备。

[0095] 可以理解,存储机217包括一个或多个物理设备。然而,本文描述的指令的各方面可另选地通过不由物理设备在有限时长内持有的通信介质(例如,电磁信号、光信号等)来传播。

[0096] 逻辑机215和存储机217的各方面可被一起集成到一个或多个硬件逻辑组件中。这样的硬件逻辑组件可包括例如程序专用集成电路和专用集成电路(PASIC/ASIC)或片上系统(SOC)。

[0097] 显示子系统280可用于呈现由存储机217所保持的数据的视觉表示。该视觉表示可采取图形用户界面(GUI)的形式。由于此处所描述的方法和过程改变了由存储机保持的数据,并由此变换了存储机的状态,因此同样可以转变显示子系统280的状态以视觉地表示底层数据的改变。显示子系统280可以包括使用实际上任何类型的技术的一个或多个显示设备。可将此类显示设备与逻辑机215和/或存储机217组合在共享封装中,或者此类显示设备可以是外围显示设备。

[0098] 通信子系统250可以被配置成将PAMD 200与一个或多个其他计算设备通信地耦合。通信子系统250可包括与一个或多个不同的通信协议兼容的有线和/或无线通信设备。作为非限制性示例,通信子系统可被配置成用于经由无线电话网络或者有线或无线局域网或广域网来进行通信。在某些实施例中,通信子系统可允许PAMD 200经由网络(比如因特网)向其他设备发送消息和/或从其他设备接收消息。

[0099] 在其中PAMD 200包含GPS和/或被配置成收集与用户有关的生物测量数据的示例中,通信子系统250可被配置成将与用户有关的数据传送给一个或多个其他计算设备。在一些示例中,PAMD 200和/或一个或多个其他计算设备可被配置成向用户通知可被收集和传送的相关数据,且可被进一步配置成允许用户提供同意以允许PAMD收集、传送或以其他方式共享与用户有关的数据。

[0100] 应该理解,此处所述的配置和/或方法在本质上示例性的,且这些具体实施例或示例不是局限性的,因为众多变体是可能。此处所述的具体例程或方法可表示任何数量的处理策略中的一个或多个。由此,所示出和/或描述的各个动作可以按所示出和/或描述的顺序、按其他顺序、并行执行或者被忽略。同样,可以改变上述过程的次序。

[0101] 本公开的主题包括各种过程、系统和配置、此处所公开的其他特征、功能、动作,和/或特性,以及其任何和全部等效方案的所有新颖和非显而易见的组合和子组合。

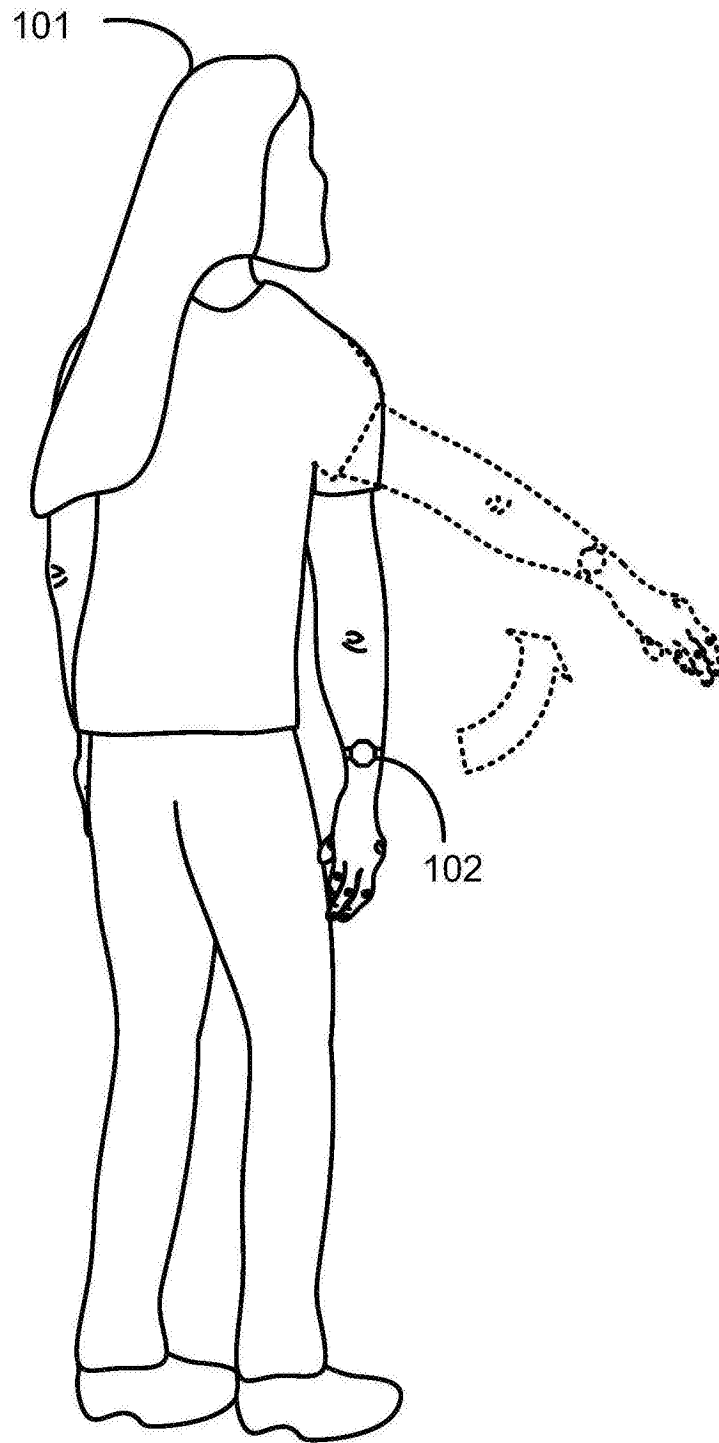


图1

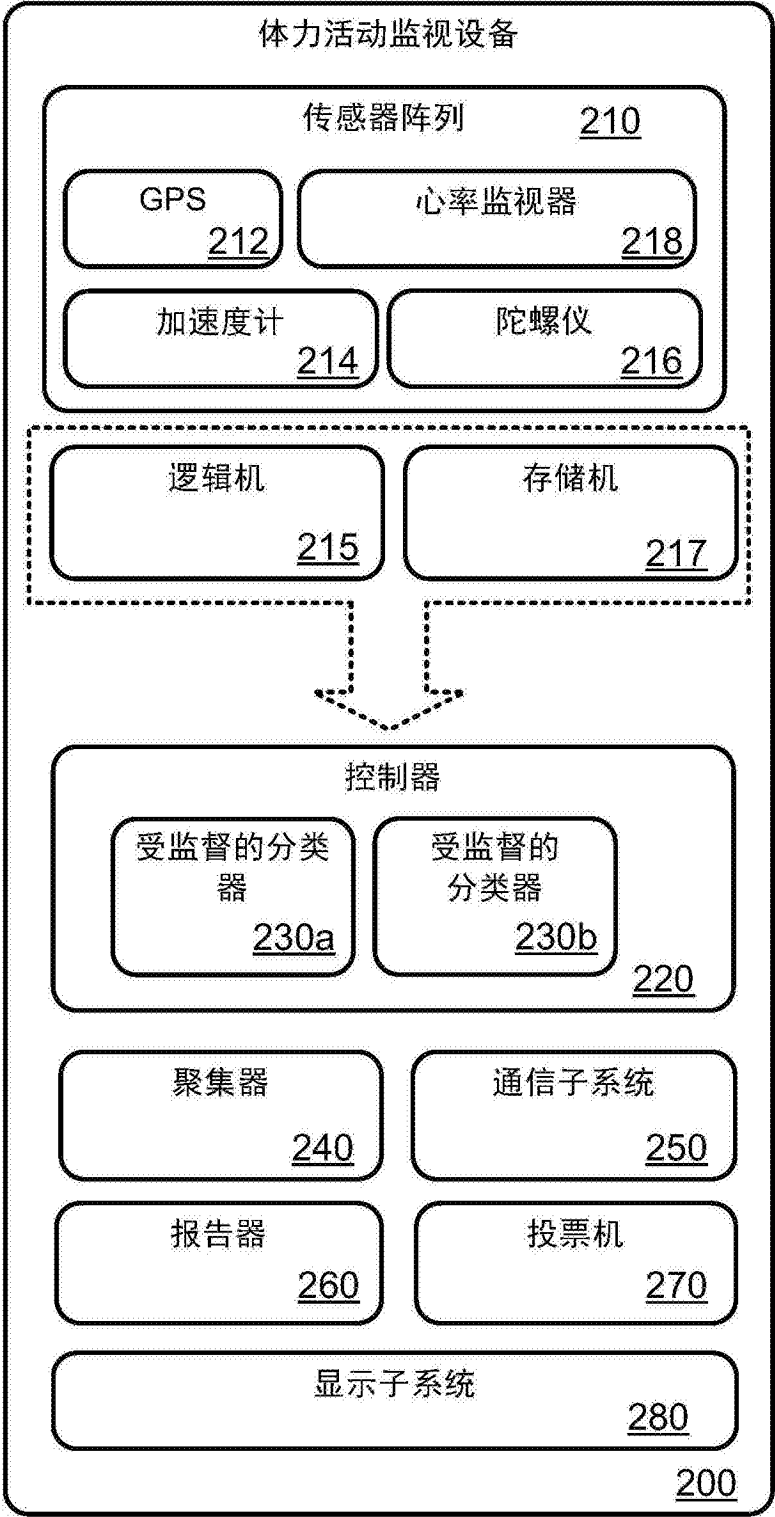


图2

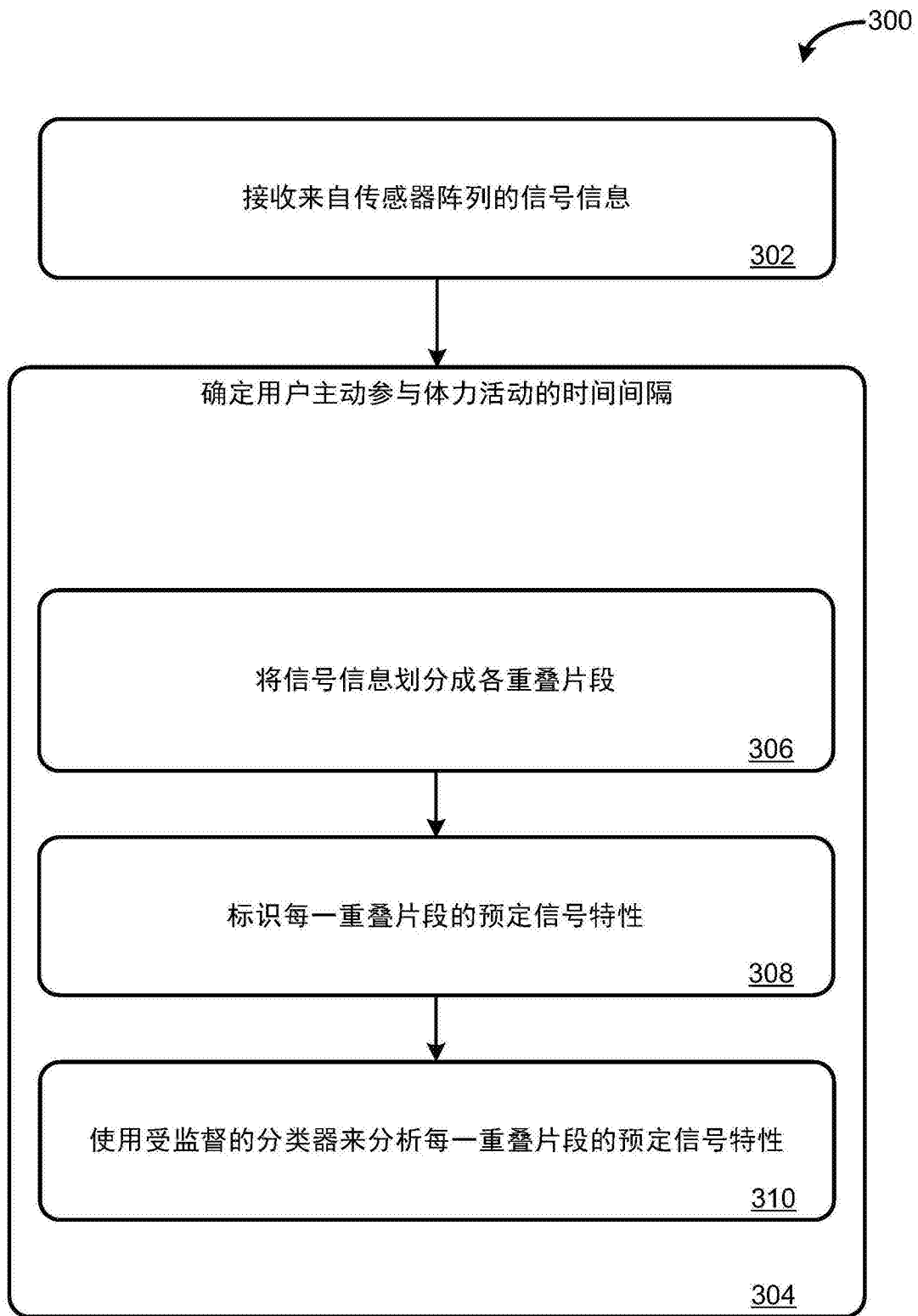


图3

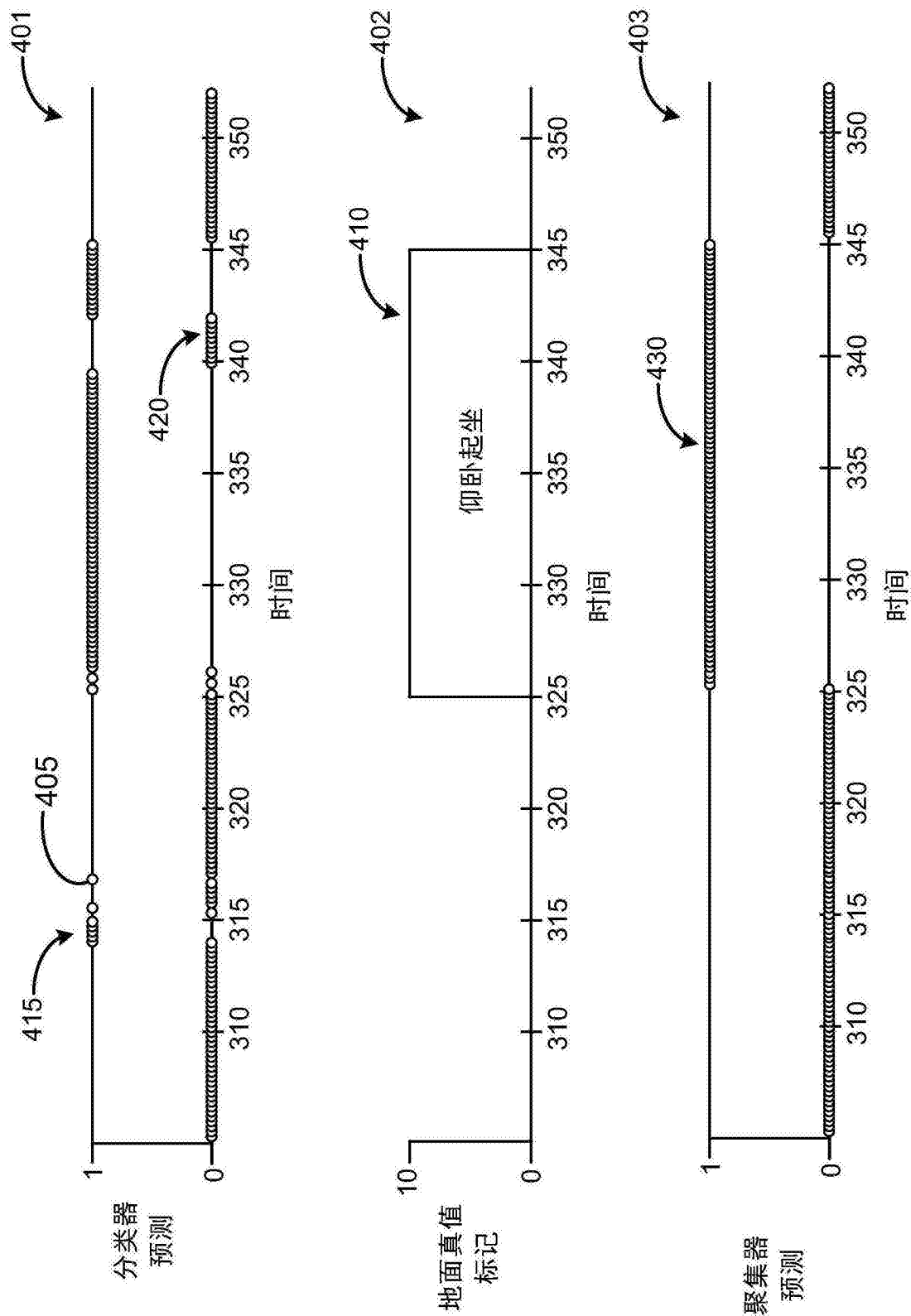


图4

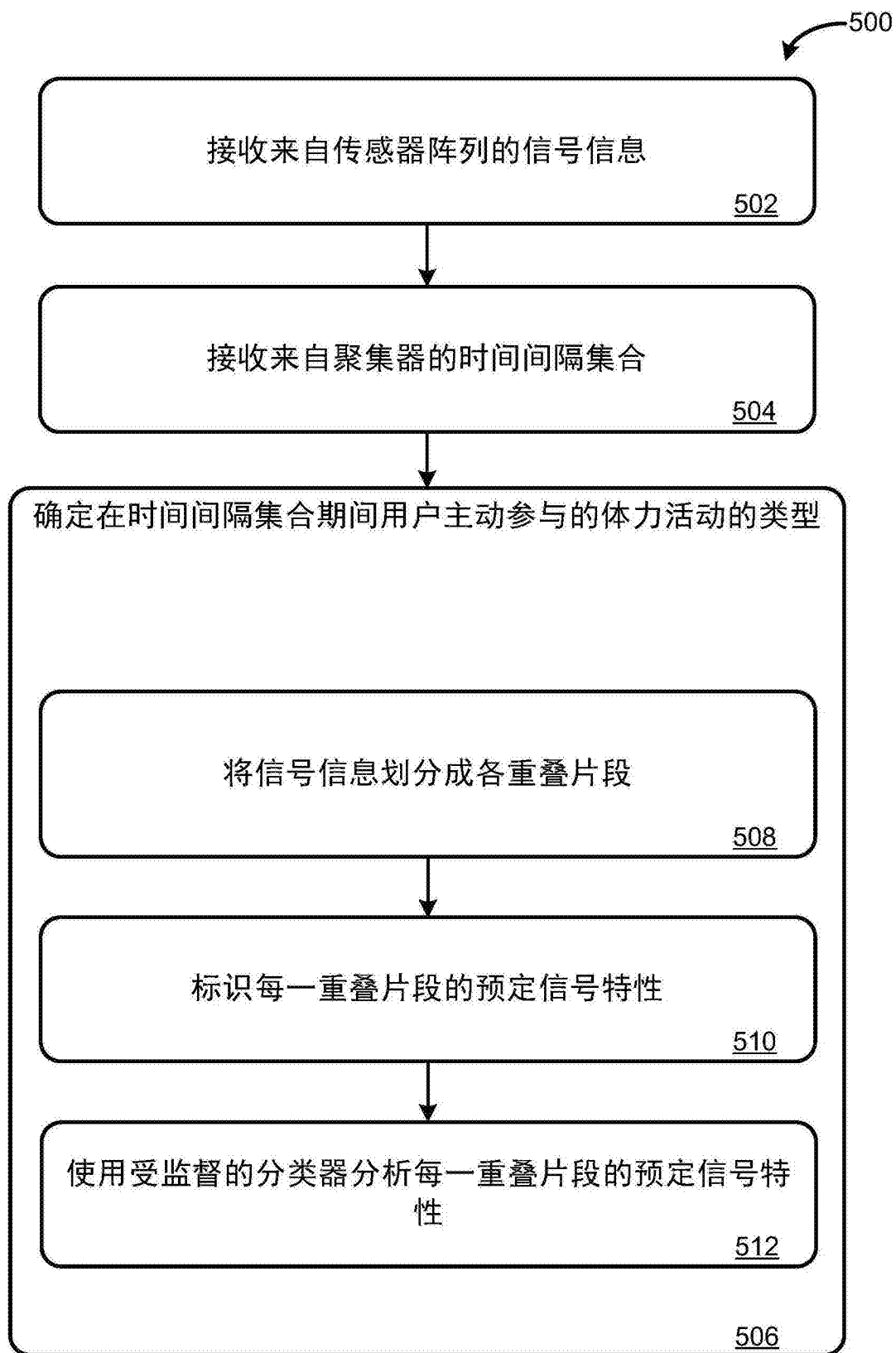


图5

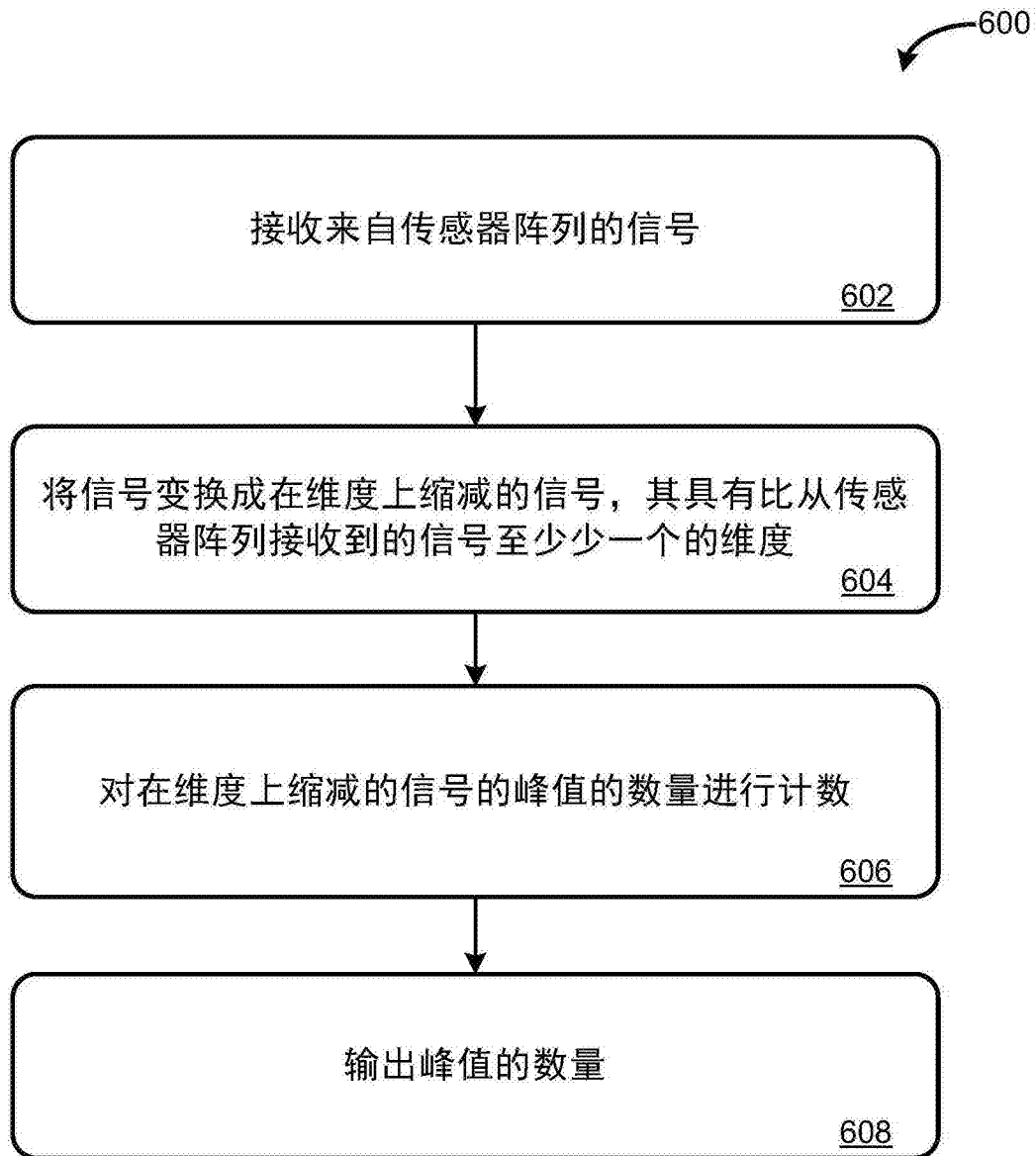


图6

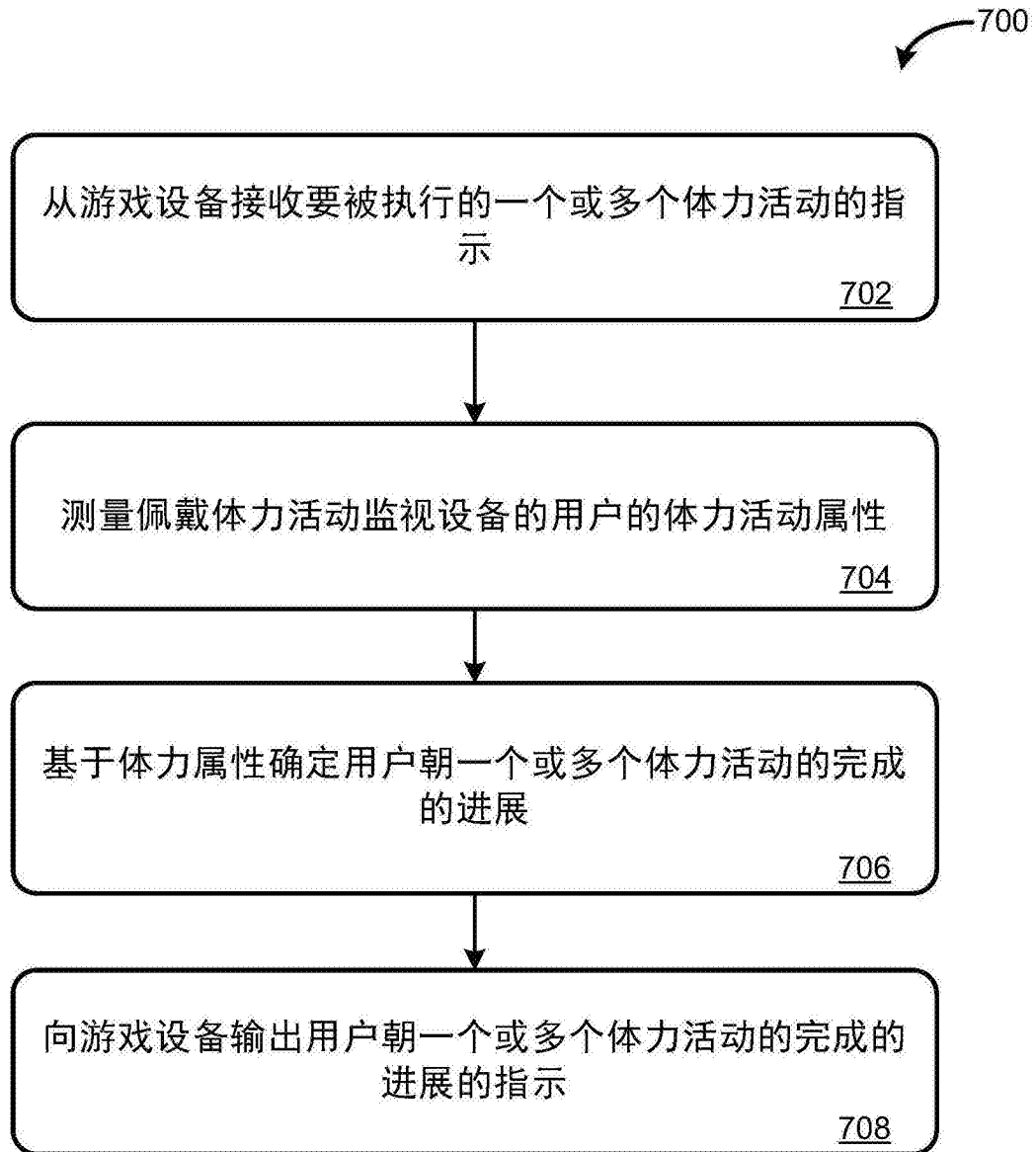


图7

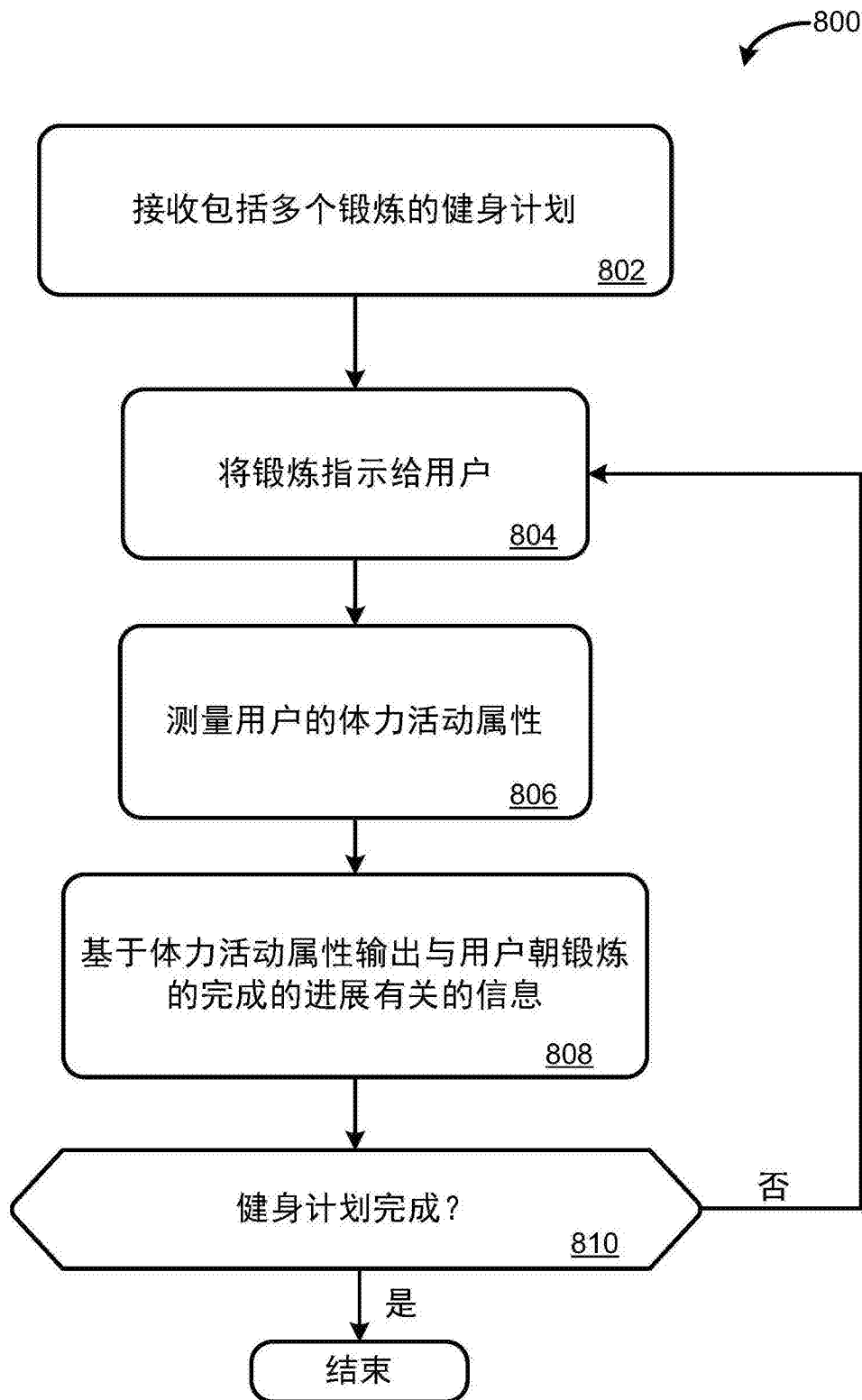


图8