



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109077710 A

(43)申请公布日 2018.12.25

(21)申请号 201810599950.9

(22)申请日 2018.06.12

(30)优先权数据

15/621,652 2017.06.13 US

(71)申请人 北京顺源开华科技有限公司

地址 100193 北京市海淀区东北旺西路8号
院23号楼2层206-2号

(72)发明人 约瑟夫·穆纳尔埃托

(74)专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有
限公司 11415

代理人 林祥

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

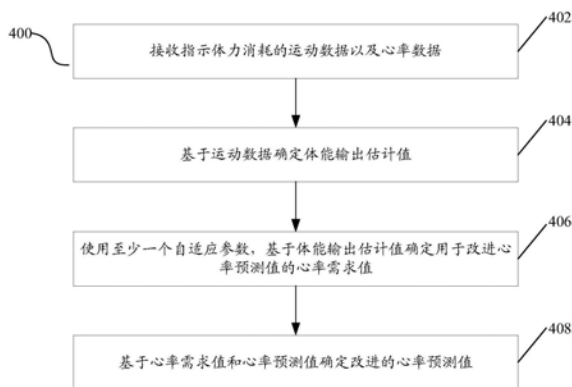
权利要求书3页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

自适应心率估计的方法、装置和系统

(57)摘要

本公开提供了利用可穿戴设备估计心率的方法、装置和系统。该方法包括：接收运动数据和心率数据，所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的个体的体力消耗，所述心率数据为在同一时段内为所述个体测得的；基于指示所述个体的体力消耗的所述运动数据确定体能输出估计值；基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用于改进心率估计值的心率需求值，其中所述心率估计值对应于所述心率数据，所述至少一个自适应参数可基于所述心率需求值和所述心率估计值进行调节；以及基于所述心率需求值和所述心率估计值确定所述个体的改进的心率估计值。



1. 一种利用可穿戴设备估计心率的方法,其特征在于,包括:
接收运动数据和心率数据,其中,所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的个体的体力消耗,所述心率数据为在同一时段内对所述个体测得的;
基于所述运动数据确定体能输出估计值;
基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用于改进心率估计值的心率需求值,其中,所述心率估计值对应于所述心率数据,所述至少一个自适应参数可基于所述心率需求值和所述心率估计值被调节;以及
基于所述心率需求值和所述心率估计值确定所述个体的改进的心率估计值。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述运动数据与加速度、速率、位置和高度中的至少一个相关。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,接收所述运动数据和所述心率数据包括:
从第一传感器接收所述运动数据,其中,所述第一传感器为加速度计、气压传感器和全球定位系统传感器中的至少一个;以及
从第二传感器接收在同一时段对所述个体测得的所述心率数据,其中,所述第二传感器为心电传感器、光学体积描记传感器、脉搏血氧计和红外传感器中的至少一个。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:
在连续心率监测中,基于所述心率需求值和所述至少一个自适应参数来确定心率变化预测值;以及
基于所述心率变化预测值和针对前一时段确定的改进的心率估计值来确定所述改进的心率估计值。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述至少一个自适应参数包括比例参数以及与从所述个体习得的生理简档相关的至少另一参数。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,
从所述个体习得的所述生理简档与体力活动模型相关,
所述体力活动模型对应于所述个体进行的活动。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于所述运动数据确定所述体能输出估计值包括:
基于所述运动数据确定所述个体当前进行的活动;以及
基于所述活动,选择用于确定所述体能输出估计值的体力活动模型。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于所述运动数据确定所述体能输出估计值包括:
从所述运动数据导出速度和梯度值中的至少一个;以及
基于所述速度、所述梯度值和质量值确定所述体能输出估计值,其中,
所述质量值与所述个体相关,
所述梯度值表示地形的倾斜度。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于所述体能输出估计值和所述至少一个自适应参数确定所述心率需求值包括:
基于所述体能输出估计值、最大心率、休息心率和健身水平确定所述心率需求值。
10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述至少一个自适应参数包括相对于在

最大有氧效应处产生的体能输出的比例参数。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在於,
所述健身水平基於所述体能输出估计值和所述比例参数来确定,
对应於所述个体的所述比例参数随时间调整。

12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,基於所述心率需求值和所述心率估计值确定所述个体的所述改进的心率估计值包括:

利用所述心率估计值和基於所述心率需求值的心率估计值确定所述改进的心率估计值;以及

基於所述心率估计值与利用自适应学习的心率估计值之间的比较,调整所述至少一个自适应参数。

13. 一种可穿戴设备,其特征在於,包括:

主体,配置为连接至个体的一部分;

非暂时性存储器;以及

处理器,配置为执行存储在所述非暂时性存储器中的指令以:

接收运动数据和心率数据,其中,所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的所述个体的体力消耗,所述心率数据为在同一时段内为所述个体测得;

基於所述运动数据确定体能输出估计值;

基於所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用以改进心率估计值的心率需求值,其中,所述心率估计值对应於心率数据,所述至少一个自适应参数可基於所述心率需求值和所述心率估计值调节;以及

基於所述心率需求值和所述心率估计值确定对应於所述个体的改进的心率估计值。

14. 根据权利要求13所述的可穿戴设备,其特征在於,接收所述运动数据和所述心率数据的指令包括以下指令:

从第一传感器接收指示与所述可穿戴设备相关的所述个体的体力消耗的所述运动数据,其中,所述第一传感器为加速度计、气压传感器和全球定位系统传感器中的至少一个;以及

从第二传感器接收在同一时段为所述个体测得的所述心率数据,其中,所述第二传感器为心电传感器、光学体积描记传感器、脉搏血氧计和红外传感器中的至少一个。

15. 根据权利要求13所述的可穿戴设备,其特征在於,所述处理器还配置为执行存储在所述非临时性存储器中的指令以:

在连续心率监测中,基於所述心率需求值和所述至少一个自适应参数来确定心率变化预测值;以及

基於所述心率变化预测值和针对前一时段确定的改进的心率估计值来确定所述改进的心率估计值。

16. 根据权利要求13所述的可穿戴设备,其特征在於,基於所述运动数据确定所述体能输出估计值的所述指令包括以下指令:

基於所述运动数据确定由所述个体当前进行的活动;以及

基於所述活动选择用于确定所述体能输出估计值的物理活动模型。

17. 根据权利要求13所述的可穿戴设备,其特征在於,基於所述心率需求值和所述心率

估计值确定对应于所述个体的所述改进的心率估计值的指令包括以下指令：

利用所述心率估计值和基于所述心率需求值的心率估计值确定所述改进的心率估计值；以及

基于所述心率估计值和使用自适应学习的心率估计值之间的比较，调整所述至少一个自适应参数。

18. 一种系统，其特征在于，包括：

测量组件，包括：

主体，配置为连接至个体的一部分；

运动传感器，连接至所述主体，配置为测量运动数据；以及

心率传感器，连接至所述主体，配置为测量心率数据；以及

分析组件，包括：

非暂时性存储器；以及

处理器，配置为执行存储在所述非暂时性存储器中的指令以：

接收所述运动数据和在同一周期内为所述个体测得的所述心率数据；

基于所述运动数据确定体能输出估计值；

基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用以改进心率估计值的心率需求值，其中，所述心率估计值对应于所述心率数据，所述至少一个自适应参数可基于所述心率需求值和所述心率估计值调节；以及

基于所述心率需求值和所述心率估计值确定对应于所述个体的改进的心率估计值。

19. 根据权利要求18所述的系统，其特征在于，所述运动传感器为加速度计、气压传感器和全球定位系统传感器中的至少一个，所述心率传感器为心电传感器、光学体积描记传感器、脉搏血氧计和红外传感器中的至少一个。

20. 根据权利要求18所述的系统，其特征在于，所述处理器还配置为执行存储在所述非暂时性存储器中的指令以：

在连续心率监测中，基于所述心率需求值和所述至少一个自适应参数来确定心率变化预测值；以及

基于所述心率变化预测值和针对前一时段确定的改进的心率估计值来确定所述改进的心率估计值。

自适应心率估计的方法、装置和系统

技术领域

[0001] 本公开主要涉及利用可穿戴设备的自适应心率估计的方法、装置和系统。

背景技术

[0002] 可穿戴设备日益变得流行,其可包括手环(wristband),手表,头戴式视听装置(headset)例如耳机、增强现实(AR)或虚拟现实(VR)头盔。它们可被用于各种场景,诸如通过测量生命信号来监控人的健康、跟踪锻炼和健身进度、检查电子邮件或社交媒体账户等。在某些应用中,可穿戴设备可用于例如测量和监控指示人的心率的信号。

发明内容

[0003] 在此公开了用于自适应心率估计的方法、装置和系统的实施方式的各方面。

[0004] 在一方面中,公开了一种用可穿戴设备估计心率的方法。该方法包括:接收运动数据和心率数据,所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的个体的体力消耗,所述心率数据为在同一时段内为所述个体测得的;基于指示所述个体的体力消耗的所述运动数据确定体能输出估计值;基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用于改进心率估计值的心率需求值,其中所述心率估计值对应于所述心率数据,所述至少一个自适应参数基于所述心率需求值和所述心率估计值可调节;以及基于所述心率需求值和所述心率估计值确定对应于所述个体的改进的心率估计值。

[0005] 在另一方面中,公开了一种可穿戴设备。该可穿戴设备包括:主体,配置为连接至个体的一部分;非暂时性存储器;以及处理器,配置为执行存储在所述非暂时性存储器中的指令以:接收运动数据和心率数据,所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的所述个体的体力消耗,所述心率数据为在同一时段内为所述个体测得的;基于指示所述个体的体力消耗的所述运动数据确定体能输出估计值;基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用以改进心率估计值的心率需求值,其中,所述心率估计值对应于所述心率数据,所述至少一个自适应参数基于所述心率需求值和所述心率估计值可调节;以及基于所述心率需求值和所述心率估计值确定对应于所述个体的改进的心率估计值。

[0006] 在另一方面中,公开了一种系统。该系统包括测量组件和分析组件。测量组件包括:主体,配置为结合至个体的一部分;运动传感器,连接至主体并配置为测量运动数据;以及心率传感器,连接至主体并配置为测量心率数据。分析组件包括:非暂时性存储器;以及处理器,配置为执行存储在所述非暂时性存储器中的指令以:接收所述运动数据和在同一时段内为所述个体测得的所述心率数据;基于所述运动数据确定体能输出估计值;基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用以改进心率估计值的心率需求值,其中,所述心率估计值对应于所述心率数据,所述至少一个自适应参数基于所述心率需求值和所述心率估计值可调节;以及基于所述心率需求值和所述心率估计值确定对应于所述个体的改进的心率估计值。

[0007] 本公开的这些和其他方面在以下的详细描述中公开、随附的权利要求以及附图

中。这些实施方式、这些实施方式的修改以及附加实施方式的细节在下文被描述。

附图说明

[0008] 结合附图阅读以下具体实施方式可最好地理解本公开的技术。需要强调的是,按照常规做法,附图的各种特征不是按比例绘制的。相反,为了清晰起见,各种特征的尺寸被任意扩大或减小。这里的描述参照了附图,其中在这几幅图中,相同的附图标记表示相同的部件。

[0009] 图1示出被一个体戴着的可穿戴设备。

[0010] 图2A和图2B为在本公开的实施方式中可使用的可穿戴设备的示例实施方式的图示。

[0011] 图3A和图3B为本公开的实施方式中可使用的计算设备的示例实施方式的图示。

[0012] 图4为示出利用可穿戴设备进行自适应心率估计的方法的实施方式的图示。

[0013] 图5为示出利用可穿戴设备进行自适应心率估计的方法的另一实施方式的图示。

[0014] 图6A为示出基于可穿戴设备收集的数据的在一活动期间体能输出估计值的水平的示例图示。

[0015] 图6B为示出基于可穿戴设备收集的数据的在另一活动期间体能输出估计值的水平的示例图示。

[0016] 图7为示出骑行活动的心率估计的示例图示。

[0017] 图8为示出根据本公开的实施方式的骑行活动的改进的心率估计值的示例图示。

[0018] 图9为示出心率作为速度和梯度的函数的示例图示。

具体实施方式

[0019] 下面将参照附图描述本公开的示例实施方式。在以下的描述中提及的各附图中相同的数字表示相同或者类似的元件,除非以不同方式表达。在以下的描述中提及的实施方式不表示与本公开一致的所有实施方式或者实施例;相反,他们仅是与如权利要求中详述的、本公开的一些方面一致的装置和方法的示例。

[0020] 随着移动医疗市场规模不断扩大,使用可穿戴技术来辅助体质或健康评估的设备和系统越来越广泛使用。可穿戴设备,诸如智能手表和运动手环(fitness band),已被用于监测健康状况和记录个体的体质。可穿戴设备可被用于各种应用,诸如计步、活动记录或卡路里燃烧估算。活动记录可以包括,例如,睡眠或运动记录。

[0021] 在这些技术中,移动或可穿戴的心脏护理设备和系统获得了各种应用,例如心脏病监测和参与(engagement)、生物识别和健康记录。可穿戴设备可使用由各种心率传感器测得的不同信号作为输入,例如,心电图(ECG)信号和/或光学体积描记(PPG)信号。在操作期间,还可以使用其他传感器以测得附加的输入,例如运动传感器。

[0022] 本公开涉及利用可穿戴设备来估计心率的系统、装置和方法。指示与可穿戴设备相关的个体的体力消耗的运动数据被用于确定体能输出估计值,其可被用于推断个体的体力消耗水平。例如,这些运动数据可包括速率、速度、位置、高度和加速度中一个或多个。在同一时段为个体测得的心率数据,例如PPG信号数据,被用于确定心率估计值。由于运动伪影难以克服,心率估计值往往不准确。

[0023] 根据本公开的实施方式,基于体能输出估计值,可采用自适应模型确定心率需求值。例如,心率需求值可表示适合个体以有氧呼吸的方式维持当前进行的活动的心率。心率需求值被用于改进由心率数据得出的心率估计值。基于心率需求值和心率估计值,可为个体确定改进的心率估计值。改进的心率估计值可利用例如多种传感器融合技术来确定。自适应模型包括至少一个自适应参数,该至少一个自适应参数基于心率需求值和心率估计值(或者基于改进的心率估计值)是可调节的,且其可作为反馈不断地提供给自适应模型。在首先描述本公开可被实施的环境之后,将在本文中描述其他细节。

[0024] 图1为可穿戴系统100的实施例的图示,可穿戴系统100可包括使用中的可穿戴设备110。在本示例中,可穿戴设备110被个体戴在手腕上。可穿戴设备110可包括以戒指、手镯、手环、手表、吊坠、臂章、脚链、头带、头戴式视听装置、皮带、项链、手套、胸贴或用于将可穿戴设备110固定或连接到个体上的其他结构的形式壳体。在本示例中,壳体为手环带(band) 102。

[0025] 在一些实施方式中,可穿戴设备110可包括配置为从可测量运动和/或心率的传感器(未示出)接收信号的一个或多个处理芯(诸如,设备芯120)。由可穿戴设备110接收的信号可包括运动数据,运动数据可包括来自一个或多个运动传感器的表示个体的运动状态的测量数据。一个或多个运动传感器可以是一个或多个可测量运动的空间和/或时间参数(例如速率、速度或加速度)的设备或模块。例如,运动传感器可以是加速度计、陀螺仪、惯性测量单元(IMU)传感器、磁强计、气压传感器、肌电(EMG)传感器、GPS(全球定位系统)传感器。在一个示例中,运动传感器可以是三轴加速度计,由运动传感器接收到的运动数据可以是例如三维加速度计数据。

[0026] 此外,可穿戴设备110可从远程数据源交换(诸如发送和/或接收)数据。例如,用户的生理简档(physiological profile)可被发送到远程云服务器,远程云服务器中可存储测量值以用于后续检索和使用,用户的生理简档可被用于识别个体。

[0027] 虽然示出为单个设备,但是可穿戴设备110可以是可穿戴系统100的一部分,可穿戴系统100可包括多个设备或具有远程计算设备,例如可存储信号(包括传感器数据)的服务器。可穿戴设备110可以是单个可穿戴设备,也可包括多个可拆卸组件。例如,可穿戴设备110可包括胸贴或腕带,可贴到个体的胸部或戴在个体的手腕上。设备芯可附接到胸贴或手环,也可从胸贴或手环移除。胸贴可以是例如贴片、贴纸等。此外,当可穿戴设备110被激活时,可穿戴设备110可以例如监测活动(诸如进食或睡眠)、计步和/或确定诸如心率或心率变异性(HRV)的与心脏相关的测量值。

[0028] 图2A为本公开的实施方式中可使用的可穿戴设备200的实施例的图示。图2B示出图2A中可穿戴设备200的结构框图。可穿戴设备200可被用于上文关于图1讨论的可穿戴系统100中。例如,可穿戴设备200可包括设备芯120和作为外壳的一个或多个附加部件,例如手环带102或胸贴。设备芯120可与手环带102成一体,例如在图2A的可穿戴设备200的示例中。设备芯120也可以被可拆卸地附接至手环带102,诸如在图1的可穿戴设备110的示例中。

[0029] 在一实施方式中,设备芯120包括CPU 202、存储器204、传感器206、通信部件208或其他部件中的一个或多个。CPU 202的一个示例是中央处理器。CPU 202可包括各自具有一个或多个处理芯的单个或多个处理器。虽然可穿戴设备200的实施方式可用如图所示的单个CPU实施,但使用多于一个CPU可实现速度和效率上的优势。

[0030] 存储器204可包括随机存取存储器 (RAM)、闪存、只读存储器 (ROM) 或任何其他适当类型的存储设备。存储器204可包括可供CPU 202访问的可执行指令和数据,例如传感器206产生的数据。备选地,存储器204可包括另一种类型的设备或多个设备,能够存储可由CPU 202处理的数据。CPU 202可经由总线(未示出)访问和操作存储器204中的数据。

[0031] 传感器206可以是设置在可穿戴设备200中或者以其他方式连接至可穿戴设备200的一个或多个传感器,用以例如,用于识别、检测、确定或以其他方式生成指示与可穿戴设备200相关联的测量的信号数据。例如,传感器206可包括一个或多个肌电传感器、加速度计、气压传感器、带有天线的接收器、照相机、光发射器、触摸传感器、心率传感器等。带有天线的接收器可包括例如GPS(全球定位系统)传感器。照相机可以是RGB相机、红外摄像机、单色红外摄像机、或者任何其他合适的摄像机。光发射器可以是红外发光二极管(LED)、红外激光器或任何其他合适的光源。

[0032] 当可穿戴设备被个体穿戴时,传感器206中的一个或多个可被用于测量个体的运动和/或生理状态。例如,传感器206可包括一个或多个运动传感器,其可以是加速度计、陀螺仪、磁强计、惯性测量单元(IMU)传感器、气压传感器、GPS传感器或以上的结合。运动传感器可具有一个或多个测量轴(例如,3、6、9或任何其他数量),用于测量尺寸或方向。例如,收集运动数据的运动传感器可以是能够测量三个空间维度(例如x、y和z方向)的加速度的运动传感器,例如三轴加速度计。

[0033] 运动传感器可测量运动的空间和/或时间参数。由运动传感器收集的数据可被用来确定运动数据,运动数据例如可包括速率、速度、位置、高度和加速度中的一个或多个。运动数据可使用单个传感器或多个传感器来确定。例如,GPS传感器可被用来确定速率(例如,越野跑中的跑步速度)。在另一示例中,GPS传感器和气压传感器可以一起用来确定高度的变化。运动数据可以被用来推断个体的体力消耗水平,下文将对此作进一步详细讨论。

[0034] 传感器206可包括用于测量个体的生理状态诸如心率的一个或多个传感器(“心率传感器”)。例如,心率传感器的示例包括心电(ECG)传感器、光学体积描记(PPG)传感器、脉搏血氧计、红外(IR)传感器等。

[0035] 传感器206可还包括一个或多个生物阻抗传感器、麦克风、温度传感器、触摸屏、手指阅读器、虹膜扫描器、以上的组合等。传感器206的实施方式可包括单个传感器,或任何合适的传感器组合。信号数据可基于包含在可穿戴设备200中的任一单个传感器或传感器的组合来被识别、检测、确定或以其他方式生成。在一些实施方式中,信号数据中的一些也可通过另一设备诸如计算设备300来生成。

[0036] 通信组件208可以是配置为将数据(例如,测量值等)从传感器206传送到一个或多个外部设备(例如,另一个可穿戴设备或计算设备)的硬件或软件组件。在一实施方式中,通信组件208包括有源(active)通信接口,例如调制解调器、收发机、发射机-接收机等。在一实施方式中,通信组件208包括无源通信接口,例如,快速响应(QR)码、蓝牙标识符、射频识别(RFID)标签、近场通信(NFC)标签等。通信组件208可以在有线或无线通信连接上运行,例如,无线网络连接、蓝牙连接、红外连接、NFC连接、蜂窝网络连接、射频连接、或其任何组合。在一些实施方式中,通信组件208可以使用声音信号作为输入和输出,例如,经由音频插孔的超声波信号或声音信号。通信组件208的实施方式可包括单个组件、上述类型组件之一或上述组件的任何组合。

[0037] 在一些实施方式中,以上描述的组件的一些或者全部可被包括作为壳体的部分,诸如图2A中的手环带102。例如,传感器或者通信部件可被包括作为手环带102的一部分。

[0038] 可穿戴设备200还可以包括图2B中未示出的其他组件。例如,可穿戴设备200可包括一个或多个输入/输出设备,例如显示器。在一实施方式中,显示器可以连接到CPU 202。在一实施方式中,除了显示器之外还可以包括其他输出设备,或者其他输出设备替代显示器。当输出设备是或包括显示器时,显示器可以以各种方式包括由LCD、CRT、LED、OLED等实现。在一实施方式中,显示器可以是触摸屏显示器,其配置为接收基于触摸的输入,例如控制输出至显示器的数据的基于触摸的输入。

[0039] 图3A示出在本公开的实施方式中可用的示例计算设备300。计算设备300的结构示例框图被示于图3B中。计算设备300可以是用于自适应心率估计的可穿戴系统100的一部分。在一些实施方式中,计算设备300、可穿戴设备110或200、或者具有测量能力的任何设备可以是相同的设备。计算设备300可由一台或多台计算机的任何配置来实现,如微型计算机、主机计算机、超级计算机、通用计算机、专用计算机、集成计算机、数据库计算机、远程服务器计算机、个人计算机、膝上型计算机、平板计算机、手机、个人数据助理(PDA)、可穿戴计算设备(例如智能手表)或计算服务提供商(例如,网站主机)或云服务提供商。在一些实施方式中,计算设备300可以是可用于显示和分析诸如运动和心率数据等信号的智能电话设备。在一些实施方式中,本文描述的某些操作可以由以多组计算机的形式的计算机(例如服务器计算机)执行,该多组计算机位于不同的地理位置,可以通过诸如网络等方式相互通信。虽然某些操作可以由多台计算机共同完成,在某些实施方式中,不同的计算机也可被分配不同的操作。

[0040] 计算设备300可以包括至少一个处理器,例如CPU 302。CPU 302以及CPU 202可以是能够操作或处理诸如信号或其他数据等信息的任何类型的设备或者多个设备。CPU 302可以分布在多个计算设备上。

[0041] 存储器304和存储器204可以是例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器设备(ROM)、光盘、磁盘或任何其他适合类型的存储设备,并且可以存储可由CPU 302使用总线306访问的代码和数据。虽然图中示出了单个总线306,但可以使用多条总线。存储器304可以分布在多台机器或设备上,例如基于网络的存储器或者在执行操作的多台机器中的存储器,为了便于解释,本文中操作可被描述为使用单个计算设备执行。代码可包括操作系统和处理和/或输出数据的一个或多个应用程序310。如下文将详细讨论的,应用程序310可以包括以计算机可执行程序指令形式的软件组件,其促使CPU 302执行在此描述的操作和方法的一些或全部。在一些实施方式中,硬件配置被用于实现计算设备300或至少计算设备300的分析组件,其中由存储器304存储的应用程序310可以实现如下文更详细描述的方法的一些或者全部。

[0042] 计算设备300可选择地包括以任何适当的非临时计算机可读介质形式的存储设备308,诸如硬盘驱动器、存储器设备、闪存驱动器或光学驱动器。当存储设备308存在时,在有高处理要求时,存储设备308可以提供额外的存储。存储设备308还可以存储与心脏信息相关或不相关的任何形式的数据。此外,存储设备可以是计算设备300的组件或者可以是经由网络访问的共享设备。

[0043] 计算设备300可包括一个或多个传感器,例如上文结合图2介绍的传感器。例如,计

算设备300可包括可用于确定运动速度的GPS传感器。在另一个示例中,计算设备300可包括可用于确定计算装置300的高度变化的GPS传感器和气压传感器。

[0044] 计算设备300可以包括更多的设备或组件。例如,计算设备300还可以包括一个或多个输入设备、输出设备、通信设备或可用于传输、存储、处理和显示数据的任何其他设备。

[0045] 尽管图3B示出了可实现为计算设备300的一种硬件配置,但是可以使用其他配置。图3B中的示例中示出的计算系统的硬件配置可以以各种配置实现。

[0046] 图4为示出使用可穿戴设备的自适应心率估计的示例方法400的图示。在一些实施方式中,方法400的一些或者全部可以在设备或装置诸如可穿戴设备110或200或者计算设备300中实施。方法400的实施方式可完全在可穿戴设备(例如,可穿戴设备110或者200)上执行,在其上传感器数据被收集或者产生,或者可在与可穿戴设备通信的计算设备(例如,计算设备300)或者另一可穿戴设备上执行。例如,方法400的传感器数据处理方面可以通过计算设备300上可执行的指令来执行。在一些实施方式中,方法400的一些部分可以通过计算设备上可执行的指令执行,而方法400的其他部分可以通过在一个或多个其他设备例如可穿戴设备110或200上可执行的指令执行。在一些实施方式中,计算设备可以是智能电话,它可以接收和显示信号。计算设备也可以是可穿戴设备,例如智能手表。在一些实施方式中,计算设备可以是云服务器。在一些实施方式中,可穿戴设备和计算设备可以是同一设备。

[0047] 如上所述,可穿戴设备,例如运动手环或智能手表,可以包括或连接到可产生运动数据的运动传感器。运动传感器可以是可测量运动的空间和/或时间参数(例如速率、速度、位置或加速度)的一个或多个设备或模块。例如,运动传感器可以是加速度计、陀螺仪、磁强计、惯性测量单元(IMU)传感器、气压传感器、全球定位系统(GPS)传感器或以上的组合。运动传感器可以具有一个或多个测量轴(例如,1、2、3、6、9或任何其他数量),用于测量尺寸或方向。例如,收集运动数据的运动传感器可以是能够测量三个空间维度(例如x、y和z方向)的加速度的运动传感器,例如三轴加速度计。

[0048] 可穿戴设备200还可以包括或连接到可产生心率数据的心率传感器。例如,心率传感器可以是心电(ECG)传感器、光学体积描记(PPG)传感器、脉冲血氧计或红外(IR)传感器。在下面描述的一些示例中,心率传感器可以是PPG传感器。

[0049] 在操作402中,接收指示与可穿戴设备相关的个体的体力消耗的运动数据以及在同一时段为个体测量的心率数据。

[0050] 在各种示例中,诸如运动数据和心率数据等的的数据可以由可穿戴设备(例如,可穿戴设备110或200)产生。数据也可以由另一设备产生并且由可穿戴设备接收。数据也可以由可穿戴设备或另一设备产生,并且由计算设备(例如,计算设备300)接收。

[0051] 此处使用的“接收”可指接收、输入、获取、检索、获得、读取、访问、确定或以任何方式输入数据。当在此使用时,通过以任何形式发送或访问信息、信号或数据来接收信息、信号或数据,例如通过网络发送来接收、通过从存储设备访问来接收,或者通过输入设备的单独操作来接收。

[0052] 诸如运动数据和心率数据等的的数据可以以例如数据段的形式接收。例如,数据段可以连续地或间断地接收。数据段可以以例如连续的加速度计数据流的形式被接收。数据段可以是任意大小的。例如,数据段可以包括在20秒或一分钟内收集的数据。数据段可以带

有表示与数据段相关联的时间段的时间戳。

[0053] 运动数据可以包括指示个体的体力消耗的由运动传感器测得的测量数据(例如加速度、速度、方向、位置或高度)。运动数据可以由可穿戴设备中的运动传感器产生,其可被用于确定可穿戴设备的运动特性,例如线性或角运动特性。

[0054] 心率数据可包括由心率传感器对应于个体测得的测量数据。测量数据可被用于估计心率。例如,心率传感器可以是PPG传感器。估计的心率(也称为“心率估计值”)可以基于由PPG传感器测得的测量数据来计算。例如,各种算法和技术可以被用于从PPG传感器数据计算心率估计值。心率估计可以在表示体力消耗的运动数据的同一时段内进行。

[0055] 在操作404时,基于指示个体体力消耗的运动数据确定体能输出估计值。操作404可以由可穿戴设备执行,或者在运行在计算设备(诸如智能手机)上的附带应用程序上执行。

[0056] 体能输出估计值(“体能输出”)可以基于诸如但不限于体重、速度、位置、地形梯度等数据来确定,这些数据的一些或全部可以与运动数据相关联或由运动数据导出。在一些实施方式中,个体目前进行的活动可以基于运动数据来确定。基于活动,可以选择体力活动模型来用于确定体能输出估计值。体力活动模型可包括至少一个用于确定体能输出估计值的自适应参数。体力活动模型可以是体能模型的一部分,该体能模型包括体力活动模型和心率需求模型。体能模型可以包括多个体力活动模型。随着数据被收集,对于该个体和/或多个用户,至少一个自适应参数可以被习得和调整。

[0057] 例如,以下的体力活动模型可被用于活动诸如跑步和骑行的活动: $P=f(m,v,i)$,其中 m 表示与个体相关的质量值, v 表示个体的速度, i 表示地形倾斜的梯度。

[0058] 在一个示例中,用于跑步的体力活动模型可被表示为:

$$P_r = m * v * [c_1 i + c_2 i^2 + c_3 i^3 + \dots + c_n i^n] \quad (1)$$

[0060] 其中 c_1, c_2, \dots, c_n 为可用于描述梯度和体能输出之间的多项式关系的系数。

[0061] 在另一个示例中,用于骑行的体力活动模型可表示为:

$$P_c = v * [mg * (\sin(\arctan(i)) + C_r * \cos(\arctan(i))) + 0.5 * C_d * A * \rho * v^2] \quad (2)$$

[0063] 其中 $v * mg * \sin(\arctan(i))$ 表示抵抗重力做的功, $v * mg * C_r * \cos(\arctan(i))$ 表示抵抗滚动阻力做的功, $v * 0.5 * C_d * A * \rho * v^2$ 表示抵抗空气阻力做的功。

[0064] 一开始,体力活动模型可以基于已知的模型来确定。随着收集到更多的数据,体力活动模型可以被调整。调整可以为单个用户分别确定或者为多个用户整体确定。

[0065] 对应于一些示例活动的体能输出估计值的示例在图6A和6B中示出。图6A为基于由可穿戴设备收集的运动数据在第一活动(例如,跑步)期间的体能输出估计值水平的示例图示600。图6B为基于由可穿戴设备收集的运动数据在第二活动(例如,骑行)期间的体能输出估计值水平的示例图示650。从图6A和6B可看出的,体能输出估计值在数值上因不同的活动而异并且随时间改变。因此,在一些实施方式中,不同的体力活动模型被用于不同的活动。在一些实施方式中,对于多个活动可以使用相同的体力活动模型。在一些示例中,类似的体力活动模型可被用于多个活动,同时对于每个活动设置不同的系数值。例如,相同的体力活动模型可被用于步行和跑步。

[0066] 在操作406,基于体能输出估计值和至少一个自适应参数,确定心率需求值以改进心率估计值。心率估计值对应于在操作402接收的心率数据。例如,心率估计值可以是基于

PPG传感器数据的心率估计值。至少一个自适应参数可基于心率需求值和心率估计值调节。至少一个自适应参数可以是用于确定体能输出和心率需求值之间关系的心率需求模型的一部分。如以上讨论的,心率需求模型可以是体能模型的一部分。该至少一个自适应参数或者体能模型的任何其他自适应参数可通过从单个用户的个性化学习和/或多个用户的整体学习而随时间调节。

[0067] 一开始,心率需求值可以从基于已知的因素诸如活动的总机械效率的估计值、平均心率生理范围和用户体质的体能输出估计值来确定。例如,如果已知骑行效率在20-22%左右,则骑行的体能输出可以转换为用户的能量支出。基于已知的心率范围和用户体质,可确定心率的一般估计值。

[0068] 在一些实施方式中,确定心率需求值可包括基于体能输出估计值、最大心率、休息心率和个体的体质水平确定心率需求值。至少一个自适应参数可包括相对于最大有氧效应处产生的体能输出的比例参数。体质水平可基于体能输出估计值和比例参数来确定。比例参数可对应于个体随时间调整。

[0069] 例如,心率储备(HRR)可被确定为休息心率与最大心率之差:

$$[0070] \quad HR_R = (HR_{Max} - HR_{Rest}) \quad (3)$$

[0071] 心率需求值可从HRR确定如下:

$$[0072] \quad HR_D = \frac{PR}{P_{VO2max}} * HR_R + HR_{Rest} \quad (4)$$

[0073] 其中,PR为体能输出估计值, P_{VO2max} 为相对于在最大有氧效应处产生的体能输出的比例参数。

[0074] 如以上讨论的,最初,体能模型,诸如体力活动模型和心率需求模型,可基于已知的模型来确定。随着更多的数据被收集,模型可以被调整。例如,心率动力学的个体模型可以随着时间从用户数据产生。至少一个自适应参数可基于比较心率估计值与使用自适应学习得到的心率估计值来调整。

[0075] 诸如最大和休息心率以及比例参数(诸如 P_{VO2max})的参数可对应于个体用户和/活动类型来确定,这些参数可在个体的生理简档(physiological profile)中存储和更新。这些参数可自适应习得并随时间渐变。用于确定心率需求值的技术可以各种形式表示,诸如线性、非线性、分段线性方程等。例如,涉及个体的心输出量和心血管健康(例如,心率动力学的比例参数诸如 P_{VO2max} 、 α 和 β (将在图5中介绍)可被用于描述个体的生理简档。

[0076] 使参数个性化的自适应学习可以随时间进行。例如,跑步模型中的多项式系数可以针对每个特定用户进行调整。如果不个性化这些模型,可导致心率估计的稳定性降低(例如,速度的微小变化可导致心率估计值的变化,这并不是理想的)。此外,多个用户进行各种活动的的数据可整合以帮助建立可行的参数范围,然后这些参数范围可被用来学习每个用户的参数。

[0077] 在一些实施方式中,梯度下降技术可被用于优化这些参数的值,使得从体力消耗推导出的心率估计值匹配来自心率传感器(诸如PPG传感器)的心率估计值。在PPG信号质量高时,这可以慢的学习速度进行。这种技术可减少体能模型的估计准确度的偏差和变化,并且使其对于后续的传感器融合可用。

[0078] 例如,可以基于自适应学习进行应用级模型增强。满足某些标准(例如,信号质量

阈值)的数据段可以被整合。该标准还可包括专用于传感器的标准,例如运动数据的速度(这可以包括水平和垂直速度)要求。回归,例如非线性最小二乘回归,可以在整合的数据段上执行。自适应参数可以更新并且推送到设备固件。

[0079] 在操作408,基于心率需求值和心率估计值为个体确定改进的心率估计值。改进的心率估计值可通过(例如,融合)对应于在操作402接收到的心率数据(例如,PPG传感器数据)的心率估计值和基于在操作406确定的心率需求值的心率估计值而确定。

[0080] 例如,来自多个传感器的数据可以通过诸如贝叶斯滤波器、卡尔曼滤波器或粒子滤波器等滤波器进行融合。在一个示例中,可为每个传感器生成概率分布。例如,可为心率传感器和运动传感器(诸如GPS传感器)生成概率分布。可评估概率分布的质量以确定归属于每个传感器和/或用于最终估计的模型的增益因子(例如,权重)。例如,可产生置信度量来评估每个传感器的信号质量。质量评估可以使用例如正态分布的方差。

[0081] 通过将基于心率数据(例如,PPG传感器数据)的心率估计值与基于体能模型的心率估计值相结合,通过从附加传感器推断关于潜在心率水平的附加信息可获得更好的心率估计值。此外,用于体能输出转换、心率需求估计和心率动力学的模型可以随时间而调整和改进,这可以对于多个用户整体进行、在个体基础上进行或二者兼有。

[0082] 图5为示出利用心率动力学模型估计心率的方法500的示例的图示。在一些实施方式中,方法500的一些或者全部可作为方法400的一部分实施。在一些实施方式中,方法500的一些或者全部可以在设备或者装置(诸如可穿戴设备110或200,和/或计算设备300)中实施。

[0083] 心率动力学模型可被实施以预测个体心率变化,个体心率变化的预测值可被用于改进心率估计值。在一些实施方式中,诸如在连续心率监测中,改进的心率估计值可基于心率变化预测值和前一时段确定的改进的心率估计值来确定。心率变化预测值可基于心率需求值和至少一个自适应参数来确定。例如,至少一个自适应参数可以包括比例参数诸如 P_{V02max} 和与从个体习得的生理简档相关的至少另一个参数,诸如代表个体的个性化的心率动力学的参数。至少一个自适应参数可包括以上在图4的描述中所述的一个或多个自适应参数。

[0084] 在操作502,从第一传感器接收运动数据。类似于操作402,所接收的运动数据与戴着可穿戴设备(诸如可穿戴设备110或200)的个体相关联。例如,运动数据可以由第一传感器收集,或者由第一传感器从另一设备接收。类似于操作402,运动数据可包括例如加速度计数据、速度、方向、位置、高度或其他指示个体体力消耗的数据。第一传感器可以是运动传感器。例如,第一传感器可为例如加速度计、陀螺仪、磁强计、惯性测量单元(IMU)传感器、气压传感器、全球定位系统(GPS)传感器、另一个体力活动传感器、或者以上的组合。运动数据可包括例如从可穿戴设备接收的原始数据或处理过的数据,诸如整合的或注释的数据。类似于操作402,运动数据可以以数据段的形式处理。

[0085] 在一些实施方式中,多于一个的传感器可被用于产生用于心率估计的运动数据。例如,GPS传感器和气压传感器可被用于测量个体的速度和高度变化。

[0086] 在一些实施方式中,可为第一传感器生成置信度量,置信度量可为第一传感器的信号质量的函数,第一传感器可以包括多个传感器。

[0087] 在操作504,从第二传感器接收心率数据。类似于操作402,心率数据可以是由第二

传感器收集或者以其他方式接收的数据,第二传感器例如为诸如心电 (ECG) 传感器、光学体积描记 (PPG) 传感器、脉冲血氧计、或者红外 (IR) 传感器。心率估计值可利用现有的心率估计技术从心率数据产生。例如,PPG心率估计技术可被用于从PPG数据产生心率估计值。此外,可为心率数据(例如,PPG数据)产生置信度或不确定性度量,其可以是第二传感器(例如,PPG传感器)的信号质量的函数。

[0088] 在操作506,基于运动数据估计体能输出。类似于操作404,体能输出估计值可基于数据诸如但不限于体重、速度、位置、地形梯度等来确定,这些数据中的一些或全部可与运动数据相关或者从运动数据导出。在一些实施方式中,体能输出可基于由个体进行的运动(例如,跑步或者骑行)来确定。

[0089] 在操作508,基于在操作504体能输出估计值来确定心率需求值(“心率需求模型”)。类似于操作406,心率需求值可利用自适应参数来确定。自适应参数可基于在操作512的改进的心率估计值(或者,在操作504的心率估计值,或者二者)来调整,其可被作为反馈提供至心率需求模型。

[0090] 在操作510,心率动力学是基于心率需求值(“心率动力学模型”)来确定。在一些实施方式中,例如在连续心率监测中,改进的心率估计值可基于心率变化预测值和针对前一周期确定的改进的心率估计值来确定。基于心率需求值和至少一个自适应参数确定心率变化预测值。例如,至少一个自适应参数可包括比例参数例如 $P_{V_{O2max}}$,以及与从个体习得的生理简档相关的至少另一参数,例如代表个体的个性化心率动力学的参数。

[0091] 例如,心率的预测变化可利用微分方程来模型化。一个示例为如下:

$$[0092] \quad \dot{HR} = \alpha * (HR_D - HR)^\beta \quad (5)$$

[0093] 其中, α 和 β 为表示个体的个性化心率动力学的参数,HR为当前心率, \dot{HR} 为心率的估计变化。 HR_D 为心率需求值。可以实施更复杂的模型以使 α 为其他参数的函数,诸如休息、最大(或当前)心率以及乳酸积累的模型。心率动力学模型可以是体能模型的一部分。如上所述,其与心输出量和心血管适应度相关的参数 $P_{V_{O2max}}$ 、 α 和 β 可以包括在个体的生理简档中并且随时间调整。

[0094] 心率的预测变化 \dot{HR} 可被用于导出当前的心率估计值 HR_t :

$$[0095] \quad HR_t = \dot{HR} * dt + HR_{t-1} \quad (6)$$

[0096] 其中, HR_{t-1} 为先前的时间戳(例如,先前的数据段)的HR估计值。

[0097] 在操作512,可利用来自多个传感器的数据(“传感器融合”)来进行心率估计。类似于操作408,来自第一和第二传感器的运动数据和心率数据可融合在一起以确定改进的心率估计值。

[0098] 可产生置信度量以评估每个传感器的信号质量。例如,当心率估计值的置信度量高时,可相对于来自心率数据(例如,PPG心率)的心率估计值来确定误差度量。例如,可为心率传感器确定误差度量。诸如 $P_{V_{O2max}}$ 、 α 和 β 的比例参数可利用各种技术来更新,在一个示例中例如为误差度量的雅可比的随机梯度下降算法(stochastic gradient descent on Jacobian of error metric)。可产生置信度量以用于评估第一传感器(其可包括一个或多个运动传感器)的信号质量度量和为第二传感器(例如,心率传感器)确定的误差度量。

[0099] 类似于操作406,各种滤波器可被设计并用于融合多个来源的心率估计值。在使用

卡尔曼滤波器的示例中,可选择用于HR和 \dot{HR} 的状态变量。各种函数可被设计,诸如状态传递函数、处理噪声矩阵、测量值函数(可表示测量值和估计值之间的关系)和测量噪声矩阵(可以是运动数据和心率数据的信号质量度量的函数)。在设置初始条件后,卡尔曼滤波器可被用于融合不同来源的心率估计值以确定改进的心率估计值。

[0100] 在操作514,改进的心率估计值被作为反馈提供给体能模型(诸如心率需求模型或者心率动力学模型),其可被用于调节各种模型的参数。例如,心率需求模型的参数(“自适应参数学习”)可在操作508被调整。

[0101] 例如,应用级模型增强可以被用于调整参数。可为数据段生成置信度度量,并且可识别并整合满足特定标准(例如,高于特定信号质量阈值)的数据段。其他标准可以是传感器专用的,例如要求心率数据平稳(稳定或接近平稳),和/或要求来自GPS传感器的水平速度和来自GPS传感器和气压传感器的垂直速度(例如,倾斜梯度)接近恒定。附加标准可包括例如对数据段和/或同步的要求。对整合的数据段可执行回归,诸如非线性最小二乘多项式回归,以更新自适应参数,其可被推送到设备固件。

[0102] 图7为示出在骑行活动期间的心率估计值的示例图示700。如所示,虚线表示实际情况,诸如脉搏。使用用于骑行的体能模型确定的心率估计值以实线示出,这与实际情况大致相符。

[0103] 图8是示出骑行活动的改进心率估计值和基于由PPG传感器测得的数据的心率估计值的示例图示800。实际情况以虚线表示。带星形的线表示基于由PPG传感器测得的数据的心率估计值。实线(没有星形)表示利用来自PPG传感器和体能模型二者的数据的改进的心率估计值。如所示,PPG传感器和运动传感器二者的使用允许心率的更准确估计,其更接近实际情况。

[0104] 图9为示出个体的心率作为速度和梯度的函数的示例图示900。在此示例中,个体正在进行跑步或者步行的活动。梯度(等级)如所示表示跑步或者步行路径的梯度。当速度增加时,心率增加。当梯度增加时,心率也增加。当梯度为零时,速度趋于峰值。以相同的速度,梯度越高,心率趋向于更高。这表明多个传感器可被用于使改进的心率估计值更准确。随着数据被上传至智能手机(或者云),多项式系数可(使用诸如梯度下降的技术)更新以最小化心率估计误差。此数据随后可被上传至云以改进多个用户的体能模型。

[0105] 这里的方面可关于功能块部件和各种处理操作来描述。这种功能块可通过任何数量的执行特定功能的硬件和/或软件部件来实现。例如,描述的方面可采用各种集成电路部件,例如存储器元件、处理元件、逻辑元件、查找表等,其可在一个或多个微处理器或者其他控制设备的控制下执行各种功能。

[0106] 类似地,如果所述方面的要素是使用软件编程或软件要素实现的,则可以使用任何编程或脚本语言诸如C、C++、Java、汇编程序等来实现本公开,并且使用数据结构、对象、进程、例程或其他编程要素的任何组合来实现各种算法。功能方面可以在一个或多个处理器上执行的算法来实施。此外,本公开的方面可采用任何数量的用于电子配置、信号处理和/或控制、数据处理等的技术。词语“机构”和“元件”被广义地使用并且不限于机械或者物理实施方式或方面,并且可包括与处理器和其他电子计算设备结合的软件进程。

[0107] 以上公开的实施方式或部分实施方式可采取计算机程序产品的形式,其从例如计算机可用或者计算机可读介质可访问。计算机可用或者计算机可读介质可以是任何设备,

例如,可以有形地包含、存储、通信或传输程序或数据结构,供任何处理器使用或与任何处理器连接。例如,介质可以是电子器件、磁性器件、光学器件、电磁器件或半导体器件。其他合适的介质也是可用的。这种计算机可用或计算机可读介质可以称为非暂时性存储器或介质,并且可包括RAM或其他易失性存储器或可随时间改变的存储设备。这里描述的装置的存储器,除非另外指明,否则不一定被该装置物理地包含,而是可由该装置远程访问,不一定与可被该装置物理地包含的其他存储器相连。

[0108] 本文中描述为被本公开的示例执行的任何单个或组合功能,可利用呈代码形式的机器可读指令实施,用于操作上述计算硬件的任何或任何组合。计算代码可以一个或更多模块的形式实施,通过该模块可执行单个或组合功能作为计算工具,每个模块的输入和输出数据在这里描述的方法和系统的操作期间被传送至一个或多个其他模块或者从一个或多个其他模块传送来。

[0109] 信息、数据和信号可以使用各种不同的技术和科技来表示。例如,这里引用的任何数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片都可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子、其他项或上述的组合来表示。

[0110] 虽然结合特定实施例和实施方式描述了本公开,但是应该理解公开的技术不限于公开的实施例,而是相反,意欲涵盖包含在权利要求的范围内的各种修改和等效结构,其范围按照最宽泛的解释以在法律允许的情况覆盖下所有这些修改和等效结构。

[0111] 在本公开中使用时,由一个词或短语描述的初始元件,后面有短语“包括……中的至少一个”以及由一个或多个词语或短语描述的一个或多个附加元件(其也可以包括术语“以及”)可解释为表示该初始元件包括一个或多个附加元件的任意组合。例如,描述“X包括A和B中的至少一个”可表示:初始元件X可包括附加元件A;初始元件X可包括附加元件B;或者初始元件X可包括附加元件A和附加元件B二者。

100

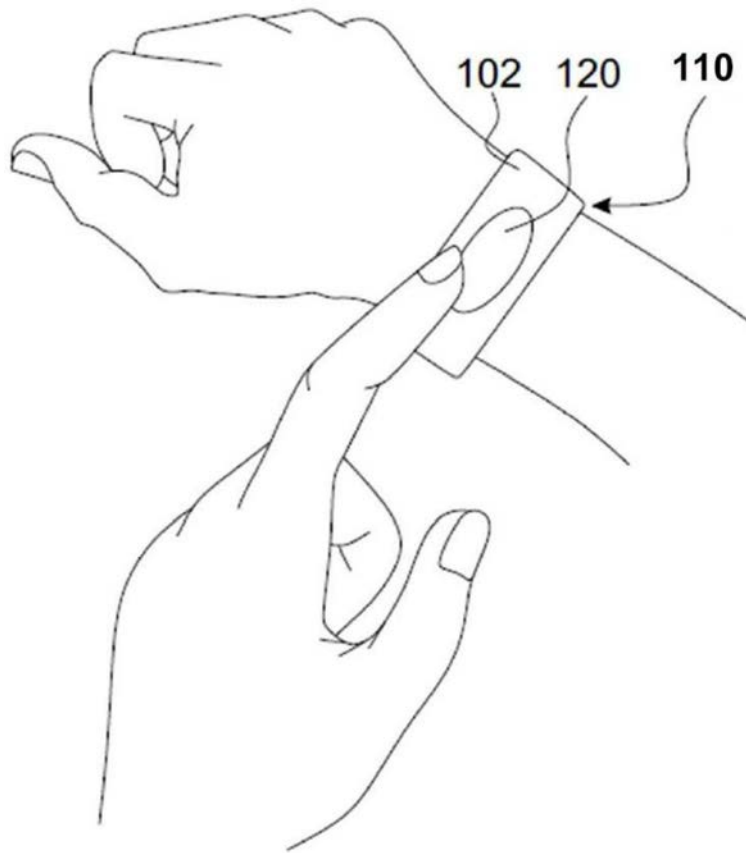


图1

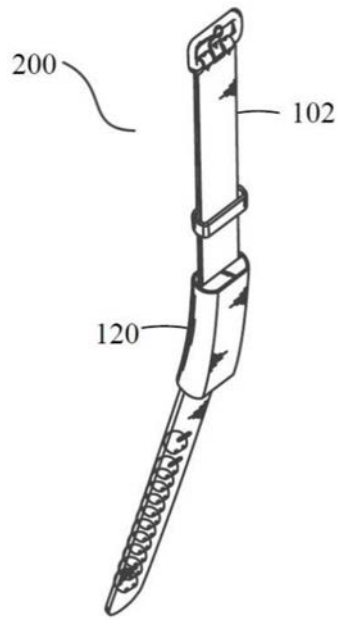


图2A

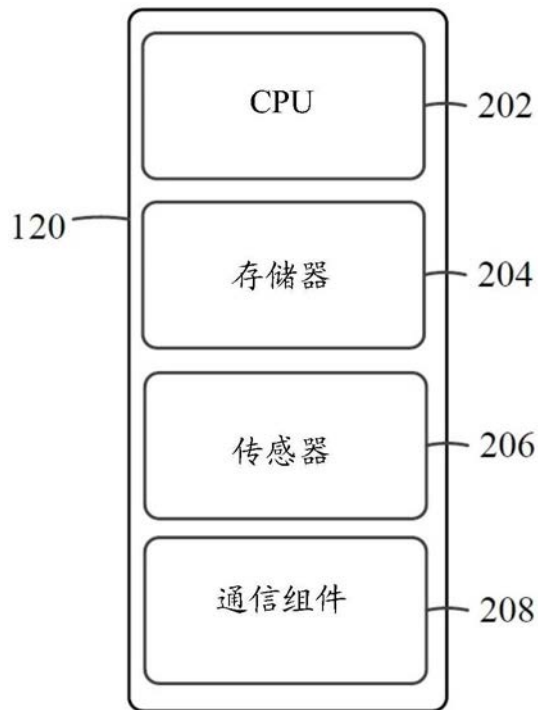


图2B

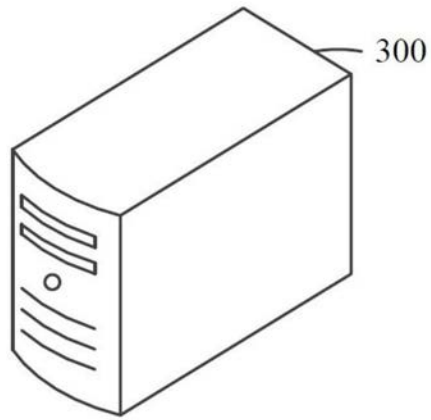


图3A

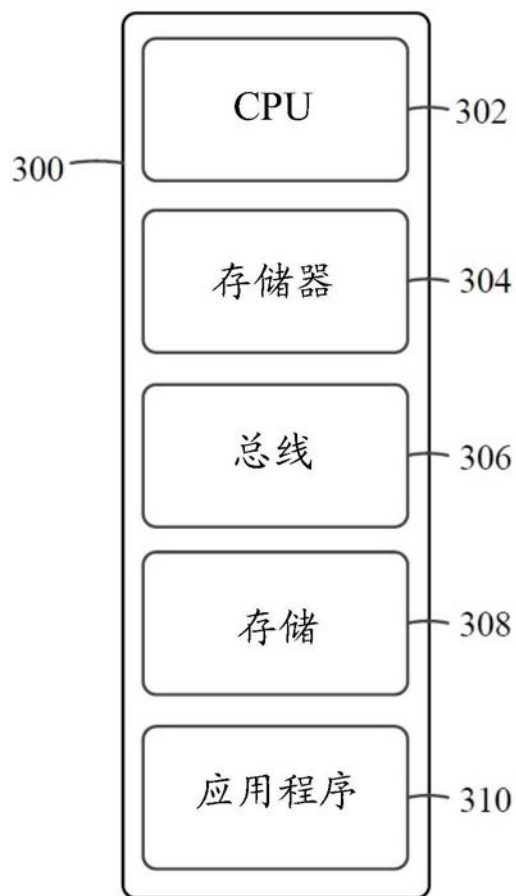


图3B

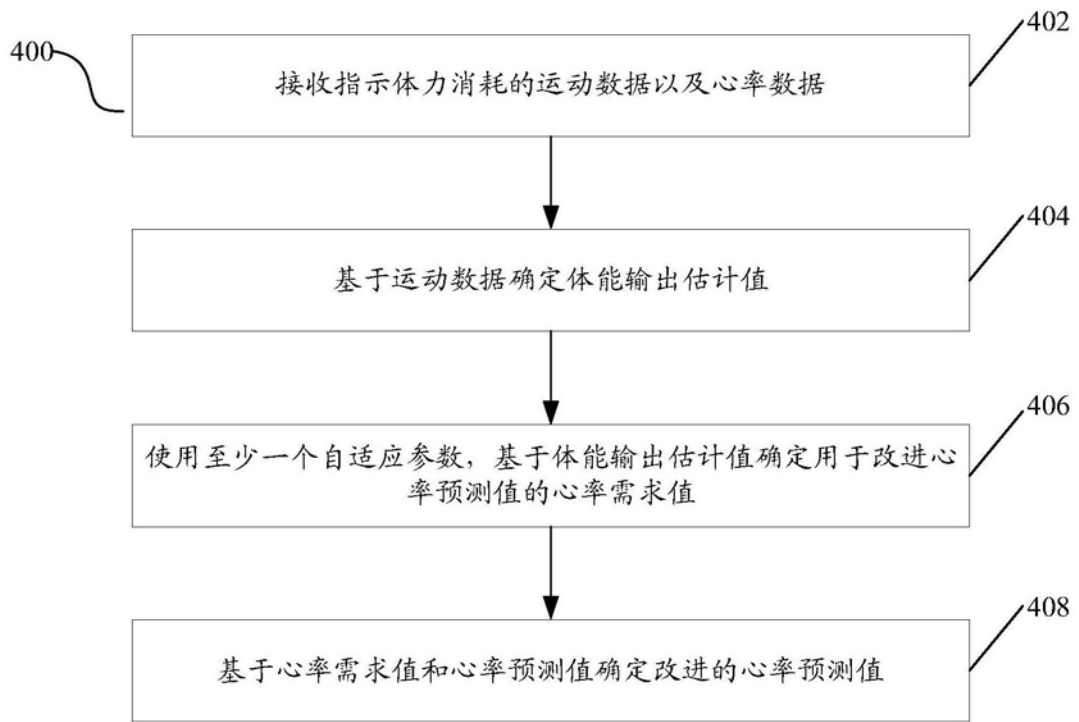


图4

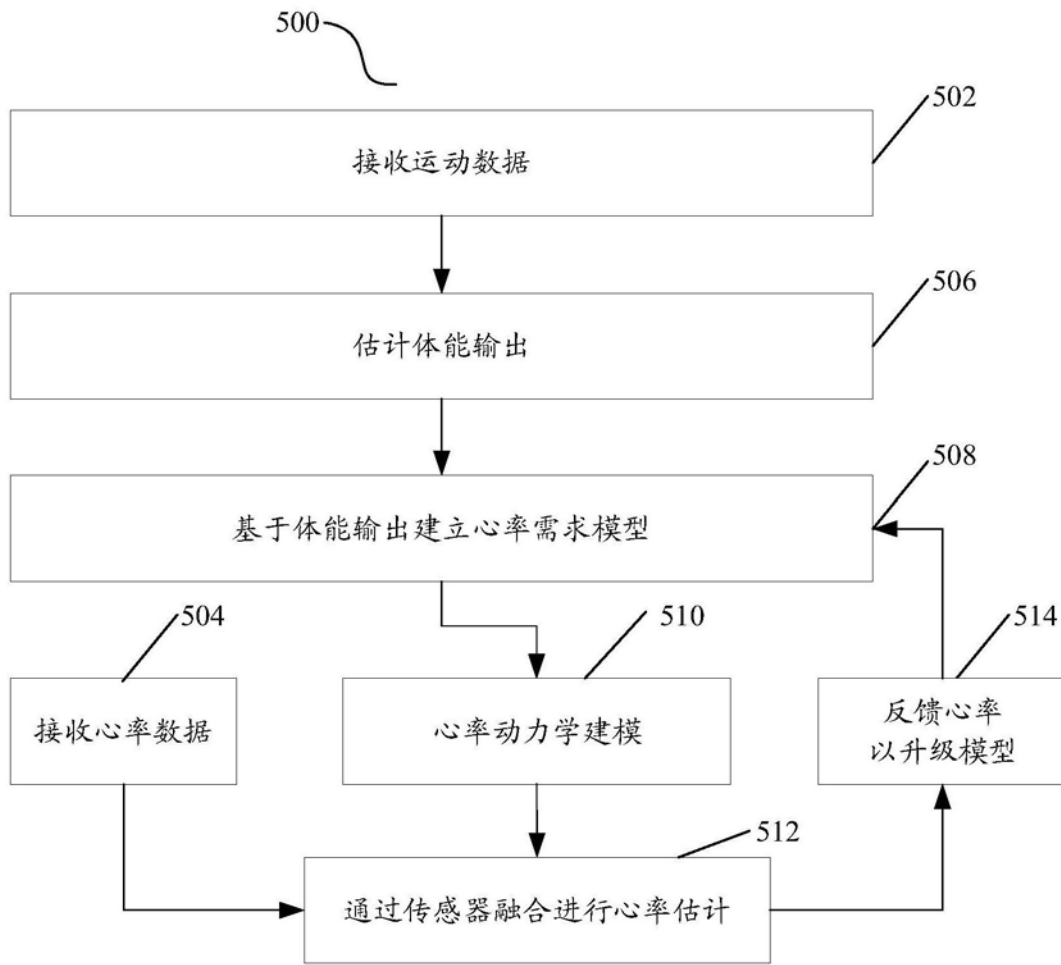


图5

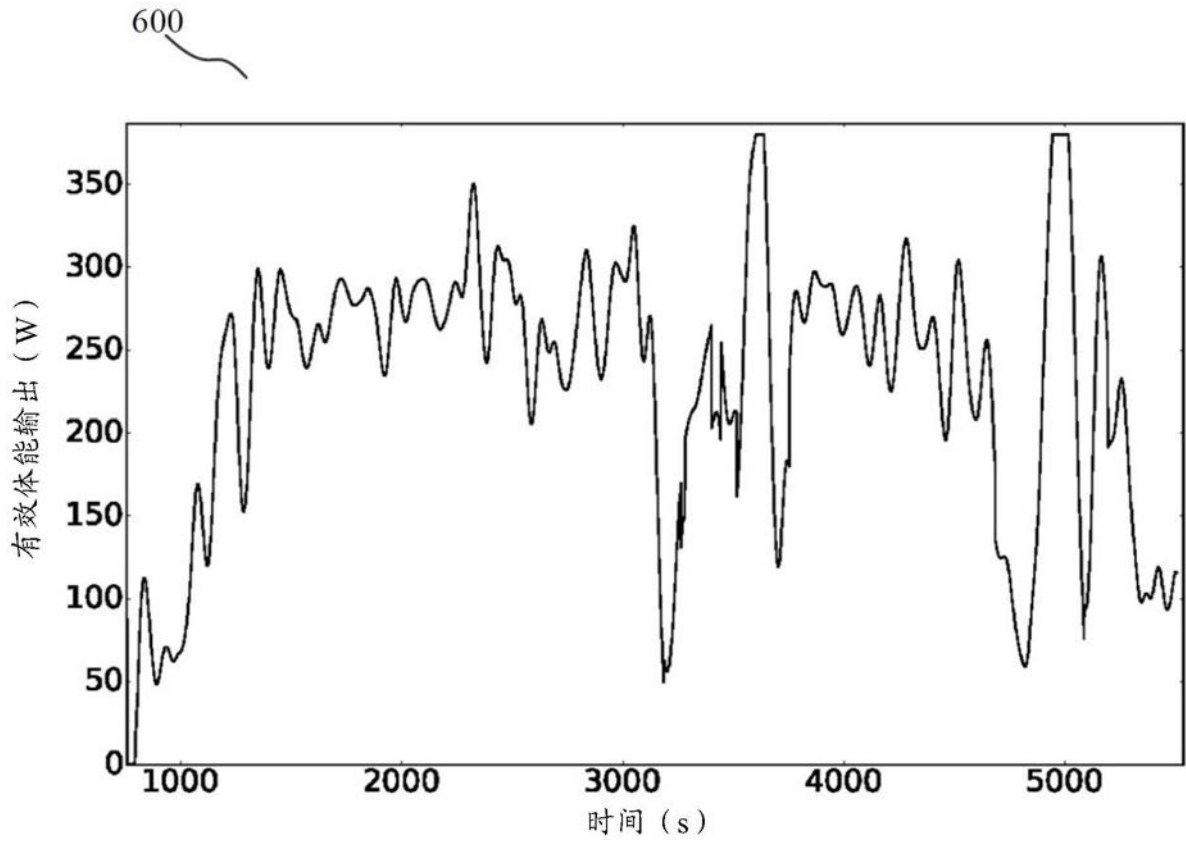


图6A

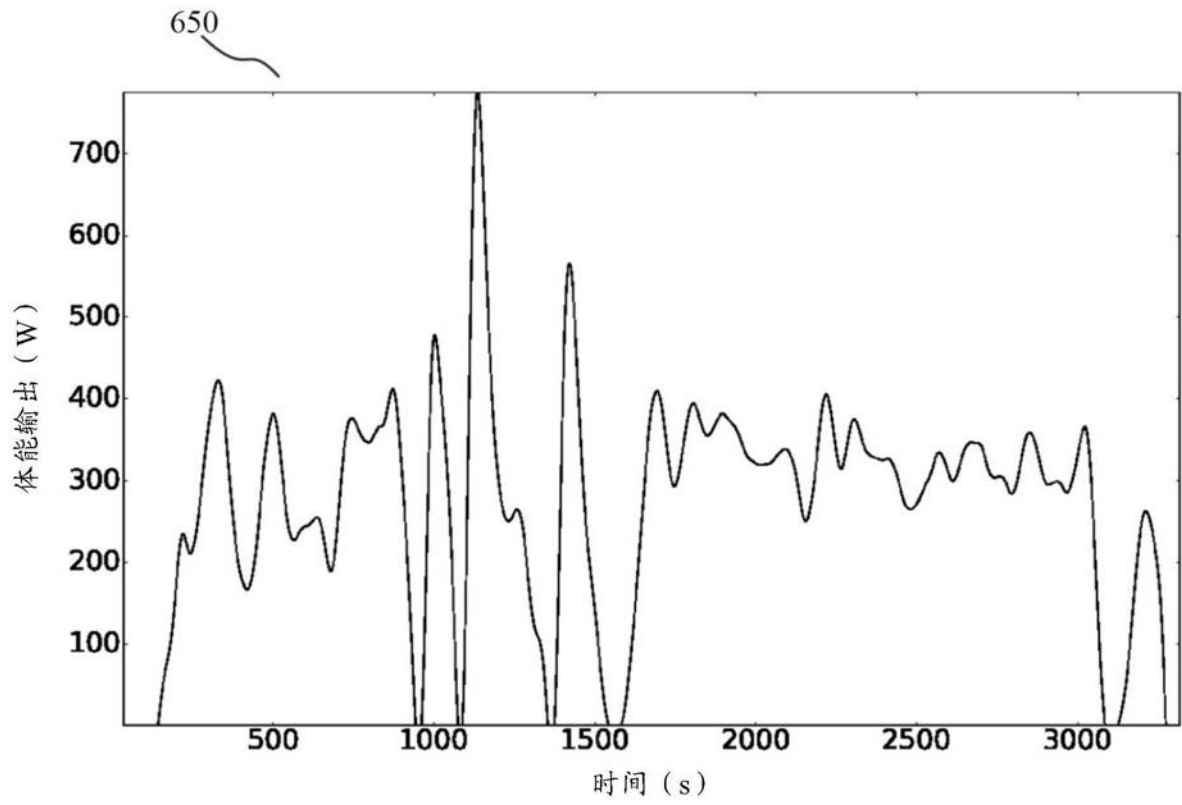


图6B

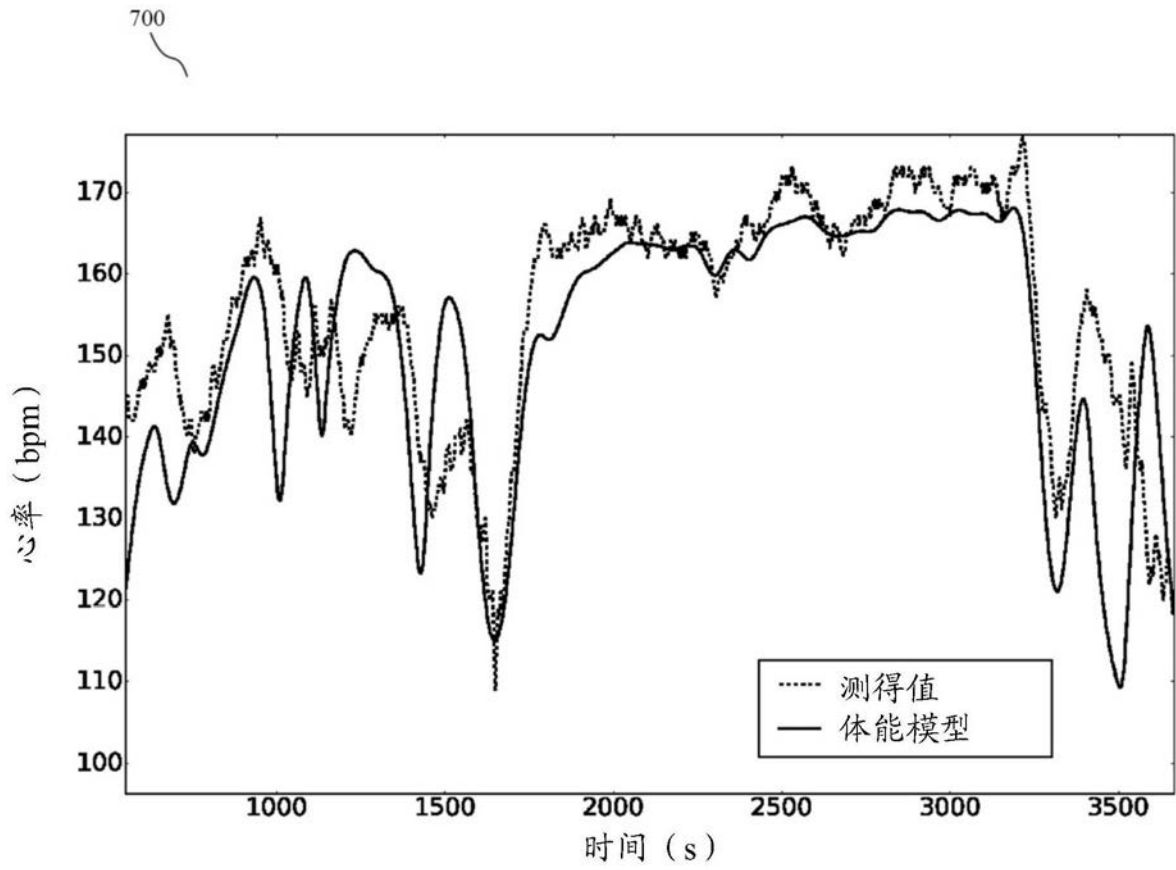


图7

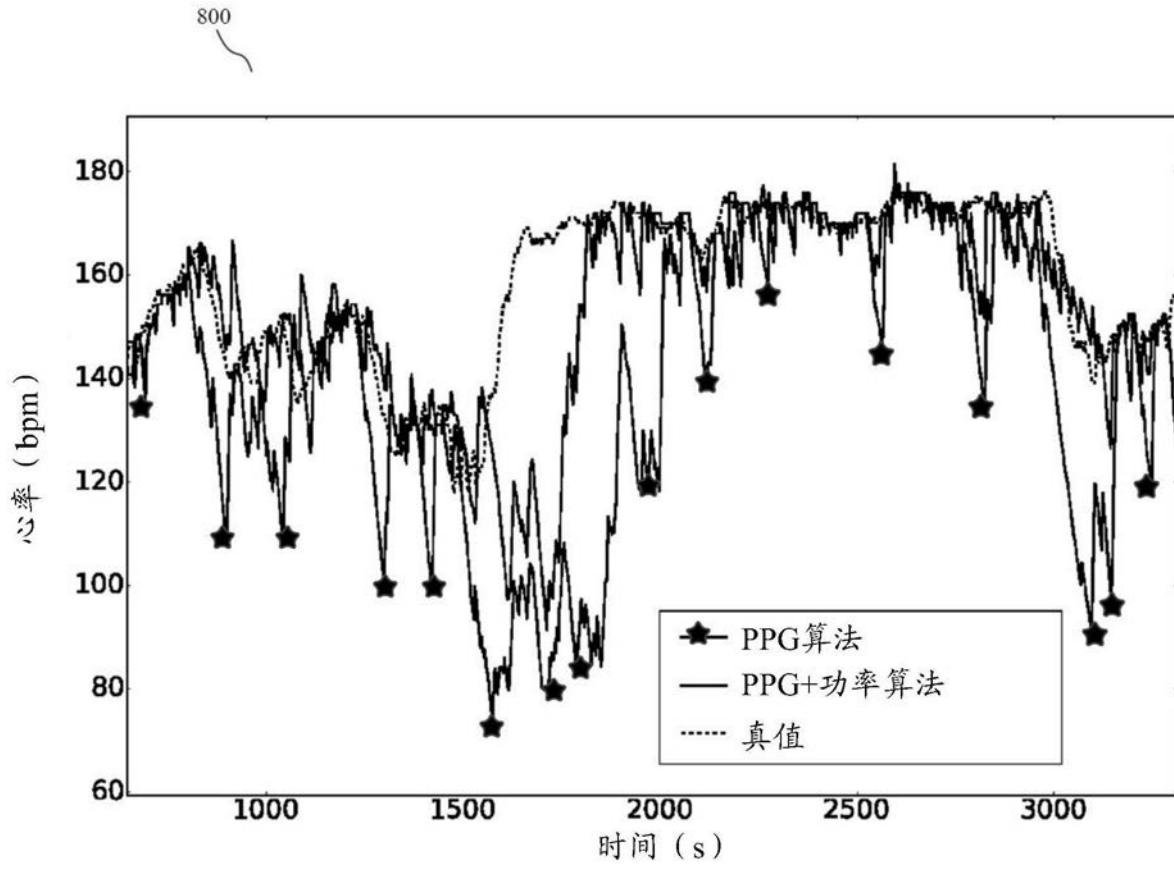


图8

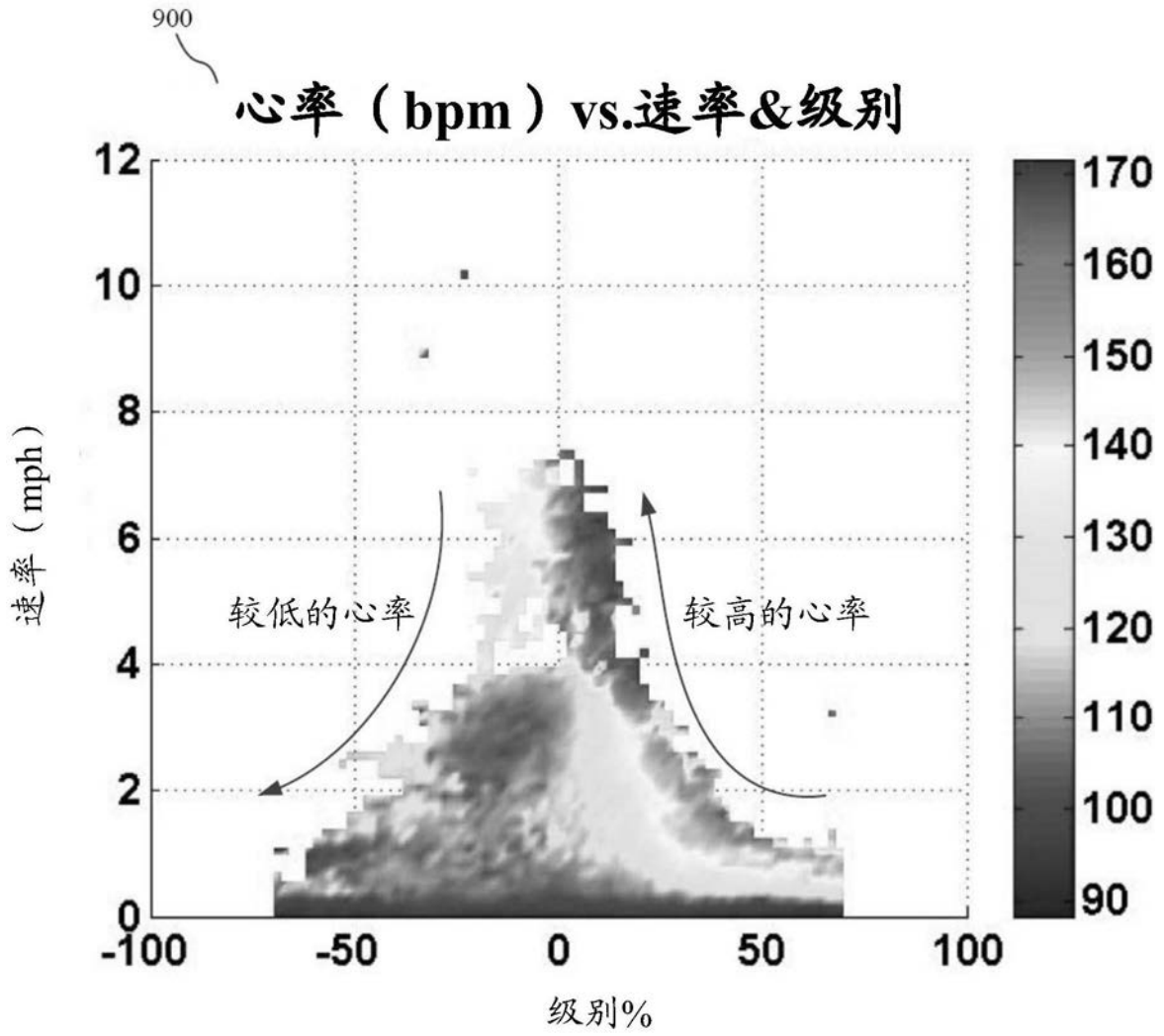


图9

专利名称(译)	自适应心率估计的方法、装置和系统		
公开(公告)号	CN109077710A	公开(公告)日	2018-12-25
申请号	CN201810599950.9	申请日	2018-06-12
[标]申请(专利权)人(译)	北京顺源开华科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京顺源开华科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京顺源开华科技有限公司		
[标]发明人	约瑟夫·穆纳尔埃托		
发明人	约瑟夫·穆纳尔埃托		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02125 A61B5/0002 A61B5/01 A61B5/02255 A61B5/02405 A61B5/026 A61B5/0261 A61B5/0285 A61B5/0402 A61B5/1112 A61B5/1118 A61B5/1123 A61B5/1172 A61B5/486 A61B5/4866 A61B5/681 A61B5/7278 A61B2560/0261 A61B2562/0219 A61B5/024 A61B2562/0223 A61B2562/06		
代理人(译)	林祥		
优先权	15/621652 2017-06-13 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开提供了利用可穿戴设备估计心率的方法、装置和系统。该方法包括：接收运动数据和心率数据，所述运动数据指示与所述可穿戴设备相关的个体的体力消耗，所述心率数据为在同一时段内为所述个体测得的；基于指示所述个体的体力消耗的所述运动数据确定体能输出估计值；基于所述体能输出估计值和至少一个自适应参数确定用于改进心率估计值的心率需求值，其中所述心率估计值对应于所述心率数据，所述至少一个自适应参数可基于所述心率需求值和所述心率估计值进行调节；以及基于所述心率需求值和所述心率估计值确定所述个体的改进的心率估计值。

