



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109259733 A

(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201811252525.9

(22)申请日 2018.10.25

(71)申请人 深圳和而泰智能控制股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市高新区南区深圳航天科技创新研究院D座10楼

(72)发明人 王伟 刘洪涛 梁杰

(74)专利代理机构 深圳市六加知识产权代理有限公司 44372

代理人 孟丽平

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

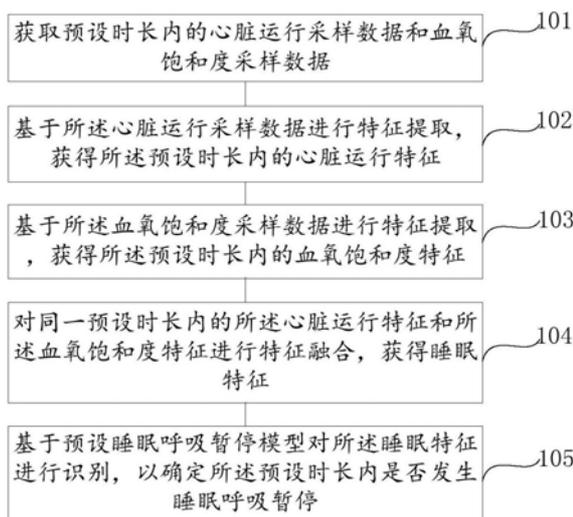
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备

(57)摘要

本发明实施例涉及一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备,所述方法包括:获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。本发明实施例通过获得融合了心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征,并利用睡眠特征进行建模和识别,识别准确率高。且无需专业的医学设备和专业医生评估,使用方便、适合家庭使用。



1. 一种睡眠中呼吸暂停检测方法,所述方法应用于睡眠中呼吸暂停检测设备,其特征在于,所述方法包括:

获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

预先获取所述预设睡眠呼吸暂停模型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述预先获取所述预设睡眠呼吸暂停模型,包括:

获取至少两个预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

将各个预设时长内的睡眠特征和各个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签作为输入,训练基于机器学习的模型,获得预设睡眠呼吸暂停模型。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的方法,其特征在于,所述基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征,包括:

基于所述预设时长内的所述心脏运行采样数据获得所述预设时长内的心率变异性信息。

5. 根据权利要求1-3任意一项所述的方法,其特征在于,所述基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征,包括:

基于所述预设时长内的血氧饱和度采样数据获得所述预设时长内的血氧饱和度之和、血氧饱和度最小值、血氧饱和度平均值、血氧饱和度最大下降幅度中的至少一个参数。

6. 根据权利要求1-3任意一项所述的方法,其特征在于,所述基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征,包括:

对所述预设时长内的所述血氧饱和度采样数据,利用预设稀疏自编码模型进行处理,提取所述预设稀疏自编码模型中的隐藏层数据作为血氧饱和度特征。

7. 根据权利要求1-3任意一项所述的方法,其特征在于,在所述对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征之后,所述方法还包括:

基于前向、后向算法对所述睡眠特征进行特征筛选;

对经过特征筛选后的所述睡眠特征进行全局归一化处理。

8. 根据权利要求1-3任意一项所述的方法,其特征在于,所述对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征,包括:

将同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行串联,组成所述睡眠特征的睡眠特征向量。

9. 一种睡眠中呼吸暂停检测装置,所述装置应用于睡眠中呼吸暂停检测设备,其特征在于,所述装置包括:

数据获取模块,用于获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

心脏运行特征获取模块,用于基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

血氧饱和度特征获取模块,用于基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

特征融合模块,用于对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

特征识别模块,用于基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

10. 一种睡眠中呼吸暂停检测设备,其特征在于,包括:

心脏单元,用于获取心脏运行数据;

血氧饱和度单元,用于获取血氧饱和度数据;

控制处理单元,用于对所述心脏运行数据和心脏饱和度数据进行处理,所述控制处理单元包括:

至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-8任一项所述的方法。

11. 一种非易失性计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,当所述计算机可执行指令被睡眠中呼吸暂停检测设备执行时,使所述睡眠中呼吸暂停检测设备执行权利要求1-8任一项所述的方法。

## 一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备

### 技术领域

[0001] 本发明实施例涉及生理信息检测技术,尤其涉及一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备。

### 背景技术

[0002] 睡眠呼吸暂停综合征(sleep apnea syndrome,SAS)是一种睡眠时呼吸停止的睡眠障碍,SAS严重威胁着人类的健康,容易导致多种并发症甚至引起猝死。SAS的检测目前多采用多导睡眠图(Polysolnogram,PSG)法进行检测,但是,多导睡眠图法需要患者长时间佩戴昂贵的医疗设备进行监测,且需要配备专业人员进行诊断,使用不方便,难以普及和应用。

### 发明内容

[0003] 本发明实施例的一个目的是提供一种使用方便、利于普及和应用的睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供了一种睡眠中呼吸暂停检测方法,所述方法应用于睡眠中呼吸暂停检测设备,所述方法包括:

[0005] 获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

[0006] 基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

[0007] 基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

[0008] 对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

[0009] 基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

[0010] 在一些实施例中,所述方法还包括:

[0011] 预先获取所述预设睡眠呼吸暂停模型。

[0012] 在一些实施例中,所述预先获取所述预设睡眠呼吸暂停模型,包括:

[0013] 获取至少两个预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

[0014] 基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

[0015] 基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

[0016] 对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

[0017] 将各个预设时长内的睡眠特征和各个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签作为输入,

训练基于机器学习的模型,获得预设睡眠呼吸暂停模型。

[0018] 在一些实施例中,所述基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征,包括:

[0019] 基于所述预设时长内的所述心脏运行采样数据获得所述预设时长内的心率变异性信息。

[0020] 在一些实施例中,所述基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征,包括:

[0021] 基于所述预设时长内的血氧饱和度采样数据获得所述预设时长内的血氧饱和度之和、血氧饱和度最小值、血氧饱和度平均值、血氧饱和度最大下降幅度中的至少一个参数。

[0022] 在一些实施例中,所述基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征,包括:

[0023] 对所述预设时长内的所述血氧饱和度采样数据,利用预设稀疏自编码模型进行处理,提取所述预设稀疏自编码模型中的隐藏层数据作为血氧饱和度特征。

[0024] 在一些实施例中,在所述对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征之后,所述方法还包括:

[0025] 基于前向、后向算法对所述睡眠特征进行特征筛选;

[0026] 对经过特征筛选后的所述睡眠特征进行全局归一化处理。

[0027] 在一些实施例中,所述对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征,包括:

[0028] 将同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行串联,组成所述睡眠特征的睡眠特征向量。

[0029] 第二方面,本发明实施例还提供了一种睡眠中呼吸暂停检测装置,所述装置应用于睡眠中呼吸暂停检测设备,所述装置包括:

[0030] 数据获取模块,用于获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据;

[0031] 心脏运行特征获取模块,用于基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征;

[0032] 血氧饱和度特征获取模块,用于基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征;

[0033] 特征融合模块,用于对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征;

[0034] 特征识别模块,用于基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

[0035] 第三方面,本发明实施例还提供了一种睡眠中呼吸暂停检测设备,包括:

[0036] 心脏单元,用于获取心脏运行数据;

[0037] 血氧饱和度单元,用于获取血氧饱和度数据;

[0038] 控制处理单元,用于对所述心脏运行数据和心脏饱和度数据进行处理,所述控制处理单元包括:

[0039] 至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述的方法。

[0040] 第四方面,本发明实施例还提供了一种非易失性计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,当所述计算机可执行指令被睡眠中呼吸暂停检测设备执行时,使所述睡眠中呼吸暂停检测设备执行上述的方法。

[0041] 本发明实施例提供的睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备,通过获取人体睡眠中的心脏运行采样数据和血氧饱和度数据,然后分别对心脏运行采样数据和血氧饱和度数据进行特征提取和融合,获得融合了心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征。并利用睡眠特征进行建模和识别,识别准确率高。且无需专业的医学设备和专业医生评估,使用方便、适合家庭使用。

## 附图说明

[0042] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施例的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

[0043] 图1是本发明睡眠中呼吸暂停检测方法和装置的应用场景示意图;

[0044] 图2是本发明睡眠中呼吸暂停检测设备的一个实施例的硬件结构示意图;

[0045] 图3是本发明睡眠中呼吸暂停检测方法的一个实施例的流程图;

[0046] 图4是本发明睡眠中呼吸暂停检测方法的一个实施例的流程图;

[0047] 图5是本发明睡眠中呼吸暂停检测方法的一个实施例中,获取预设睡眠呼吸暂停模型步骤的流程图;

[0048] 图6是本发明睡眠中呼吸暂停检测装置的一个实施例的结构示意图;

[0049] 图7是本发明睡眠中呼吸暂停检测装置的一个实施例的结构示意图;

[0050] 图8是本发明睡眠中呼吸暂停检测装置的一个实施例中,预设睡眠呼吸暂停模型获取模块的结构示意图;

[0051] 图9是本发明实施例提供的睡眠中呼吸暂停检测设备的硬件结构示意图。

## 具体实施方式

[0052] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 目前,多采用PSG方法对睡眠中的呼吸暂停进行检测,但是,PSG方法需要患者佩戴复杂、精密的设备,实现整晚的睡眠呼吸暂停监测,且需要配备专业技术人员,多用于医学监护。本发明提供一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备,不需要专业的医学设备和专业医生评估,能自动监测并对病人病情进行有效评估,不仅可用于医学监护还能用于家庭的常规保健。

[0054] 本发明实施例提供的睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备适用于图1所示

的应用环境。所述应用环境包括用户10和睡眠中呼吸暂停检测设备20。睡眠中呼吸暂停检测设备20用于获取用户10的心脏运行数据和血氧饱和度数据,并通过所述心脏运行数据和血氧饱和度数据判断用户10是否发生睡眠中呼吸暂停。

[0055] 具体的,如图2所示,睡眠中呼吸暂停检测设备20包括心脏单元21、血氧饱和度单元22和控制处理单元23。其中,心脏单元21用于检测用户10的心脏运行数据,血氧饱和度单元22用于检测用户10的血氧饱和度数据,控制处理单元23用于对所述心脏运行数据和血氧饱和度数据进行处理,获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据。并分别基于心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据进行特征提取,提取出预设时长内的心脏运行特征和血氧饱和度特征,然后对心脏运行特征和血氧饱和度特征进行特征融合获得睡眠特征,并利用睡眠特征进行建模和识别,确定用户10在预设时长内是否发生睡眠中呼吸暂停。

[0056] 实际应用中,控制处理单元23可以获取一段时间段内的心脏运行数据和血氧饱和度数据,然后以每分钟为单位(即预设时长设为1分钟)对数据进行分割并采样,获得各个一分钟内的的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据,并基于一分钟内的的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据确定在该分钟内用户10是否发生睡眠呼吸暂停。如此可获得该段时间段内用户10每分钟的睡眠呼吸暂停情况,进一步的,睡眠中呼吸暂停检测设备20可以以一小时为单位,统计一小时内睡眠呼吸暂停次数,并根据一小时内的睡眠呼吸暂停次数判断用户10的健康情况。在另一些实施例中,还可以得到多个一小时内的睡眠呼吸暂停次数,然后取平均数,获得一小时平均睡眠呼吸暂停次数,并根据一小时平均睡眠呼吸暂停次数判断用户10的健康状况。例如,以 $y$ 表示一小时平均睡眠呼吸暂停次数,如果 $y$ 大于30则用户10为睡眠呼吸暂停综合征重度患者;如果 $y$ 大于15小于30,则用户10为睡眠呼吸暂停综合征中度患者;如果 $y$ 大于5小于15,则用户10为睡眠呼吸暂停综合征轻度患者;如果 $y$ 小于5则用户10健康。预设时长的值可以根据实际应用情况进行取值,在本实施例中,预设时长为1分钟,在其他一些实施例中,预设时长也可以为其他时间。

[0057] 其中,心脏运行采样数据例如心冲击信号(Ballistocardiogram,BCG)、心电图(Electrocardiograph,ECG)数据、光电容积脉搏波(Photoplethysmography,PPG)数据等。对应的,心脏单元21可以为微动信号传感器(例如压电薄膜传感器、加速度传感器等)、心电图传感器、光电传感器等。血氧饱和度数据例如血氧饱和度(oxygen saturation,SpO<sub>2</sub>),对应的,血氧饱和度单元22为血氧仪。

[0058] 通过融合心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征建模和识别睡眠呼吸暂停,分为两个阶段,分别为预设睡眠呼吸暂停模型训练阶段,以及利用预设睡眠呼吸暂停模型对睡眠特征进行识别,以确定是否发生睡眠呼吸暂停的识别阶段。预设睡眠呼吸暂停模型训练阶段主要是采集多个预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据,然后分别基于所述心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得多个预设时长内的心脏运行特征和血氧饱和度特征,对同一预设时长内的心脏运行特征和血氧饱和度特征进行特征融合获得多个预设时长内的睡眠特征。将多个预设时长内的睡眠特征和每个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签作为输入,训练基于机器学习的模型,获得预设睡眠呼吸暂停模型。

[0059] 其中,预设睡眠呼吸暂停模型可以是预先配置存储于睡眠中呼吸暂停检测设备20

中的,也可以是睡眠中呼吸暂停检测设备20在使用中通过运行一定的方法步骤获得的。

[0060] 其中,睡眠呼吸暂停标签可以是以一定的符号标记是否发生睡眠呼吸暂停,例如,以Y表示发生睡眠呼吸暂停,以N表示没发生睡眠呼吸暂停,预设时长内的睡眠呼吸暂停标签可以基于医生的经验获得。专业医生可以以秒为单位根据心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据标记每秒钟是否发生睡眠呼吸暂停。为了与预设睡眠呼吸暂停模型相匹配,需要将以每秒钟标记的标签换成以预设时长标记的标签。可以根据实际应用情况规定如果预设时长内发生睡眠呼吸暂停的秒数达到一定数值,则该预设时长内发生了睡眠呼吸暂停。例如,如果预设时长为一分钟,则规定如果一分钟内10秒以上的时间被标记为睡眠呼吸暂停,那么此分钟标记为睡眠呼吸暂停。如此,可以获得各个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签。

[0061] 其中,基于机器学习的模型中,机器学习算法可以采用有监督算法,也可以采用无监督的算法,例如支持向量机(Support Vector Machine,SVM)方法、基于深度置信网络(Deep Belief Network,DBN)算法、隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model,HMM)算法、梯度提升决策树(Gradient Boosting Decision Tree,GBDT)算法等,本发明实施例不作限制。

[0062] 获得预设睡眠呼吸暂停模型后,以同样的方法采集预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据、并基于心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据获得预设时长内的睡眠特征,然后利用预设睡眠呼吸暂停模型对该睡眠特征进行识别,以确定预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。由于心脏采样数据和血氧饱和度采样数据能精确体现用户10的病情,利用基于心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据获得的睡眠特征进行建模和识别睡眠呼吸暂停,识别准确率高。

[0063] 图3为本发明实施例提供的睡眠中呼吸暂停检测方法的流程示意图,所述方法可由图1或图2中的睡眠中呼吸暂停检测设备20中的控制处理单元23执行,如图3所示,所述方法包括:

[0064] 101:获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据。

[0065] 基于心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据获取睡眠特征进行建模和识别,识别准确率高。在本发明的另一些实施例中,也可以仅以心脏运行采样数据获取睡眠特征进行建模和识别,但是,由于心脏运行采样数据不能完全体现和精确反映用户10的病情,识别时误差较大、识别准确率低。

[0066] 102:基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征。

[0067] 其中,心脏运行采样数据例如BCG数据、ECG数据、PPG数据等,获得预设时长内的心脏运行特征可以是基于BCG数据、ECG数据、PPG数据等获得预设时长内的心率变异性(Heart Rate Variability,HRV)信息。HRV为逐次心跳周期之间心率的微小变异,也指RR间期之间的微小变化。实际应用中,可以通过对BCG数据、ECG数据、PPG数据等进行R波检测,得到RR间隔,然后对RR间隔进行线性和非线性数据特征提取获取HRV信息。具体的,HRV信息包括以下参数中的至少一种:

[0068] (1)反映心率变异性平均水平的RR间期平均值(mean of RR intervals,Mean RR);

- [0069] (2) 相邻RR间期差的绝对值的平均值(mean successive differences,MSD) ;
- [0070] (3) RR间期标准差均值(RR interphase sd means,Mean SD) ;
- [0071] (4) 5分钟内RR间期平均值的标准差(Standard deviation of the average of NN intervals in alls minutes of the entire recording,SDANN) ;
- [0072] (5) 相邻RR间期差值的均方根(The root mean square of difference between adjacent NN intervals,R MSSD) ;
- [0073] (6) 窦性相邻RR间期差值超过50毫秒的心搏数与RR间期总心搏数的比值(Percent of NN 50in the total number of RR intervals,PNN50) ;
- [0074] (7) 全部RR间期差值的标准差(Standard deviation of Successive Difference between adjacent cycles,SDSD) ;
- [0075] (8) HRV三角指数(即全部RR间期的直方图中,RR间期总数除以占比例最大的RR间期数) ;
- [0076] (9) 全部RR间期中,相邻的RR间期之差大于50ms的心搏数(number of pairs of adjacent normal to normal intervals differing by more than 50ms,NN50) ;
- [0077] (10) NN50除以总的RR间期个数的百分比(Percent of NN 50 in the total number of RR intervals,PNN50) ;
- [0078] (11) 超低频(Ultra Low Frequency,ULF) ;
- [0079] (12) 极低频(very low frequencies,VLF) ;
- [0080] (13) 高频(High Frequency,HF) ;
- [0081] (14) 低频(Low frequency,LF) 。
- [0082] 103:基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征。

[0083] 在一些实施例中,血氧饱和度特征可以是所述预设时长内的血氧饱和度之和、血氧饱和度最小值、血氧饱和度平均值、血氧饱和度最大下降幅度中的至少一个参数。

[0084] 在另一些实施例中,可以利用预设稀疏自编码模型对血氧饱和度采样数据进行处理,提取预设稀疏自编码模型中的隐藏层数据向量作为血氧饱和度特征。其中,预设稀疏自编码模型可以基于稀疏自动编码算法训练获得。具体的,以预设时长为1分钟,一分钟内采样60个血氧饱和度采样数据为例,则稀疏自编码网络的输入层神经元数量为60,输出层神经元的数量亦为60,隐藏层的神经元数量可以根据网络的损失函数优化情况确定,例如可以为15(隐藏层神经元数量低于输入层神经元数量,可以对输入层数据进行降维)。通过对稀疏自编码网络进行迭代训练,即可获得预设稀疏自编码模型。其中,迭代次数根据损失函数的优化结果决定,可以选择误差最小的情况,或者当损失函数随着迭代次数的增加,不再有明显变化的情况。其中,目标函数为 $h_{w,b}(x) \approx x$ ,在一些实施例中,损失函数为:

$J_{sparse}(W,b) = J(W,b) + \beta \sum_{j=1}^{s_2} KL(\rho \| \hat{\rho}_j)$ ,网络优化过程中的灵敏度表示为:

$$[0085] \quad \delta_i^{(2)} = \left( \left( \sum_{j=1}^{s_2} W_{ji}^{(2)} \delta_j^{(3)} \right) + \beta \left( -\frac{\rho}{\hat{\rho}_i} + \frac{1-\rho}{1-\hat{\rho}_i} \right) \right) f'(z_i^{(2)})。$$

[0086] 104:对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融

合,获得睡眠特征。

[0087] 其中,在一些实施例中,融合心脏运行特征和血氧饱和度特征即将心脏运行特征和血氧饱和度特征进行串联,组成睡眠特征向量。

[0088] 特征融合后的睡眠特征中,有些特征对于识别睡眠呼吸暂停作用甚微甚至会起反作用,有些特征间差异较大。为了去除对识别作用不大甚至起反作用的特征,以及避免特征间差异过大,在本发明的一些实施例中,所述方法还包括:

[0089] 基于前向、后向算法对所述睡眠特征进行特征筛选;

[0090] 对经过特征筛选的睡眠特征进行全局归一化处理。

[0091] 对融合后的睡眠特征利用前向、后向算法进行特征筛选、以及进行全局归一化处理,可以进一步提高识别准确率。

[0092] 105:基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

[0093] 本发明实施例通过获取人体睡眠中的心脏运行采样数据和血氧饱和度数据,然后分别对心脏运行采样数据和血氧饱和度数据进行特征提取和融合,获得融合了心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征。并利用睡眠特征进行建模和识别,识别准确率高。且无需专业的医学设备和专业医生评估,使用方便、适合家庭使用。

[0094] 其中,预设睡眠呼吸暂停模型可以是预先配置存储于睡眠中呼吸暂停检测设备20中的,也可以是睡眠中呼吸暂停检测设备20在使用中通过运行下述方法步骤获得的,即:

[0095] 201:获取至少两个预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据。

[0096] 该心脏运行采样数据和血氧饱和度数据作为样本数据,用于建立预设睡眠呼吸暂停模型。

[0097] 202:基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征。

[0098] 203:基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度和度特征。

[0099] 204:对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征。

[0100] 其中,步骤201、202、203和204的具体技术内容可以分别参照上述步骤101、102、103和104,在此不再赘述。

[0101] 205:将各个预设时长内的睡眠特征和各个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签作为输入,训练基于机器学习的模型,获得预设睡眠呼吸暂停模型。

[0102] 其中,基于机器学习的模型中,机器学习算法例如SVM方法、DBN算法、HMM算法、GBDT算法等。将各个预设时长内的睡眠特征和睡眠呼吸暂停标签输入,基于上述算法获得网络模型中的各个参数,以获得预设睡眠呼吸暂停模型。

[0103] 相应的,本发明实施例还提供了一种睡眠中呼吸暂停检测装置,所述睡眠中呼吸暂停检测装置用于图1或图2所示的睡眠中呼吸暂停检测设备20,如图6所示,睡眠中呼吸暂停检测装置600包括:

[0104] 数据获取模块601,用于获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据。

[0105] 心脏运行特征获取模块602,用于基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征。

[0106] 血氧饱和度特征获取模块603,用于基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征。

[0107] 特征融合模块604,用于对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征。

[0108] 特征识别模块605,用于基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别,以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。

[0109] 本发明实施例通过获取人体睡眠中的心脏运行采样数据和血氧饱和度数据,然后分别对心脏运行采样数据和血氧饱和度数据进行特征提取和融合,获得融合了心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征。并利用睡眠特征进行建模和识别,识别准确率高。且无需专业的医学设备和专业医生评估,使用方便、适合家庭使用。

[0110] 在睡眠中呼吸暂停检测装置600的另一些实施例中,请参照图7,睡眠中呼吸暂停检测装置600还包括:

[0111] 预设睡眠呼吸暂停模型获取模块606,用于预先获取所述预设睡眠呼吸暂停模型。

[0112] 其中,在睡眠中呼吸暂停检测装置600的一些实施例中,如图8所示,预设睡眠呼吸暂停模型获取模块606包括:

[0113] 数据获取模块601,用于获取至少两个预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据。

[0114] 心脏运行特征获取模块602,用于基于所述心脏运行采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的心脏运行特征。

[0115] 血氧饱和度特征获取模块603,用于基于所述血氧饱和度采样数据进行特征提取,获得所述预设时长内的血氧饱和度特征。

[0116] 特征融合模块604,用于对同一预设时长内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行特征融合,获得睡眠特征。

[0117] 预设睡眠呼吸暂停模型训练模块6065,用于将各个预设时长内的睡眠特征和各个预设时长内的睡眠呼吸暂停标签作为输入,训练基于机器学习的模型,获得预设睡眠呼吸暂停模型。

[0118] 其中,在睡眠中呼吸暂停检测装置600的一些实施例中,心脏运行特征获取模块602具体用于:

[0119] 基于所述预设时长内的所述心脏运行采样数据获得所述预设时长内的心率变异性信息。

[0120] 在睡眠中呼吸暂停检测装置600的一些实施例中,血氧饱和度特征获取模块603具体用于:

[0121] 基于所述预设时长内的血氧饱和度采样数据获得所述预设时长内的血氧饱和度之和、血氧饱和度最小值、血氧饱和度平均值、血氧饱和度最大下降幅度中的至少一个参数。

[0122] 在睡眠中呼吸暂停检测装置600的另一些实施例中,血氧饱和度特征获取模块603具体用于:

[0123] 对所述预设时长内的所述血氧饱和度采样数据,利用预设稀疏自编码模型进行处理,提取所述预设稀疏自编码模型中的隐藏层数据作为血氧饱和度特征。

[0124] 在睡眠中呼吸暂停检测装置600的另一些实施例中,请参照图7,睡眠中呼吸暂停检测装置600还包括:

[0125] 特征筛选模块607,用于基于前向、后向算法对所述睡眠特征进行特征筛选;

[0126] 全局归一化模块608,用于对经过特征筛选后的所述睡眠特征进行全局归一化处理。

[0127] 在睡眠中呼吸暂停检测装置600的另一些实施例中,特征融合模块604具体用于:

[0128] 将同一预设时间内的所述心脏运行特征和所述血氧饱和度特征进行串联,组成所述睡眠特征的睡眠特征向量。

[0129] 需要说明的是,上述睡眠中呼吸暂停检测装置可执行本发明实施例所提供的睡眠中呼吸暂停检测方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在睡眠中呼吸暂停检测装置实施例中详尽描述的技术细节,可参见本发明实施例所提供的睡眠中呼吸暂停检测方法。

[0130] 本发明实施例还提供了一种本发明睡眠中呼吸暂停检测方法和装置应用的睡眠中呼吸暂停检测设备,图9示出了睡眠中呼吸暂停检测设备20的具体硬件结构。睡眠中呼吸暂停检测设备20包括心脏单元21、血氧饱和度单元22和控制处理单元23。其中,心脏单元21用于获取心脏运行数据,血氧饱和度单元22用于获取血氧饱和度数据,控制处理单元23用于对所述心脏运行数据和心脏饱和度数据进行处理。具体的,控制处理单元23包括:

[0131] 一个或多个处理器231以及存储器232,图9中以一个处理器231为例。

[0132] 处理器231和存储器232可以通过总线或者其他方式连接,图9中可以通过总线连接为例。

[0133] 存储器232作为一种非易失性计算机可读存储介质,可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块,如本发明实施例中的睡眠中呼吸暂停检测方法对应的程序指令/模块(例如,附图6所示的数据获取模块601、心脏运行特征获取模块602、血氧饱和度特征获取模块603、特征融合模块604和特征识别模块605)。处理器231通过运行存储在存储器232中的非易失性软件程序、指令以及模块,从而执行睡眠中呼吸暂停检测设备的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例的睡眠中呼吸暂停检测方法。

[0134] 存储器232可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储根据睡眠中呼吸暂停检测装置的使用所创建的数据等。此外,存储器232可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中,存储器232可选包括相对于处理器231远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至睡眠中呼吸暂停检测装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0135] 所述一个或者多个模块存储在所述存储器232中,当被所述一个或者多个处理器231执行时,执行上述任意方法实施例中的睡眠中呼吸暂停检测方法,例如,执行以上描述的图3中的方法步骤101至步骤105,图4中的方法步骤101a、101-105,图5中的方法步骤201至步骤205;实现图6中的模块601-605、图7中模块601-608、图8中的模块601-604、6065的功

能。

[0136] 上述产品可执行本发明实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,可参见本发明实施例所提供的方法。

[0137] 本发明实施例提供了一种非易失性计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,该计算机可执行指令被一个或多个处理器执行,例如图9中的一个处理器231,可使得上述一个或多个处理器可执行上述任意方法实施例中的睡眠中呼吸暂停检测方法,例如,执行以上描述的图3中的方法步骤101至步骤105,图4中的方法步骤101a、101-105,图5中的方法步骤201至步骤205;实现图6中的模块601-605、图7中模块601-608、图8中的模块601-604、6065的功能。

[0138] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0139] 通过以上的实施方式的描述,本领域普通技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)等。

[0140] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;在本发明的思路下,以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合,步骤可以以任意顺序实现,并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化,为了简明,它们没有在细节中提供;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

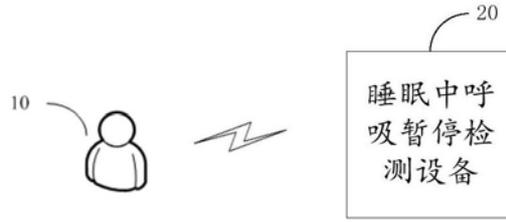


图1

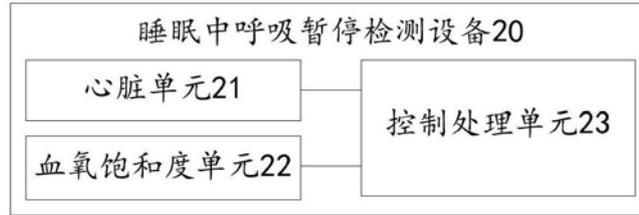


图2

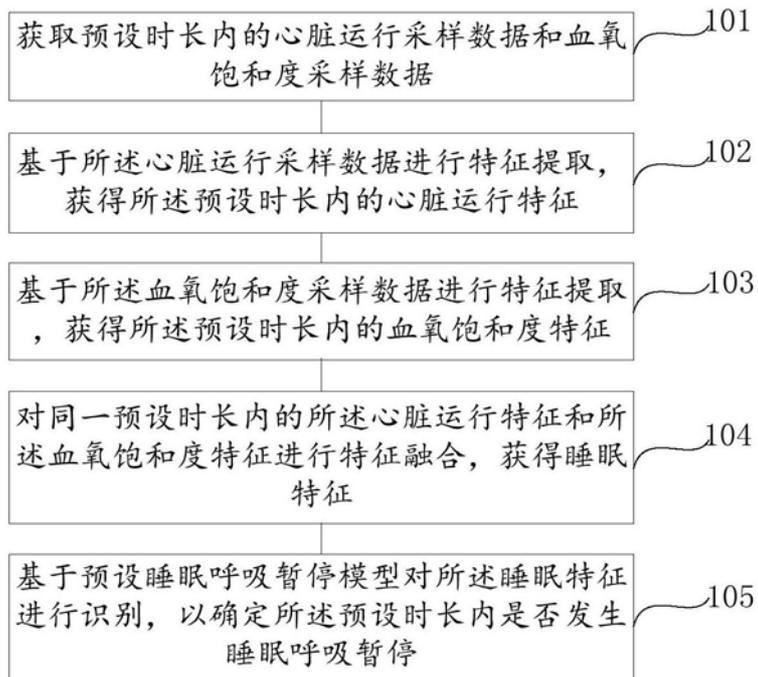


图3

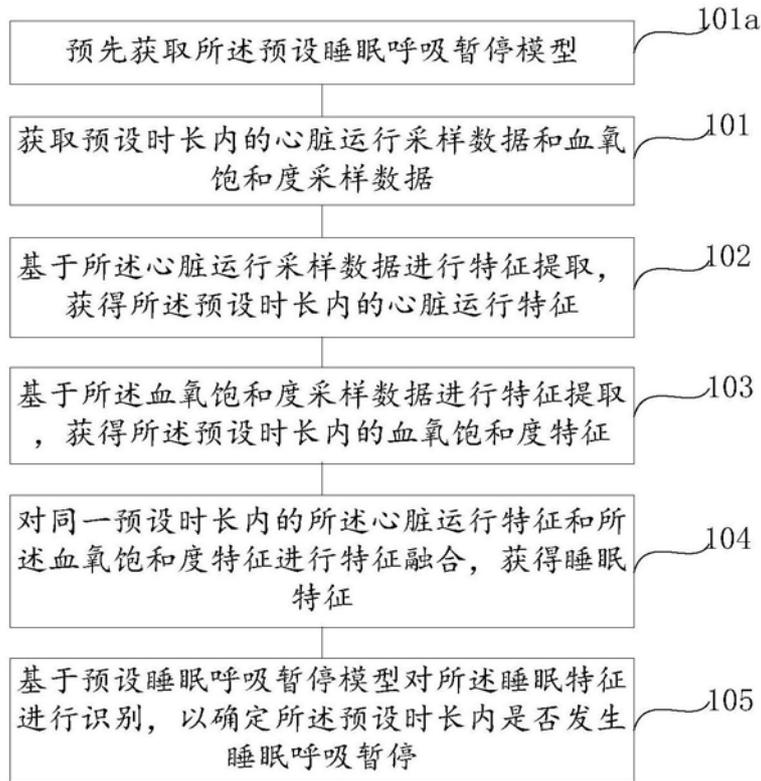


图4

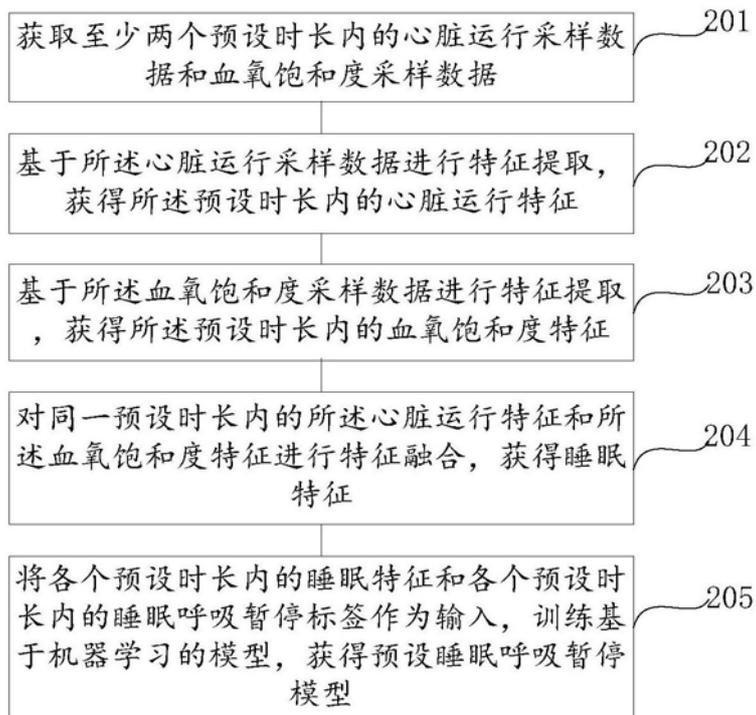


图5



图6

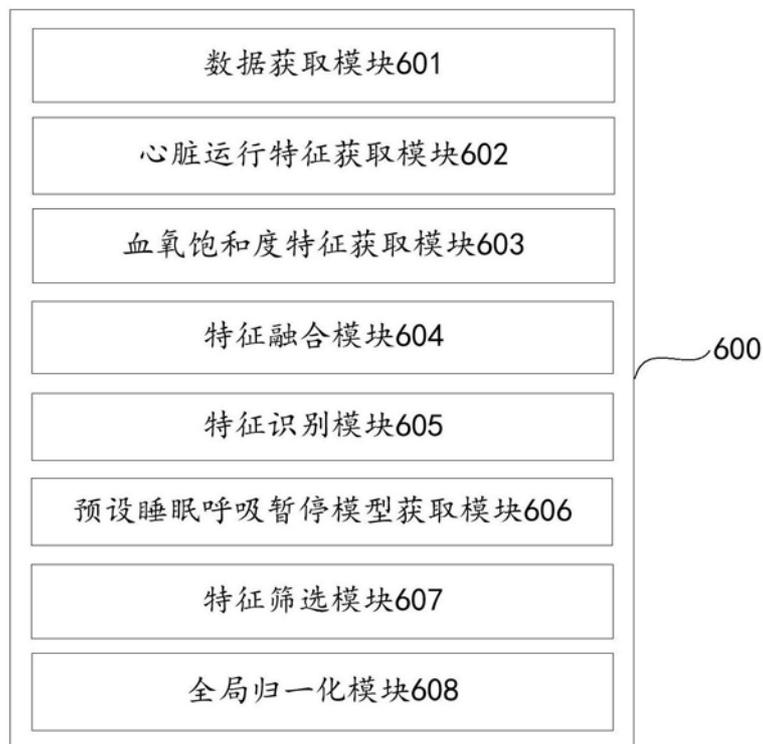


图7



图8

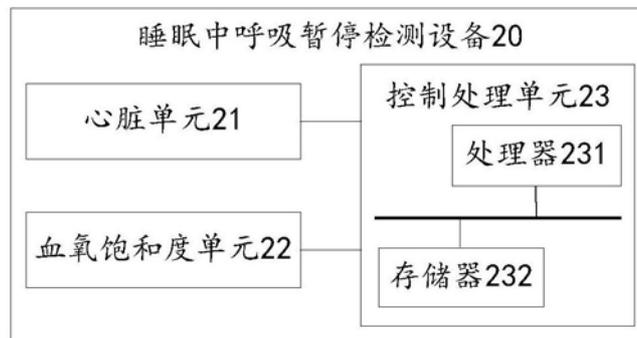


图9

专利名称(译)	一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备		
公开(公告)号	<a href="#">CN109259733A</a>	公开(公告)日	2019-01-25
申请号	CN201811252525.9	申请日	2018-10-25
[标]申请(专利权)人(译)	深圳和而泰智能控制股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳和而泰智能控制股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳和而泰智能控制股份有限公司		
[标]发明人	王伟 刘洪涛 梁杰		
发明人	王伟 刘洪涛 梁杰		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0205 A61B5/145		
CPC分类号	A61B5/4818 A61B5/0205 A61B5/02405 A61B5/14542 A61B5/72 A61B5/7282		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明实施例涉及一种睡眠中呼吸暂停检测方法、装置和检测设备，所述方法包括：获取预设时长内的心脏运行采样数据和血氧饱和度采样数据；基于心脏运行采样数据进行特征提取，获得预设时长内的心脏运行特征；基于血氧饱和度采样数据进行特征提取，获得预设时长内的血氧饱和度特征；对同一预设时长内的所述心脏运行特征和血氧饱和度特征进行特征融合，获得睡眠特征；基于预设睡眠呼吸暂停模型对所述睡眠特征进行识别，以确定所述预设时长内是否发生睡眠呼吸暂停。本发明实施例通过获得融合了心脏运行特征和血氧饱和度特征的睡眠特征，并利用睡眠特征进行建模和识别，识别准确率高。且无需专业的医学设备和专业医生评估，使用方便、适合家庭使用。

