



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109567756 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201811634325.X

(22)申请日 2018.12.29

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 王海渊 陈建辉 杨阳 张丽媛

史斌 赵忠诚 钟宁

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 吴荫芳

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0205(2006.01)

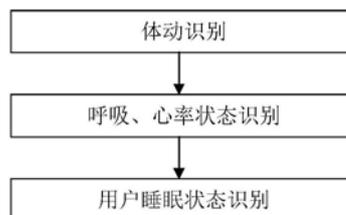
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

### (54)发明名称

一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法

### (57)摘要

本发明涉及一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法,基于床垫、微动传感器,以及采集处理模块,微动传感器置于距离床头40~60cm处,且和心脏位置平齐,微动传感器实时获取被监测对象睡眠中的振动数据,并发送至采集处理模块进行自适应分段处理,之后通过数据处理实时获取被监测对象的睡眠状态参数,所述的数据处理方法分为三个阶段,即体动识别、呼吸和心率状态识别、最终实现用户睡眠状态的识别。本发明具有操作流程简单,无需专业人员的辅助与监督,不影响人的正常睡眠,非常适合居家或大规模应用。



1. 一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法, 基于床垫、微动传感器, 以及采集处理模块, 微动传感器置于距离床头40~60cm处, 且和心脏位置平齐, 微动传感器实时获取被监测对象睡眠中的振动数据, 并发送至采集处理模块进行自适应分段处理, 之后通过数据处理实时获取被监测对象的睡眠状态参数, 其特征在于, 所述的数据处理方法分为三个阶段, 具体如下:

第一阶段、体动识别

步骤1: 将实时采集的数据存放到一个可变长的队列当中;

步骤2: 当检测到连续三个数据 $d_{i-1}$ 、 $d_i$ 、 $d_{i+1}$ 都超过微动传感器测量范围的3/4时, 则表明数据点 $i$ 的时刻为一个体动起始点, 标记为 $t_{start}$ ;

步骤3: 当检测到连续三个数据 $d_{j-1}$ 、 $d_j$ 、 $d_{j+1}$ 都低于量程的1/4, 则表明数据点 $j$ 对应的时刻为一个体动的结束点, 标记为 $t_{stop}$ ;

步骤4: 体动状态识别:

如果 $t_{stop}$ 状态出现在从 $t_{start}$ 开始的1分钟之内, 则 $t_{start}$ 到 $t_{stop}$ 区间的体动状态识别结果为: 正常体动状态bodyMove;

如果 $t_{stop}$ 状态出现在从 $t_{start}$ 开始的1分钟之外, 则 $t_{start}$ 到 $t_{stop}$ 区间的体动状态识别结果为: 非正常体动状态abnormal;

从 $t_{stop}$ 开始直到再次出现 $t_{start}$ , 则此区间的体动状态识别结果为: 平静状态calm;

第二阶段呼吸、心率状态识别

其中, 呼吸状态识别具体步骤包括:

步骤1: 设置呼吸带通滤波器参数, 即带通滤波器上限 $f_{breathMax}$ 以及带通滤波器下限 $f_{breathMin}$ ;

步骤2: 将标识为平静状态calm的数据段分别通过呼吸带通滤波器, 输出滤波后的呼吸数据段breathdata;

步骤3: 呼吸数据段breathdata经过傅立叶变化后, 获取呼吸中心频率 $f_{breath}$ ;

步骤4: 如果 $f_{breathMin} \leq f_{breath} \leq f_{breathMax}$ , 呼吸状态识别结果为: 正常呼吸状态, 并输出 $f_{breath}$ ,

否则呼吸状态识别结果为: 非正常呼吸状态, 标注为noBreathRate,

完成呼吸状态识别;

心率状态识别具体步骤包括:

步骤1: 设置心率带通滤波器参数, 即心率带通滤波器上限 $f_{heartMax}$ 以及心率带通滤波器下限 $f_{heartMin}$ ;

步骤2: 将标识为calm状态的数据段分别通过心率带通滤波器, 输出滤波后的心率数据段heartdata;

步骤3: 心率数据段heartdata经过傅立叶变化后, 获取心率中心频率 $f_{heart}$ ;

步骤4: 如果 $f_{heartMin} \leq f_{heart} \leq f_{heartMax}$ , 心率状态识别结果为: 正常心率状态, 并输出 $f_{heart}$ , 否则心率状态识别结果为: 非正常心率状态, 标注为noHeartRate, 完成心率状态识别;

第三阶段用户睡眠状态识别,

如果体动状态识别为正常体动状态bodyMove, 则该段时间内用户的睡眠状态为: “在

床:体动”;

如果体动状态识别为平静状态calm,且标记为noBreathRate或noHeartRate,则该段时间内用户的睡眠状态为:“离床”;

如果体动状态识别为平静状态calm,且标记不为noBreathRate和noHeartRate,则该段时间内用户的睡眠状态为:“在床”,并输出呼吸中心频率 $f_{\text{breath}}$ ,以及心率中心频率 $f_{\text{heart}}$ ”;

如果体动状态识别为abnormal,则该段时间内用户的睡眠状态为:“异常”,并进行提示。

## 一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于监测用户睡眠状态的检测方法,特别是用于居家用户监测个人睡眠状态下的呼吸、心率等状态检测。

### 背景技术

[0002] 随着国民经济的快速发展,工作、学习和生活等各方面的压力对使得人们的睡眠成为一个社会问题。睡眠不足、睡眠质量差会诱发各种心理和神经系统疾病。睡眠的状态也反映了个人的生活质量,成为健康状态的一项指标。

[0003] 睡眠医学中需要通过睡眠监测来获取用户在睡眠状态下的一些身体状态数据如呼吸、心率、体动等。睡眠监测在获取准确数据的情况下,可以对睡眠状况进行分析,找出影响睡眠的因素,通过睡眠质量分析和睡眠专家指导,改善睡眠质量,提升健康生活水平或者辅助医生进行诊断。

[0004] 当前睡眠监测多采用多导睡眠监测(Polysomnography,简称PSG)是诊断睡眠打鼾的最重要检查,被认为是睡眠评价的“金标准”。通过夜间连续的呼吸、动脉血氧饱和度、脑电图、心电图、心率等指标的监测,可以利用这些生理信号的变化特征实现对睡眠相关疾病诊断。但PSG操作流程复杂,需要专业人员的辅助与监督,还要在人体表面粘贴电极,影响人的正常睡眠,不适合居家或大规模应用。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述监测过程复杂的问题,本发明提出一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法,基于床垫、微动传感器,以及采集处理模块,微动传感器置于距离床头40~60cm处,且和心脏位置平齐,微动传感器实时获取被监测对象睡眠中的振动数据,并发送至采集处理模块进行自适应分段处理,之后通过数据处理实时获取被监测对象的睡眠状态参数,其特征在于,所述的数据处理方法分为三个阶段,具体如下:

[0006] 第一阶段、体动识别

[0007] 步骤1:将实时采集的数据存放到一个可变长的队列当中;

[0008] 步骤2:当检测到连续三个数据 $d_{i-1}$ 、 $d_i$ 、 $d_{i+1}$ 都超过微动传感器测量范围的 $3/4$ 时,则表明数据点 $i$ 的时刻为一个体动起始点,标记为 $t_{start}$ ;

[0009] 步骤3:当检测到连续三个数据 $d_{j-1}$ 、 $d_j$ 、 $d_{j+1}$ 都低于量程的 $1/4$ ,则表明数据点 $j$ 对应的时刻为一个体动的结束点,标记为 $t_{stop}$ ;

[0010] 步骤4:体动状态识别:

[0011] 如果 $t_{stop}$ 状态出现在从 $t_{start}$ 开始的1分钟之内,则 $t_{start}$ 到 $t_{stop}$ 区间的体动状态识别结果为:正常体动状态bodyMove;

[0012] 如果 $t_{stop}$ 状态出现在从 $t_{start}$ 开始的1分钟之外,则 $t_{start}$ 到 $t_{stop}$ 区间的体动状态识别结果为:非正常体动状态abnormal;

[0013] 从 $t_{stop}$ 开始直到再次出现 $t_{start}$ ,则此区间的体动状态识别结果为:平静状态calm;

[0014] 第二阶段呼吸、心率状态识别

[0015] 其中,呼吸状态识别具体步骤包括:

[0016] 步骤1:设置呼吸带通滤波器参数,即带通滤波器上限 $f_{\text{breathMax}}$ 以及带通滤波器下限 $f_{\text{breathMin}}$ ;

[0017] 步骤2:将标识为平静状态 $\text{calm}$ 的数据段分别通过呼吸带通滤波器,输出滤波后的呼吸数据段 $\text{breathdata}$ ;

[0018] 步骤3:呼吸数据段 $\text{breathdata}$ 经过傅立叶变化后,获取呼吸中心频率 $f_{\text{breath}}$ ;

[0019] 步骤4:如果 $f_{\text{breathMin}} \leq f_{\text{breath}} \leq f_{\text{breathMax}}$ ,呼吸状态识别结果为:正常呼吸状态,并输出 $f_{\text{breath}}$ ,否则呼吸状态识别结果为:非正常呼吸状态,标注为 $\text{noBreathRate}$ ,

[0020] 完成呼吸状态识别;

[0021] 心率状态识别具体步骤包括:

[0022] 步骤1:设置心率带通滤波器参数,即心率带通滤波器上限 $f_{\text{heartMax}}$ 以及心率带通滤波器下限 $f_{\text{heartMin}}$ ;

[0023] 步骤2:将标识为 $\text{calm}$ 状态的数据段分别通过心率带通滤波器,输出滤波后的心率数据段 $\text{heartdata}$ ;

[0024] 步骤3:心率数据段 $\text{heartdata}$ 经过傅立叶变化后,获取心率中心频率 $f_{\text{heart}}$ ;

[0025] 步骤4:如果 $f_{\text{heartMin}} \leq f_{\text{heart}} \leq f_{\text{heartMax}}$ ,心率状态识别结果为:正常心率状态,并输出 $f_{\text{heart}}$ ,否则心率状态识别结果为:非正常心率状态,标注为 $\text{noHeartRate}$ ,完成心率状态识别;

[0026] 第三阶段用户睡眠状态识别,

[0027] 如果体动状态识别为正常体动状态 $\text{bodyMove}$ ,则该段时间内用户的睡眠状态为:“在床:体动”;

[0028] 如果体动状态识别为平静状态 $\text{calm}$ ,且标记为 $\text{noBreathRate}$ 或 $\text{noHeartRate}$ ,则该段时间内用户的睡眠状态为:“离床”;

[0029] 如果体动状态识别为平静状态 $\text{calm}$ ,且标记不为 $\text{noBreathRate}$ 和 $\text{noHeartRate}$ ,则该段时间内用户的睡眠状态为:“在床”,并输出呼吸中心频率 $f_{\text{breath}}$ ,以及心率中心频率 $f_{\text{heart}}$ ”;

[0030] 如果体动状态识别为 $\text{abnormal}$ ,则该段时间内用户的睡眠状态为:“异常”,并进行提示。

[0031] 有益效果

[0032] 本发明具有操作简单,无需专业人员的辅助与监督,不影响人的正常睡眠,非常适合居家或大规模应用。

## 附图说明

[0033] 图1是本发明方法流程图

[0034] 图2是本发明的系统结构框图;

[0035] 图3是采集处理模块结构框图;

## 具体实施方式

[0036] 一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法,基于床垫、微动传感器,以及采集处理模块,微动传感器置于距离床头40~60cm处,且和心脏位置平齐,微动传感器实时获取被监测对象睡眠中的振动数据,并发送至采集处理模块进行自适应分段处理,之后通过数据处理实时获取被监测对象的睡眠状态参数,

[0037] 其中,微动传感器采用压电薄膜传感器(灵敏度大于 $10\text{mV}/\mu\epsilon$ ),布置在距离床头40~60cm处,大约和心脏位置平齐,可以充分感知心脏跳动和肺部呼吸引起的微动信号。传感器通过数据线将模拟信号传输给采集处理模块。

[0038] 采集处理模块主要由:显示单元、控制按键、实时时钟、传感器接口、信号调理单元、无线传输单元和有线传输单元以及控制单元等功能单元。

[0039] 显示单元为液晶显示装置,用户显示系统日期、时间、当前系统状态等信息。

[0040] 控制按键用于调整系统当前日期、时间,输入用户指令等操作。

[0041] 实时时钟用于维护整个采集处理模块时间/日期系统的正常运行,使得采集到的数据与采集所处的时间相关联。

[0042] 传感器接口用于输入传感器产生的微弱信号。

[0043] 信号调理单元用于对传感器输出的微弱的微振信号进行放大,模数转换等处理,形成数字信号传入控制单元中。

[0044] 无线传输单元,将采集的数据通过无线通信的方式发送给目标接收装置,如电脑或手机等。

[0045] 有线传输单元,将采集的数据通过有线通信的方式发送给目标接收装置,如服务器等。

[0046] 控制单元,用于控制整个系统的运行,包括控制显示单元、检测按键输入、获取实时时钟、获取传感器采集数据,并与采集时间打包,将数据及采集时间通过有线或无线的方式发送等。同时,控制单元对输入的微动信号进行处理,提取可以用于表征睡眠质量的关键参数,以实现监测在床/离床状态、呼吸的识别、心率的识别、体动的识别功能。

[0047] 本发明的特征在于,所述的数据处理方法分为三个阶段,具体如下:

[0048] 第一阶段、体动识别

[0049] 步骤1:将实时采集的数据存放到一个可变长的队列当中;

[0050] 步骤2:当检测到连续三个数据 $d_{i-1}$ 、 $d_i$ 、 $d_{i+1}$ 都超过微动传感器测量范围的 $3/4$ 时,则表明数据点 $i$ 的时刻为一个体动起始点,标记为 $t_{\text{start}}$ ;

[0051] 步骤3:当检测到连续三个数据 $d_{j-1}$ 、 $d_j$ 、 $d_{j+1}$ 都低于量程的 $1/4$ ,则表明数据点 $j$ 对应的时刻为一个体动的结束点,标记为 $t_{\text{stop}}$ ;

[0052] 步骤4:体动状态识别:

[0053] 如果 $t_{\text{stop}}$ 状态出现在从 $t_{\text{start}}$ 开始的1分钟之内,则 $t_{\text{start}}$ 到 $t_{\text{stop}}$ 区间的体动状态识别结果为:正常体动状态bodyMove;

[0054] 如果 $t_{\text{stop}}$ 状态出现在从 $t_{\text{start}}$ 开始的1分钟之外,则 $t_{\text{start}}$ 到 $t_{\text{stop}}$ 区间的体动状态识别结果为:非正常体动状态abnormal;

[0055] 从 $t_{\text{stop}}$ 开始直到再次出现 $t_{\text{start}}$ ,则此区间的体动状态识别结果为:平静状态calm;

[0056] 第二阶段呼吸、心率状态识别

[0057] 其中,呼吸状态识别具体步骤包括:

[0058] 步骤1:设置呼吸带通滤波器参数,即带通滤波器上限 $f_{\text{breathMax}}$ 以及带通滤波器下限 $f_{\text{breathMin}}$ ;

[0059] 步骤2:将标识为平静状态calm的数据段分别通过呼吸带通滤波器,输出滤波后的呼吸数据段breathdata;

[0060] 步骤3:呼吸数据段breathdata经过傅立叶变化后,获取呼吸中心频率 $f_{\text{breath}}$ ;

[0061] 步骤4:如果 $f_{\text{breathMin}} \leq f_{\text{breath}} \leq f_{\text{breathMax}}$ ,呼吸状态识别结果为:正常呼吸状态,并输出 $f_{\text{breath}}$ ,否则呼吸状态识别结果为:非正常呼吸状态,标注为noBreathRate,

[0062] 完成呼吸状态识别;

[0063] 心率状态识别具体步骤包括:

[0064] 步骤1:设置心率带通滤波器参数,即心率带通滤波器上限 $f_{\text{heartMax}}$ 以及心率带通滤波器下限 $f_{\text{heartMin}}$ ;

[0065] 步骤2:将标识为calm状态的数据段分别通过心率带通滤波器,输出滤波后的心率数据段heartdata;

[0066] 步骤3:心率数据段heartdata经过傅立叶变化后,获取心率中心频率 $f_{\text{heart}}$ ;

[0067] 步骤4:如果 $f_{\text{heartMin}} \leq f_{\text{heart}} \leq f_{\text{heartMax}}$ ,心率状态识别结果为:正常心率状态,并输出 $f_{\text{heart}}$ ,否则心率状态识别结果为:非正常心率状态,标注为noHeartRate,完成心率状态识别;

[0068] 上述阶段2需要根据不同年龄阶段对参数进行设定,如年龄为20岁,选取 $f_{\text{breathMin}} = 16$ 次/分,即 $f_{\text{breathMin}} = 0.267\text{Hz}$ ,而取 $f_{\text{breathMax}} = 20$ 次/分, $f_{\text{breathMax}} = 0.333\text{Hz}$ ,各参数取值范围如表1所示。

[0069] 第三阶段用户睡眠状态识别,

[0070] 如果体动状态识别为正常体动状态bodyMove,则该段时间内用户的睡眠状态为:“在床:体动”;

[0071] 如果体动状态识别为平静状态calm,且标记为noBreathRate或noHeartRate,则该段时间内用户的睡眠状态为:“离床”;

[0072] 如果体动状态识别为平静状态calm,且标记不为noBreathRate和noHeartRate,则该段时间内用户的睡眠状态为:“在床”,并输出呼吸中心频率 $f_{\text{breath}}$ ,以及心率中心频率 $f_{\text{heart}}$ ”;

[0073] 如果体动状态识别为abnormal,则该段时间内用户的睡眠状态为:“异常”,并进行提示。

[0074] 表1各年龄段呼吸和心率的范围

[0075]

序号	年龄	呼吸(次/分)	心率(次/分)
1	0~3个月	40~45	120~140
2	3个月~2岁	30~40	110~130
3	2~3岁	25~30	100~120
4	3~8岁	20~25	80~100
5	8~14岁	18~20	70~90

6	大于14岁	16~20	60~80
---	-------	-------	-------

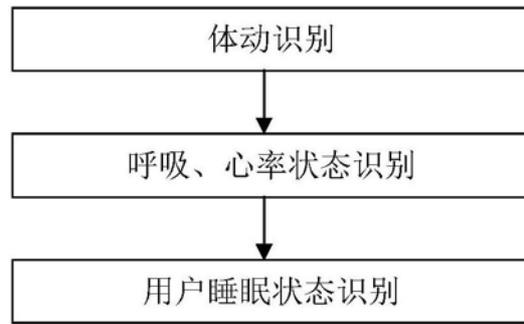


图1

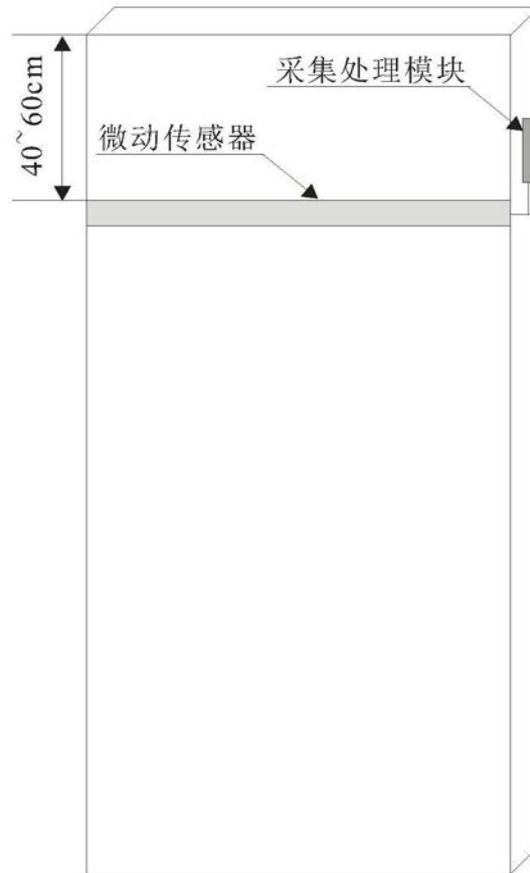


图2

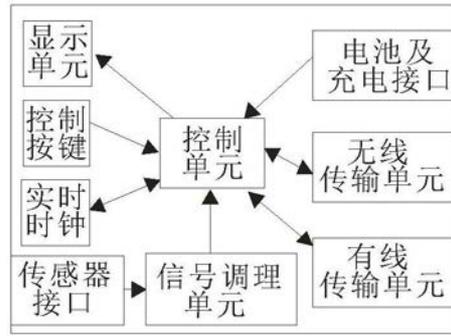


图3

专利名称(译)	一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109567756A</a>	公开(公告)日	2019-04-05
申请号	CN201811634325.X	申请日	2018-12-29
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	王海渊 陈建辉 杨阳 张丽媛 史斌 赵忠诚 钟宁		
发明人	王海渊 陈建辉 杨阳 张丽媛 史斌 赵忠诚 钟宁		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0205		
CPC分类号	A61B5/4806 A61B5/0205 A61B5/6891 A61B5/7225		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种基于人工智能床垫的睡眠状态检测方法，基于床垫、微动传感器，以及采集处理模块，微动传感器置于距离床头40~60cm处，且和心脏位置平齐，微动传感器实时获取被监测对象睡眠中的振动数据，并发送至采集处理模块进行自适应分段处理，之后通过数据处理实时获取被监测对象的睡眠状态参数，所述的数据处理方法分为三个阶段，即体动识别、呼吸和心率状态识别、最终实现用户睡眠状态的识别。本发明具有操作流程简单，无需专业人员的辅助与监督，不影响人的正常睡眠，非常适合居家或大规模应用。

