



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110876621 A
(43)申请公布日 2020.03.13

(21)申请号 201811059253.0

(22)申请日 2018.09.06

(71)申请人 南京大学

地址 210023 江苏省南京市栖霞区仙林大道163号南京大学电子学院

(72)发明人 卞春华 金书扬 李姗 赵灿
方超 赵彬 井红梅 徐忠宝
陈晨 林可玥 展维维 孙凤鸣
吕智超

(51) Int. Cl.

A61B 5/08(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/113(2006.01)

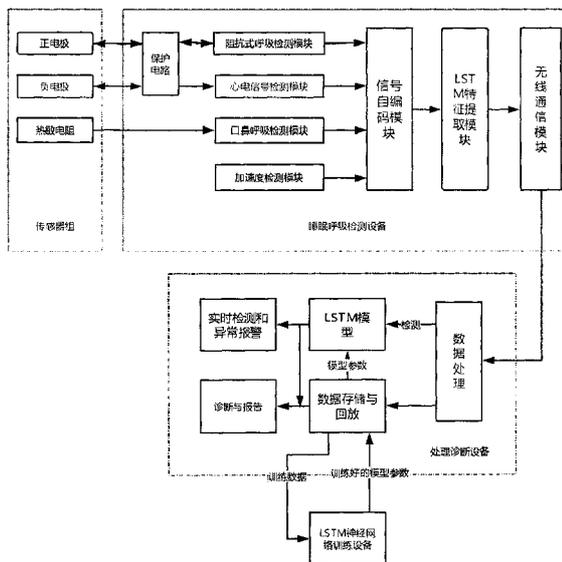
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于LSTM神经网络分类的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,由保护电路、阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块、信号自编码模块、LSTM特征提取模块、无线通信模块的睡眠呼吸检测设备,LSTM神经网络训练设备和基于LSTM神经网络的处理诊断设备,以及用于探测口鼻呼吸气流的热敏电阻传感器,探测人体胸部呼吸和心电图信号的正电极、负电极构成。使用上述装置无需住院,装置简易,不会造成生理、心理负担。本装置同时能够多方位检测人体不同部位呼吸状态,通过LSTM神经网络分类算法,达到睡眠呼吸暂停综合症分类诊断的目的,并且本装置操作简单,可在家中使用。



1. 一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,由传感器组、睡眠呼吸检测设备、信号自编码模块、LSTM特征提取模块、无线通信设备、LSTM神经网络训练设备和基于LSTM神经网络的处理诊断设备构成;传感器组含有用于感应人体胸部呼吸和心电图信号的正电极、负电极,用于感应口鼻呼吸气流的热敏电阻传感器;睡眠呼吸检测设备含有保护电路、阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块;睡眠呼吸检测设备与信号自编码模块相连,信号自编码后经由LSTM特征提取模块组合成LSTM模型的标准输入格式,而后将标注过的输入通过无线通信设备与LSTM神经网络训练设备相连;处理诊断设备含有数据处理模块、数据存储与回放模块、基于LSTM的实时监测与异常报警模块,以及诊断与报告模块。

2. 根据权利要求1所述的一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于信号自编码模块接收检测设备发送的各类信号并进行自编码,而后通过LSTM特征提取 模块转换成LSTM模型的标准输入格式;转换过后的数据通过无线通信设备传输至处理诊断 设备的数据存储与回放模块进行存储与回放,通过训练好的LSTM神经网络进行实时检测与 异常报警,最后通过诊断与报告模块对所存储的记录进行分析诊断并生成报告。

3. 根据权利要求1所述的一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于传感器组和睡眠呼吸检测设备经放大、滤波提取到的阻抗式呼吸检测模块信号、心电 检测模块信号、口鼻呼吸检测模块信号和胸腹加速度检测模块信号四个信号进行采样和自 编码。

4. 根据权利要求1所述的一种睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于LSTM特征提 取模块能够将自编码后的信号数据自动组合成LSTM神经网络模型的标准输入格式。

5. 根据权利要求1所述的一种睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于处理诊断设 备进行实时监测和异常报警前要先训练好内置的LSTM分类模型,训练LSTM分类模型需要大 量标注好分类结果的标准输入。

6. 根据权利要求1所述的一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于基于训练好的LSTM分类模型的处理诊断设备能够接受LSTM特征提取模块通过无线通 信设备提供的标准输入进行睡眠呼吸状态的分类判断。

7. 根据权利要求1所述的一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,其特征 在于处理诊断设备可以基于智能手机、平板电脑、计算机任一实现。

一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可穿戴式智能诊断设备领域,尤其涉及到一种睡眠呼吸暂停综合症检测系统。

背景技术

[0002] 在打鼾的人群中,约有20%的人睡觉时经常出现憋气症状,医学上称之为睡眠呼吸暂停综合症。睡眠呼吸暂停综合症(sleep apnea syndrome,SAS)是指因各种原因导致睡眠状态下出现呼吸暂停和(或)低通气,引起反复的间歇低氧血症、高碳酸血症发作,从而机体发生一系列病理生理改变的临床综合征。调查显示,我国目前约有4000万人患有该疾病。患有该病症的人易产生白天困倦、性格急躁、乏力、工作效率下降等症状,并易发高血压、冠心病、脑血管疾病等。睡眠生理参数的连续动态监测对于人体健康医疗具有重要意义,也是睡眠中的呼吸事件检测的必不可少的技术手段,睡眠中的呼吸事件的检测是临床诊断的重要基础。

[0003] 呼吸暂停是指睡眠过程中口鼻气流完全停止10s以上;低通气是指呼吸气流幅度较基线水平降低50%以上,并伴有血氧饱和度较基础水平下降4%;睡眠呼吸暂停低通气指数(apnea-hypopnea index,AHI)是指每小时睡眠时间内呼吸暂停与低通气的次数之和。

[0004] 根据睡眠呼吸暂停时胸腹部运动的情况,临床上把睡眠呼吸暂停分为三种类型。①阻塞型:指呼吸暂停时胸腹式呼吸仍存在,此型最常见;②中枢型:指呼吸暂停时胸腹式呼吸也消失;③混合型:指一次呼吸暂停过程中,开始时出现中枢型呼吸暂停,继之出现阻塞型呼吸暂停。

[0005] 目前,睡眠呼吸暂停检测普遍采用的方法是对病人在医院进行一整夜的多导电生理睡眠检测仪(Polysomnography,PSG)监测。PSG监测的生理参数较多,有利于医生综合判断给出准确的诊断结果。但同时由于PSG采用的传感器众多,设备体积大不便移动,患者需住院监测,由此带来的睡眠环境的改变及监测设备的影响导致入睡困难,进而影响诊断的准确性。并且监测设备价格昂贵,操作复杂,难以在家庭中推广应用。而如今在家庭中广泛使用的设备中多为对某一单一部位的测量,不能全面的对人体呼吸进行分析,难以准确定位诊断。

[0006] 专利CN201210010908公开了一种对阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合症患者的初筛系统,该系统使用胸部绑带和腹部绑带监测胸腹呼吸运动。专利CN201420109006公开了一种便携式睡眠呼吸暂停低通气综合症筛查装置,该装置仅使用血氧探头测量脉搏波、血氧值和脉率值,通过氧减饱和度指数判断是否是睡眠呼吸暂停低通气综合症患者及严重程度。

[0007] 上述现有技术存在的问题是,使用绑带的方式需使用者自行调整绑带的松紧程度,过松会测量不到较小的呼吸运动,过紧会引起使用者的不适,影响正常的呼吸运动,均会影响测量的精度;使用血氧探头,无法直接探测呼吸运动,只有在呼吸暂停时间较长,造成血氧饱和度有显著下降时,才能检测到呼吸暂停事件,研究表明只有少部分的呼吸暂停

事件会引起血氧饱和度的变化。

发明内容

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:

[0009] 一种基于LSTM深度神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统,由传感器组、睡眠呼吸检测设备、信号自编码模块、LSTM特征提取模块、无线通信设备、LSTM神经网络训练设备和基于LSTM神经网络的处理诊断设备构成;传感器组含有用于感应人体胸部呼吸和心电图信号的正电极、负电极,用于感应口鼻呼吸气流的热敏电阻传感器;睡眠呼吸检测设备含有保护电路、阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块;睡眠呼吸检测设备与信号自编码模块相连,信号自编码后经由LSTM特征提取模块组合成LSTM模型的标准输入格式,而后将标注过的输入通过无线通信设备与处理诊断设备或者LSTM神经网络训练设备相连;处理诊断设备含有数据处理模块、数据存储与回放模块、基于LSTM的实时监测与异常报警模块,以及诊断与报告模块。

[0010] 所述处理设备中的信号自编码模块、LSTM特征提取模块接收检测设备发送的各类信号并进行处理;处理后的数据通过数据存储与回放模块进行存储与回放,同时通过基于训练好的LSTM神经网络的实时检测与异常报警模块检测呼吸与心电图的异常事件并进行报警,最后通过诊断与报告模块对所存储的记录进行分析诊断并生成报告。

[0011] 所述心电信号检测模块提供心电信号的放大与滤波功能。

[0012] 所述加速度传感器提供了睡眠时人体腹部呼吸状态以及睡眠体位状态的功能,通过加速度传感器数值变化获取腹部呼吸状态,并定时通过重力加速度方向的测量实现体位信号的采集传输到所述信号自编码模块。

[0013] 所述正电极、负电极用于将所述阻抗式呼吸检测模块的激励信号施加到人体,并同时检测反馈信号以测量胸部阻抗获得胸部呼吸信号;所述正、负电极同时也用于感应心电信号,输出至所述心电信号检测模块。

[0014] 所述热敏电阻呼吸流量检测模块通过检测鼻息与口腔呼吸气流的温度变化,获取呼吸信号,并对所获取信号进行放大滤波,到达所述信号自编码模块。

[0015] 所述处理诊断设备可以基于智能手机、平板电脑、计算机任一实现。

[0016] 使用上述装置无需住院,装置简易,不会造成生理、心理负担。本装置同时能够多方位检测人体不同部位呼吸状态,达到睡眠呼吸暂停综合症分类诊断的目的,并且本装置操作简单,可在家中使用。

附图说明

[0017] 图1本发明人体示例图

[0018] 图2本发明的结构框图

[0019] 图3睡眠呼吸暂停综合症监测及分类诊断软件流程功能框图

具体实施方式

[0020] 本发明的目的在于提供用于进行人体睡眠状态下的呼吸暂停事件检测,睡眠呼吸暂停综合症的分类诊断,心血管健康状况的评估以及睡眠体位的检测,可用于亚健康人群

的自我监测。系统包括可穿戴式的传感器组、睡眠呼吸检测设备,以及处理诊断设备。系统设计可尽量减少对人体正常睡眠的影响,将数据存储、分析、显示,诊断分析等需较高性能硬件支持的功能可基于智能终端设备设计,最大程度降低设备成本。

[0021] 下面结合附图对本发明实施实例中的技术方案进行清楚、完善地描述,显然,所描述的实施例仅仅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创造性劳动前提下所获得的所有其他的实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 如图1和图2所示,本系统包括:保护电路、阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块、信号自编码模块、LSTM特征提取模块、无线通信模块的睡眠呼吸检测设备1,用于探测口鼻呼吸气流的热敏电阻传感器2,探测人体胸部呼吸和心电图信号的正电极3,负电极4,LSTM神经网络训练设备5,以及基于LSTM神经网络前向传播的处理诊断设备6。

[0023] 正电极3和负电极4通过保护电路与阻抗式呼吸检测模块和心电信号检测模块相连;热敏电阻传感器与口鼻呼吸检测模块相连;阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块分别通过信号自编码模块以及LSTM特征提取模块与无线通信模块相连;无线通信模块又与处理诊断设备6相连;处理诊断设备6含有数据处理模块、数据存储与回放模块、基于LSTM的实时监测与异常报警模块,以及诊断与报告模块。

[0024] 在本实施例中,正电极3、负电极4分别置于人体左胸部与右胸部,用于感应胸部呼吸及心电信号;正电极3、负电极4将阻抗式呼吸检测模块的激励信号施加到人体,同时检测反馈信号获得胸部呼吸信号;正、负电极3、4同时用于感应心电信号,传输至心电信号检测模块。

[0025] 心电信号检测模块提供心电信号的放大与滤波功能。心电信号经心电电极的感应,通过导联线到达所述保护电路,经过心电信号检测模块进行放大与滤波,到达信号自编码模块。

[0026] 热敏电阻呼吸气流检测模块通过检测鼻息与口腔呼吸气流的温度变化,获取呼吸信号,并对所获取信号进行放大滤波,到达所述信号自编码模块。

[0027] 在本实施例中热敏电阻传感器3置于人体的口鼻处,用于检测口鼻呼吸气流并采集温度信号,然后将相关信号传输至口鼻呼吸检测模块,再传递到信号自编码模块。

[0028] 在本实施例中加速度检测模块置于睡眠呼吸检测设备1内,睡眠呼吸检测设备1置于人体腹部。通过加速度传感器数值变化获取腹部呼吸状态,并定时通过重力加速度方向的测量实现体位信号的采集传输到所述信号自编码模块,以实现腹部呼吸信号以及人体睡眠体位的检测。

[0029] 信号自编码模块将呼吸、心电及体位信号进行自编码后,经由LSTM特征提取模块转换成LSTM模型标准输入格式,通过无线通信模块发送给处理诊断设备6进行进一步的处理。

[0030] LSTM神经网络训练设备5对处理诊断设备6中数据存储与回放模块中存储的数据进行标注并通过反向传播训练LSTM模型的参数,将收敛成功的模型的参数保存到起来,等待实时监测时进行调用。

[0031] 处理诊断设备6可基于(包括但不限于)智能手机,平板电脑,计算机或类似的具有

计算功能的自制设备实现。

[0032] 处理诊断设备6包括数据处理模块、数据存储与回放模块、基于LSTM的实时监测与异常报警模块,以及诊断与报告模块,可实现睡眠生理信号的数据处理、存储回放,睡眠呼吸暂停、实时检测与报警、睡眠呼吸暂停的分类诊断、睡眠体位的检测功能。在本实施例中是基于智能终端的监测软件形式实现。

[0033] 图3是一种智能终端监测软件实现方式的流程示意图。

[0034] 监测软件对首先对处理诊断设备进行初始化,其后由用户进行功能选择。如果进行实时监测,则需要建立无线通信来接收数据,经过数据处理和基于训练好的LSTM模型实时分析,判断心电图与呼吸是否异常;如果存在心电或呼吸异常,监测软件可控制智能终端发出声音或振动警报,并对上述处理后的数据进行存储;如果用户选择回放功能,则监测软件读取已存储的记录,进行心电图分析、睡眠体位分析和呼吸暂停统计分析,并根据呼吸暂停时胸腹部的运动情况以及LSTM的分类判断辅助进行分类诊断,判断人体睡眠呼吸暂停是阻塞型、中枢型或混合型,最后生成并显示报告。

[0035] 最后说明的是,以上结合附图所描述的实施例仅是本发明的优选实施方式,而并非本发明的保护范围的限定,任何基于本发明精神所做的改进或者等同替换,只要不脱离本发明的精神和范围,均应涵盖在本发明保护范围之内。

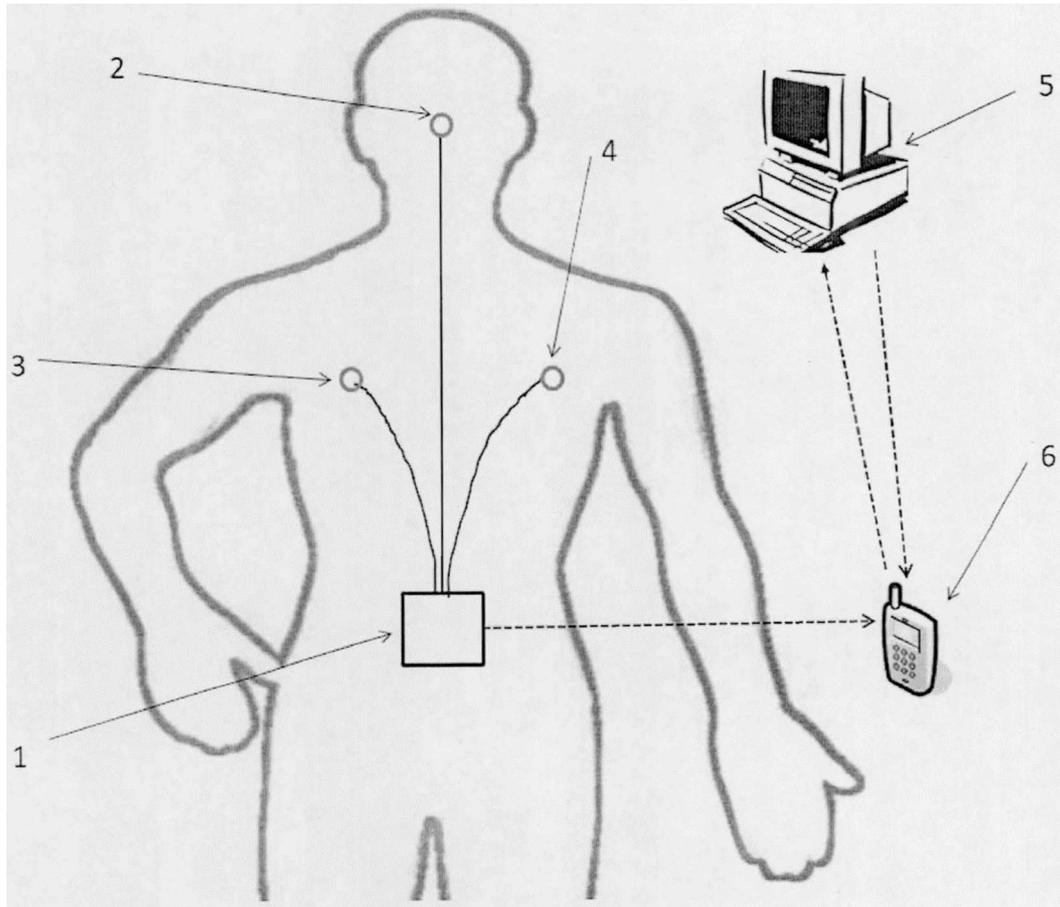


图1

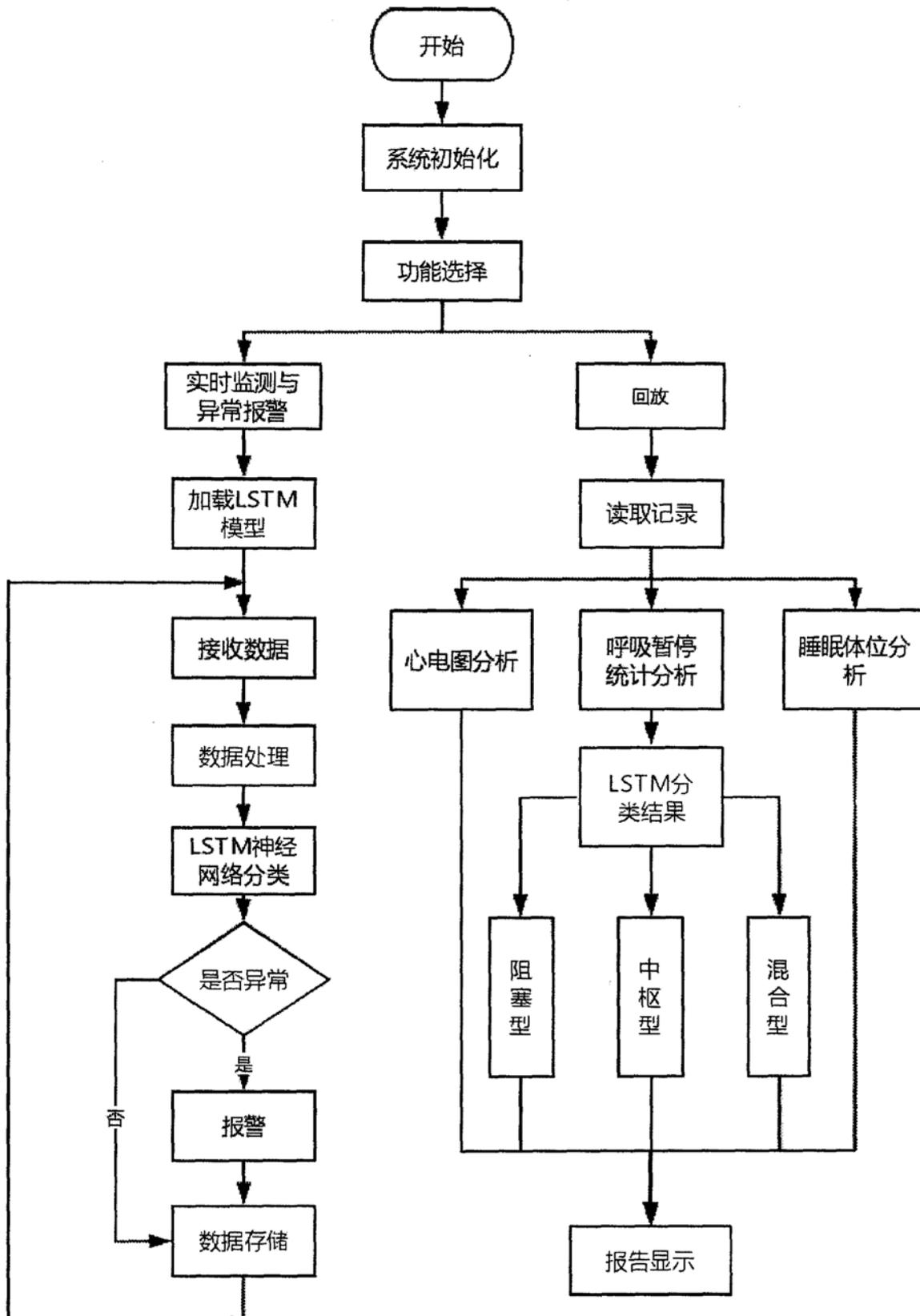


图3

专利名称(译)	一种基于神经网络的睡眠呼吸暂停综合症检测系统		
公开(公告)号	CN110876621A	公开(公告)日	2020-03-13
申请号	CN201811059253.0	申请日	2018-09-06
[标]申请(专利权)人(译)	南京大学		
申请(专利权)人(译)	南京大学		
当前申请(专利权)人(译)	南京大学		
[标]发明人	卞春华 李姗 赵灿 方超 赵彬 徐忠宝 陈晨 孙凤鸣 吕智超		
发明人	卞春华 金书扬 李姗 赵灿 方超 赵彬 井红梅 徐忠宝 陈晨 林可玥 展维维 孙凤鸣 吕智超		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/0402 A61B5/00 A61B5/113		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/0826 A61B5/113 A61B5/4818 A61B5/7235 A61B5/746		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于LSTM神经网络分类的睡眠呼吸暂停综合症检测系统，由保护电路、阻抗式呼吸检测模块、心电信号检测模块、加速度检测模块、口鼻呼吸检测模块、信号自编码模块、LSTM特征提取模块、无线通信模块的睡眠呼吸检测设备，LSTM神经网络训练设备和基于LSTM神经网络的处理诊断设备，以及用于探测口鼻呼吸气流的热敏电阻传感器，探测人体胸部呼吸和心电图信号的正电极、负电极构成。使用上述装置无需住院，装置简易，不会造成生理、心理负担。本装置同时能够多方位检测人体不同部位呼吸状态，通过LSTM神经网络分类算法，达到睡眠呼吸暂停综合症分类诊断的目的，并且本装置操作简单，可在家中使用。

