



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109157202 A

(43)申请公布日 2019.01.08

(21)申请号 201811085130.4

(22)申请日 2018.09.18

(71)申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 徐礼胜 杨壹程 王红菊 朱超 齐林 郝丽玲

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 刘晓岚

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/145(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

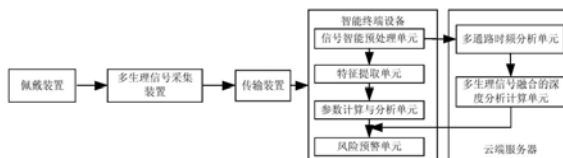
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统

(57)摘要

本发明提供基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,涉及可穿戴健康医疗监测技术领域。该系统包括佩戴装置、多生理信号采集装置、传输装置、智能终端设备和云端服务器;多生理信号采集装置和传输装置均设置在佩戴装置上;多生理信号采集装置采集被检测者的生理信号并通过传输装置将采集的生理信号数据传输到智能终端设备;智能终端设备内置程序,判断被检测者是否有心血管疾病风险,并将处理的生理信号传送至云端服务器;所述云端服务器内置程序,对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断,并反馈给智能终端;本发明提供的基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,为心脏功能的评估和心脏疾病的诊断提供更加准确的参考。



1. 一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在於:包括佩戴装置、多生理信号采集装置、传输装置、智能终端设备和云端服务器;所述佩戴装置佩戴在被检测者手腕部,所述多生理信号采集装置和传输装置均设置在佩戴装置上;所述多生理信号采集装置用于采集被检测者的生理信号;所述传输装置用于将多生理信号采集装置采集的生理信号数据传输到智能终端设备;所述智能终端设备内置程序,用于将被检测者的生理信号进行处理,判断该被检测者是否有心血管疾病风险,进行疾病风险预警,辅助医生诊断,并将处理的生理信号传送至云端服务器;所述云端服务器内置程序,基于深度学习的疾病智能分类方法,根据已经训练过的疾病种类对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断,并将结果反馈给智能终端;

所述智能终端内置的程序包括信号智能预处理单元、特征提取单元和参数计算与分析单元和风险预警单元;所述信号智能预处理单元实现对多生理信号采集装置采集的多生理信号进行预处理,并将预处理的多生理信号传输到云端服务器;所述特征提取单元对经过预处理的人体多种生理信号波形进行特征点提取;所述参数计算与分析单元包括时域参数计算与分析模块和频域参数计算与分析模块;所述时域参数计算与分析模块根据多生理信号特征提取结果,进行各生理信号的时域参数计算与分析;所述频域参数计算与分析模块根据多生理信号的时频分析结果进行频域参数计算与分析,求其傅里叶变换后的幅频特性;所述风险预警单元根据多种生理信号参数的实时时频域分析结果及云端服务器的反馈结果,进行疾病风险预警,辅助医生诊断;

所述云端服务器内置的程序包括多通路时频分析单元和多生理信号融合的深度分析计算单元;所述多通路时频分析单元包括时域分析模块和频域分析模块;所述时域分析模块对采集到的多生理信号数据分别进行恒等映射和下采样变换,获得恒等映射后的多生理信号数据,使用下采样变换来生成不同时间尺度的时间序列草图,由此获得多个不同下采样率的输入时间序列;所述频域分析模块对采集到的多生理信号数据采用具有多个平滑度的低频滤波器去除高频干扰和随机噪声,根据不同平滑度利用不同窗口的移动平均,获得多频率的输入时间序列;所述多生理信号融合的深度分析计算单元将多通路时频分析单元获得的结果输入到卷积神经网络中进行卷积运算;在全连接层或其他分类器中进行信息汇总,获得分类结果;最后,将佩戴者的多生理信号测量数据与训练得到的不同心血管疾病的特征比对,得到心血管疾病风险分类结果,并将结果反馈给智能终端。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在於:所述佩戴装置包括弹性腕带、外壳和表盘;所述弹性腕带由柔软质地的材料制成,弹性腕带外侧中间位置为两个纽扣;弹性腕带的外侧安装表盘,弹性腕带两端为用于固定弹性腕带的魔术贴;所述外壳安装于表盘外部,形成表盘结构,用于封装硬件电路;所述表盘的背面安装金属扣,金属扣与弹性腕带上的纽扣连接固定,连接弹性腕带和表盘;所述多生理信号采集装置固定在弹性腕带上。

3. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在於:所述多生理信号采集装置包括心电采集装置和脉搏采集装置;所述心电采集装置包括金属电极和两个导电织物电极,两个导电织物电极与金属电极构成心电信号采集的三个电极;所述两个导电织物电极分别嵌入弹性腕带内侧,所述金属电极安装在表盘的背面;所述脉搏采集装置镶嵌于外壳表面,采用光电脉搏血氧传感器,分别接收红光和红外光两

束光经过受试者手指的反射光强度,采用光电容积法进行脉搏波的采集,得到两路不同的脉搏波波形;所述心电采集装置和脉搏采集装置的输出端均连接传输装置。

4. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在于:所述信号智能预处理单元包括第一处理模块和第二处理模块;所述第一处理模块去除多生理信号中的低质量不可信信号;所述第二处理模块对多生理信号中的高质量可信信号进行信号处理;所述第二处理模块,包括去基线漂移模块、去工频干扰模块和去高频干扰模块;所述去基线漂移模块,对多生理信号中的高质量可信信号去除基线漂移,得到去除基线漂移的生理信号;所述去工频干扰模块,对去除基线漂移的多生理信号去除工频干扰,得到去除工频干扰的信号;所述去高频干扰模块,对去除工频干扰的多生理信号去除高频噪声干扰,得到去除高频噪声干扰的信号,作为进行特征提取的输入信号。

5. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在于:所述传输装置采用无线收发模块与智能终端设备连接,实现多生理信号采集装置与智能终端设备的实时通讯。

6. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在于:所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括均设置在表盘内的滤波装置和AD转换装置;所述滤波装置和AD转换装置均与多生理信号采集装置的输出端相连,为多生理采集装置的输出信号进行滤波和AD转换,AD转换后的多生理信号经无线收发模块传输到智能终端设备。

7. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在于:所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括为滤波装置以及AD转换装置提供参考电压的电源管理模块;所述电源管理模块包括电源管理电路和电池;电源管理电路采用电源管理芯片实现锂电池安全充放电,并提供+3V稳定电压,稳压芯片将+3V电压转换成+2.5V电压,为滤波装置以及AD转换装置供电并提供稳定的参考电压。

8. 根据权利要求1所述的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,其特征在于:所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括存储模块;所述存储模块选用大容量的存储介质,保证连续存储24小时以上数据,用于存储AD转换后的多生理信号原始信号、计算所得多生理信号参数以及多生理信号的时频域分析结果。

一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可穿戴健康医疗监测技术领域,尤其涉及一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统。

背景技术

[0002] 心血管疾病已经成为一种非常普遍的疾病,严重威胁着人类的健康。然而,在我国医疗资源相对匮乏、老龄化加剧的大背景下,智能化、个性化的医疗诊断方式拥有巨大的发展前景。未来,能够融合多生理参数的可穿戴健康监护设备将成为数字化移动医疗的主力军。

[0003] 在众多生理信号中,心电信号是检测心脏疾病的重要手段,尤其是具有突发性和随机性的心血管疾病。而脉搏波呈现出的形态、强度和速率等方面的信息,反映人体心血管系统的重要生理病理信息。心电和脉搏信号属于微弱信号,幅值低,频率低,所以在提取心脉信号的过程中,极易受到各种干扰。

[0004] 专利号为201710169969.5的发明专利提出了一种基于电子表皮的心电监测装置,检测心率、心电,并进行信号处理和传输。上述专利皆从测量心电、心率参数入手提供健身、医疗参考方案。然而,在获得准确心电信号的前提下,没有实现多路生理信号联合监测和参考,以及根据不同患者的多生理参数检测和心电信号分析,进行深度融合,从而对疾病的进行再起筛查诊断和个性化心血管疾病风险预警;专利号为201510873447.4的发明专利提出了一种基于多通道柔性融合的生理信号检测系统,解决了多通道二元检测存在的冲突性信息融合问题,以及专利号为201680078461.8的发明专利提出了一种生理参数信号融合处理方法、装置及系统,解决了多种生理参数间的联合判断机制,这两项专利主要是针对医生在多生理信号联合诊断的过程中,为医生诊断提供辅助决策方案,但是没有提供实时的疾病诊断和预警结果。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是针对上述现有技术的不足,提供一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,实现对心血管疾病风险进行预警。

[0006] 一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,包括佩戴装置、多生理信号采集装置、传输装置、智能终端设备和云端服务器;所述佩戴装置佩戴在被检测者手腕部,所述多生理信号采集装置和传输装置均设置在佩戴装置上;所述多生理信号采集装置用于采集被检测者的生理信号;所述传输装置用于将多生理信号采集装置采集的生理信号数据传输到智能终端设备;所述智能终端设备内置程序,用于将被检测者的生理信号进行处理,判断该被检测者是否有心血管疾病风险,进行疾病风险预警,辅助医生诊断,并将处理的生理信号传送至云端服务器;所述云端服务器内置程序,基于深度学习的疾病智能分类方法,根据已经训练过的疾病种类对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断,并将结果反馈给智能终端;

[0007] 所述智能终端内置的程序包括信号智能预处理单元、特征提取单元和参数计算与分析单元和风险预警单元；所述信号智能预处理单元实现对多生理信号采集装置采集的多生理信号进行预处理，并将预处理的多生理信号传输到云端服务器；所述特征提取单元对经过预处理的人体多种生理信号波形进行特征点提取；所述参数计算与分析单元包括时域参数计算与分析模块和频域参数计算与分析模块；所述时域参数计算与分析模块根据多生理信号特征提取结果，进行各生理信号的时域参数计算与分析；所述频域参数计算与分析模块根据多生理信号的时频分析结果进行频域参数计算与分析，求其傅里叶变换后的幅频特性；所述风险预警单元根据多种生理信号参数的实时时频域分析结果及云端服务器的反馈结果，进行心血管疾病风险预警，辅助医生诊断；

[0008] 所述云端服务器内置的程序包括多通路时频分析单元和多生理信号融合的深度分析计算单元；所述多通路时频分析单元包括时域分析模块和频域分析模块；所述时域分析模块对采集到的多生理信号数据分别进行恒等映射和下采样变换，获得恒等映射后的多生理信号数据，使用下采样变换来生成不同时间尺度的时间序列草图，由此获得多个不同下采样率的输入时间序列；所述频域分析模块对采集到的多生理信号数据采用具有多个平滑度的低频滤波器去除高频干扰和随机噪声，根据不同平滑度利用不同窗口的移动平均，获得多频率的输入时间序列；所述多生理信号融合的深度分析计算单元将多通路时频分析单元获得的结果输入到卷积神经网络中进行卷积运算；在全连接层或其他分类器中进行信息汇总，获得分类结果；最后，将佩戴者的多生理信号测量数据与训练得到的不同心血管疾病的特征比对，得到心血管疾病风险分类结果，并将结果反馈给智能终端。

[0009] 优选地，所述佩戴装置包括弹性腕带、外壳和表盘；所述弹性腕带由柔软质地的材料制成，弹性腕带外侧中间位置为两个纽扣；弹性腕带的外侧安装表盘，弹性腕带两端为用于固定弹性腕带的魔术贴；所述外壳安装于表盘外部，形成表盘结构，用于封装硬件电路；所述表盘的背面安装金属扣，金属扣与弹性腕带上的纽扣连接固定，连接弹性腕带和表盘；所述多生理信号采集装置固定在弹性腕带上。

[0010] 优选地，所述多生理信号采集装置包括心电采集装置和脉搏采集装置；所述心电采集装置包括金属电极和两个导电织物电极，两个导电织物电极与金属电极构成心电信号采集的三个电极；所述两个导电织物电极分别嵌入弹性腕带内侧，所述金属电极安装在表盘的背面；所述脉搏采集装置镶嵌于外壳表面，采用光电脉搏血氧传感器，分别接收红光和红外光两束光经过受试者手指的反射光强度，采用光电容积法进行脉搏波的采集，得到两路不同的脉搏波波形；所述心电采集装置和脉搏采集装置的输出端均连接传输装置。

[0011] 优选地，所述信号智能预处理单元包括第一处理模块和第二处理模块；所述第一处理模块去除多生理信号中的低质量不可信信号；所述第二处理模块对多生理信号中的高质量可信信号进行信号处理；所述第二处理模块，包括去基线漂移模块、去工频干扰模块和去高频干扰模块；所述去基线漂移模块，对多生理信号中的高质量可信信号去除基线漂移，得到去除基线漂移的生理信号；所述去工频干扰模块，对去除基线漂移的多生理信号去除工频干扰，得到去除工频干扰的信号；所述去高频干扰模块，对去除工频干扰的多生理信号去除高频噪声干扰，得到去除高频噪声干扰的信号，作为进行特征提取的输入信号。

[0012] 优选地，所述传输装置采用无线收发模块与智能终端设备连接，实现多生理信号采集装置与智能终端设备的实时通讯。

[0013] 优选地,所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括均设置在表盘内的滤波装置和AD转换装置;所述滤波装置和AD转换装置均与多生理信号采集装置的输出端相连,为多生理采集装置的输出信号进行滤波和AD转换,AD转换后的多生理信号经无线收发模块传输到智能终端设备。

[0014] 优选地,所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括为滤波装置以及AD转换装置提供参考电压的电源管理模块;所述电源管理模块包括电源管理电路和电池;电源管理电路采用电源管理芯片实现锂电池安全充放电,并提供+3V稳定电压,稳压芯片将+3V电压转换成+2.5V电压,为滤波装置以及AD转换装置供电并提供稳定的参考电压。

[0015] 优选地,所述基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括存储模块;所述存储模块选用大容量的存储介质,保证连续存储24小时以上数据,用于存储AD转换后的多生理信号原始信号、计算所得多生理信号参数以及多生理信号的时频域分析结果。

[0016] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本发明提供的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,可调整腕带绑带松紧,设备体积小,使用的导电织物电极,材质柔软,与人体皮肤贴合性好,大大减少传统设备对皮肤的不适,为设备长期佩戴和监测提供了极大的方便与舒适,并且具有较强抗干扰能力、能够长时间稳定测量;能同步采集心电图、脉搏、血压等多路重要生理信号。心电图、脉搏、心率等多生理信号精度与专业设备同步采集比对,能提供更准确、丰富的疾病判断依据,是一款临床级的可穿戴多生理信号监测装置。与现有的可穿戴设备相比,本发明同步采集到的生理信号更多、准确度更高;并采用两种方法进行心血管的疾病风险的预警,在智能终端设备中根据多种生理信号的时频域参数计算结果,进行实时疾病预诊断;在云端服务器中基于深度学习的疾病智能分类方法对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断,并将结果反馈给智能终端,进行心血管疾病风险预警。为心脏功能的评估和心脏疾病的诊断提供更加准确的参考。

附图说明

[0017] 图1为本发明实施例提供的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统的结构框图;

[0018] 图2为本发明实施例提供的佩戴装置的结构示意图,其中,(a)为立体结构示意图,(b)为平面结构示意图;

[0019] 图3为本发明实施例提供的表盘立体结构示意图;

[0020] 图4为本发明实施例提供的表盘结构示意图,其中,(a)为表盘正面结构示意图,(b)为表盘背面结构示意图;

[0021] 图5为本发明实施例提供的采用本发明的基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统及装置进行心血管疾病风险预警的流程图;

[0022] 图6为本发明实施例提供的云端服务器对预处理的多生理信号进行疾病智能分类的流程图;

[0023] 图7为本发明实施例提供的多生理信号融合的深度分析计算单元的结构框图。

[0024] 图中,701、导电织物电极;702、魔术贴;703、纽扣;801、脉搏采集装置;802、金属电极;金属扣803。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0026] 一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统,如图1所示,包括佩戴装置、多生理信号采集装置、传输装置、智能终端设备和云端服务器;佩戴装置佩戴在被检测者手腕部,多生理信号采集装置和传输装置均设置在佩戴装置上;多生理信号采集装置用于采集被检测者的生理信号;传输装置用于将多生理信号采集装置采集的生理信号数据传输到智能终端设备;智能终端设备内置程序,用于将被检测者的生理信号进行处理,判断该被检测者是否有疾病风险,进行心血管疾病风险预警,辅助医生诊断,并将处理的生理信号传送至云端服务器;云端服务器内置程序,基于深度学习的疾病智能分类方法,根据已经训练过的疾病种类对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断,并将结果反馈给智能终端;

[0027] 智能终端内置的程序包括信号智能预处理单元、特征提取单元和参数计算与分析单元和风险预警单元;信号智能预处理单元实现对多生理信号采集装置采集的多生理信号进行预处理,并将预处理的多生理信号传输到云端服务器;特征提取单元对经过预处理的人体多种生理信号波形进行特征点提取;参数计算与分析单元包括时域参数计算与分析模块和频域参数计算与分析模块;时域参数计算与分析模块根据多生理信号特征提取结果,进行各生理信号的时域参数计算与分析;频域参数计算与分析模块根据多生理信号的时频分析结果进行频域参数计算与分析,求其傅里叶变换后的幅频特性;风险预警单元根据多种生理信号参数的实时时频域分析结果及云端服务器的反馈结果,进行疾病风险预警,辅助医生诊断;

[0028] 云端服务器内置的程序包括多通路时频分析单元和多生理信号融合的深度分析计算单元;多通路时频分析单元包括时域分析模块和频域分析模块;时域分析模块对采集到的多生理信号数据分别进行恒等映射和下采样变换,获得恒等映射后的多生理信号数据,使用下采样变换来生成不同时间尺度的时间序列草图,由此获得多个不同下采样率的输入时间序列;频域分析模块对采集到的多生理信号数据采用具有多个平滑度的低频滤波器去除高频干扰和随机噪声,根据不同平滑度利用不同窗口的移动平均,获得多频率的输入时间序列;多生理信号融合的深度分析计算单元将多通路时频分析单元获得的结果输入到卷积神经网络中进行卷积运算;在全连接层或其他分类器中进行信息汇总,获得分类结果;最后,将佩戴者的多生理信号测量数据与训练得到的不同心血管疾病的特征比对,得到心血管疾病风险分类结果,并将结果反馈给智能终端。

[0029] 本发明的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括均设置在表盘内的滤波装置和AD转换装置;滤波装置和AD转换装置均与多生理信号采集装置的输出端相连,为多生理采集装置的输出信号进行滤波和AD转换,AD转换后的多生理信号经蓝牙无线收发模块传输到智能终端设备。

[0030] 本发明的一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统还包括为滤波装置以及AD转换装置提供参考电压的电源管理模块和存储模块;电源管理模块包括电源管理电路和电池;电源管理电路采用电源管理芯片实现锂电池安全充放电,并提供+3V稳定电压,稳压芯片将+3V电压转换成+2.5V电压,为滤波装置以及AD转换装置供电并提供稳定的参考电压;存储模块选用大容量的存储介质,保证连续存储24小时以上数据,用于存储AD转

换后的多生理信号原始信号、计算所得多生理信号参数以及多生理信号的时频域分析结果。

[0031] 佩戴装置如图2所示,包括弹性腕带、外壳和表盘;所述弹性腕带由柔软质地的材料制成,具有舒适性和可伸缩性,适应不同手腕大小,弹性腕带绑缚于左手腕部,弹性腕带外侧中间位置为两个纽扣703;弹性腕带的外侧安装表盘,弹性腕带两端为用于固定弹性腕带的魔术贴702,外壳安装于表盘外部,形成如图3所示的表盘结构,用于封装硬件电路;表盘的背面安装金属扣803,金属扣803与弹性腕带上的纽扣703连接固定,连接弹性腕带和表盘,为穿戴者的舒适化佩戴和长期稳定信号采集提供保障;多生理信号采集装置固定在弹性腕带上,可以个性化调整绑带松紧,使用者长期穿着也不会产生不适感,穿戴舒适性高,并且具有较强抗干扰能力、能够长时间稳定测量。

[0032] 多生理信号采集装置包括心电采集装置和脉搏采集装置;心电采集装置包括金属电极802和两个导电织物电极701,两个导电织物电极701与金属电极802构成心电信号采集的三个电极;两个导电织物电极701分别嵌入弹性腕带内侧;如图4所示,金属电极802安装在表盘的背面;脉搏采集装置镶嵌于外壳表面,采用光电脉搏血氧传感器,分别接收红光和红外光两束光经过受试者手指的反射光强度,采用光电容积法进行脉搏波的采集,得到两路不同的脉搏波波形;心电采集装置和脉搏采集装置的输出端均连接传输装置。当基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统进行疾病风险预警时,受试者的右手置于表盘正面,且右手的一个手指尖置于脉搏采集装置801上,右手其他手指置于心电采集装置金属电极802上,可以实现同步采集多路生理信号。该设备体积小,佩戴方便,与现有的可穿戴设备相比,得到的生理参数更多,能提供更准确、丰富的疾病判断依据,真正做到精准心血管疾病风险预警、辅助医生治疗。在心电信号获取方面,采用干电极(导电织物和金属薄膜)的信号采集传感器,与通常使用的一次性电极贴片不同,干电极可重复使用,避免了资源浪费。同时,导电织物更加柔软,与人体皮肤贴合性好,大大减少传统设备对皮肤的不适,给需要长期进行监测的使用者带来了极大的方便与舒适。

[0033] 信号智能预处理单元包括第一处理模块和第二处理模块第一处理模块去除多生理信号中的低质量不可信信号;第二处理模块对多生理信号中的高质量可信信号进行信号处理;第二处理模块,包括去基线漂移模块、去工频干扰模块和去高频干扰模块;去基线漂移模块,对多生理信号中的高质量可信信号去除基线漂移,得到去除基线漂移的生理信号;去工频干扰模块,对去除基线漂移的多生理信号去除工频干扰,得到去除工频干扰的信号;去高频干扰模块,对去除工频干扰的多生理信号去除高频噪声干扰,得到去除高频噪声干扰的信号,作为进行特征提取的输入信号。

[0034] 传输装置采用无线收发模块与智能终端设备连接,实现多生理信号采集装置与智能终端设备的实时通讯。

[0035] 本实施例以心电信号和脉搏信号为例,采用本发明的基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统进行心血管疾病风险预警,如图5所示,包括以下步骤:

[0036] 步骤1、多生理信号采集装置采集心电信号、脉搏波信号等人体多种生理信号,并通过滤波装置和AD转换装置进行滤波和AD转换,AD转换后的多生理信号经无线传输到智能终端设备;

[0037] 步骤2、信号智能预处理单元对采集的多生理信号(如心电、脉搏波等)进行信号预

处理,具体方法为:

[0038] 第一处理模块去除多生理信号(如心电、脉搏等)中的低质量不可信信号;具体地,以心电信号为例,若心电信号幅值变化超过设定阈值,则心电信号为低质量不可信信号,否则判断基线漂移程度:若基线漂移程度未超过设定阈值,则心电信号为高质量可信信号,否则心电信号为低质量不可信信号;

[0039] 第二处理模块对多生理信号(如心电、脉搏等)中的高质量可信信号进行信号处理;其中,去基线漂移模块采用均值滤波方法对基线漂移程度大于设定值的多生理信号(如心电、脉搏等)处理得到基线漂移信号,采用曲线拟合方法对基线漂移程度小于设定值的生理信号处理得到基线漂移信号;用原信号减去的基线漂移信号后,得到去除基线漂移的校正的信号。去工频干扰模块,选择小波基函数对去除基线漂移的多生理信号(如心电、脉搏等)进行分解;对各层小波系数进行傅里叶分解;找到50Hz到60Hz的工频干扰所对应频率的小波系数,并置将其零,其他频率小波系数保持不变;根据当前的各小波系数做小波逆变换,重构信号,即得到去除工频干扰的生理信号。去高频干扰模块,根据多种生理信号的噪声特点,选择小波基函数对去除工频干扰的生理信号做多层小波分解变换;对各层小波系数分别做门限软阈值处理,降低高频部分的小波系数,去除高频噪声干扰;对门限阈值处理后的小波系数做小波逆变换,重构生理信号,即得到去除高频噪声干扰的生理信号。

[0040] 步骤3、智能终端和云端服务器分别对预处理的多生理信号进行处理,具体方法为:

[0041] 智能终端对预处理的多生理信号进行处理包括:

[0042] 特征提取单元对获取的多生理信号波形进行特征点提取;

[0043] 本实施例以心电信号和脉搏波信号为例,对心电信号提取QRS特征点,依据采样频率确定小波分解层数 n ,使用小波基进行 n 层小波分解,提取并重构出第 n 层高频信号;

[0044] 检测心电信号R波:设定阈值,保证阈值在R波波峰之下,心电信号其他部分在阈值之下,此时将大于阈值的R波找到,并在心电信号上实时标记;检测心电信号Q波:把R波波峰的横坐标向后移一段单位长度,在此区间内循环检测极小值点,即为Q波,并标记;检测心电信号S波:把R波波峰的横坐标向前移一段单位长度,在此区间内循环检测极小值点,即为S波,并标记。与心电信号相似,对脉搏波信号用小波基进行多层小波分解,提取并重构出高频信号;划定阈值,高频信号中超出阈值的波峰为主波P,高频信号中低于阈值的波峰为重波波峰。

[0045] 参数计算与分析单元对特征提取后的多生理信号进行实时时频域参数计算与分析;

[0046] 时域参数计算与分析模块根据多生理信号(如心电、脉搏波等)特征提取结果,进行各生理信号的时域参数计算与分析;本实施例以心电信号和脉搏波信号为例。计算心电信号参数:RR间期、QRS复合波宽度、瞬时心率、最邻近 m 个RR间期均值,并进行心电信号的HRV时域分析;计算脉搏波信号参数:PP(主波)间期、实时血压值和血氧饱和度,并进行脉搏波的PRV时域分析;最后,根据心电信号计算的心率参数和脉搏波信号计算的每搏输出量参数,计算得到每分钟心输出量;

[0047] 频域参数计算与分析模块根据多生理信号的时频分析结果(如HRV的时频分析、PRV的时频分析等)进行频域参数计算与分析,求其傅里叶变换后的幅频特性。本实施例以

心电信号和脉搏波信号为例,根据心电信号RR间期参数计算得到HRV频谱分析图;根据脉搏波信号PP间期参数计算得到PRV频谱分析图。

[0048] 本实施例中,根据心电信号RR间期参数进行HRV的时域分析,具体为利用连续获取到的心电信号波形计算得到的RR间期作为心电信号的心动周期。描绘心动周期随时间变化的关系,用插值法求出其拟合函数,反映心跳周期间微小的差异变化,即为HRV的时域分析;根据脉搏波信号PP间期参数进行PRV的时域分析,与HRV分析类似,具体为利用连续获取到的脉搏波信号波形计算得到的PP间期作为心动周期,可得PRV的时域分析。

[0049] 根据脉搏波信号计算实时血压值和血氧饱和度;根据脉搏波信号计算实时血压值的具体方法为,对脉搏波信号进行主波波峰、重波波峰进行特征点提取,并计算脉搏波的主波上升斜率、收缩期和舒张期时间等特征参数,估算出收缩压和舒张压值,并实时显示。

[0050] 根据脉搏波信号计算血氧饱和度的具体方法为:根据红光和红外光两束光经过受试者手指的反射光强,以及氧合血红蛋白和血红蛋白对不同光的吸收程度不同,用分光光度测定红外光与红光吸收量的比值,计算血氧饱和度。

[0051] 云端服务器对预处理的多生理信号进行疾病智能分类,如图6所示,包括:

[0052] 时域分析模块对采集到的多生理信号数据(如心电、脉搏等)分别进行恒等映射和下采样变换,获得恒等映射后的多生理信号数据,使用下采样变换来生成不同时间尺度的时间序列草图,由此获得多个不同下采样率的输入时间序列。

[0053] 频域分析模块对采集到的多生理信号数据(如心电、脉搏波等)采用具有多个平滑度的低频滤波器去除高频干扰和随机噪声,根据不同平滑度利用不同窗口的移动平均,获得多频率的输入时间序列。

[0054] 多生理信号融合的深度分析计算单元,如图7所示,将获得的3种变换数据:恒等映射后的多生理信号、下采样变换后的多尺度时间序列以及频谱变换后的多频率时间序列作为3个并联卷积神经网络的输入,一种变换数据输入到一个卷积神经网络中,每个神经网络当做特征学习工具,利用下采样提取深度分析所得特征。将数据整合后送给全连接层或其他分类器,进行分类,并获得分类准确率。本实施例中,根据心电信号对心律失常进行疾病分类,设计适当参数及深度的卷积神经网络,将含有正常心跳和心律失常(束支传导阻滞、房性早搏、室性早搏等)的心电信号训练数据,划分为卷积神经网络模型的训练集和测试集,随机选取部分样本作为训练集,其余作为测试集进行有监督训练,利用深度学习进行特征学习并分类,当准确率达到预期时停止训练,获得分类结果。根据脉搏波信号对动脉硬化进行疾病分类,设计卷积神经网络模型对正常脉搏波信号和动脉硬化脉搏波信号进行动脉硬化疾病的分类训练,获得分类结果。最终,将疾病分类和诊断结果反馈给智能终端。

[0055] 步骤4、智能终端设备中风险预警单元根据多种生理信号参数实时的时频域分析结果和云端服务器的分类结果进行疾病风险预警;

[0056] 本实施例中,根据心电信号的RR间期、QRS复合波宽度、瞬时心率、最邻近m个RR间期均值,利用以下规则进行心血管疾病风险预警:

[0057] (a) 若至少满足如下条件之一:1) RR间期小于等于最邻近m个RR间期均值的p倍(根据实际情况,p可取0.8左右);2) QRS复合波宽度大于等于t秒(比如可设置t为0.12秒左右),则进行室性早搏风险预警;

[0058] (b) 若至少满足如下条件之一:1) RR间期小于等于最邻近m(比如5、7、9个)个RR间

期均值的 p 倍;2) QRS复合波宽度小于 t 秒,则进行房性早搏风险预警;

[0059] (c) 若至少满足如下条件之一:1) 最邻近 m 个RR间期均值的 p 倍小于RR间期;2) RR间期小于等于 p 倍(根据实际情况, q 可取1.2左右) 最邻近 m 个RR间期均值;3) QRS复合波宽度大于等于 t 秒,则进行束支阻滞心拍风险预警;

[0060] (d) 除上述情况外,皆进行窦性心拍风险预警;

[0061] 根据心拍分类,可以进一步对心率节律进行风险预警;

[0062] 窦性心律:均为窦性心拍;

[0063] 窦性心动过速:三个以上窦性心拍,且每个心拍心率大于120;

[0064] 窦性心动过缓:三个以上窦性心拍,且每个心拍心率小于50;

[0065] 窦性停搏:两个窦性心拍的RR间期超出一定时间(一般取RR间期大于1.6秒);

[0066] 房早:一个或多个房性早搏;

[0067] 室早:一个或多个室性早搏;

[0068] 成对室早:连续两个室性早搏;

[0069] 束支传导阻滞:连续三个及以上束支阻滞心拍出现;

[0070] 室性早搏二联律:每个窦性心拍后跟随一个室性早搏,且至少重复出现三次;

[0071] 室性早搏三联律:每两个窦性心拍后跟随一个室性早搏或每一个窦性心拍后跟随两个室性早搏,且至少重复两次;

[0072] 房性心动过速:三个及以上房性早搏心拍连续出现,且每一拍心率大于120;

[0073] 室性心动过速:三个及以上室性早搏心拍连续出现,且每一拍心率大于120。

[0074] 根据脉搏波信号的实时血压值和血氧饱和度,进行疾病风险预警:当实时血压值或血氧饱和度连续 n 个采样时刻超出设定的正常血压范围或设定的正常血氧饱和度时,进行血压异常预警或血氧饱和度异常预警。

[0075] 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;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:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部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权利要求所限定的范围。

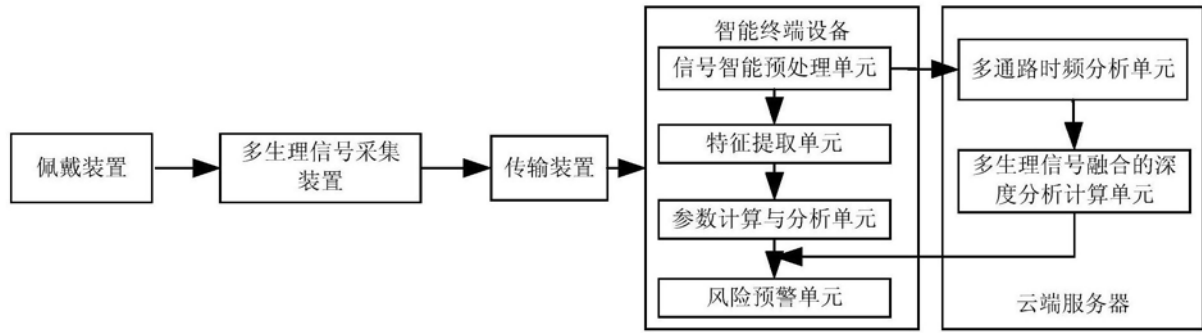


图1

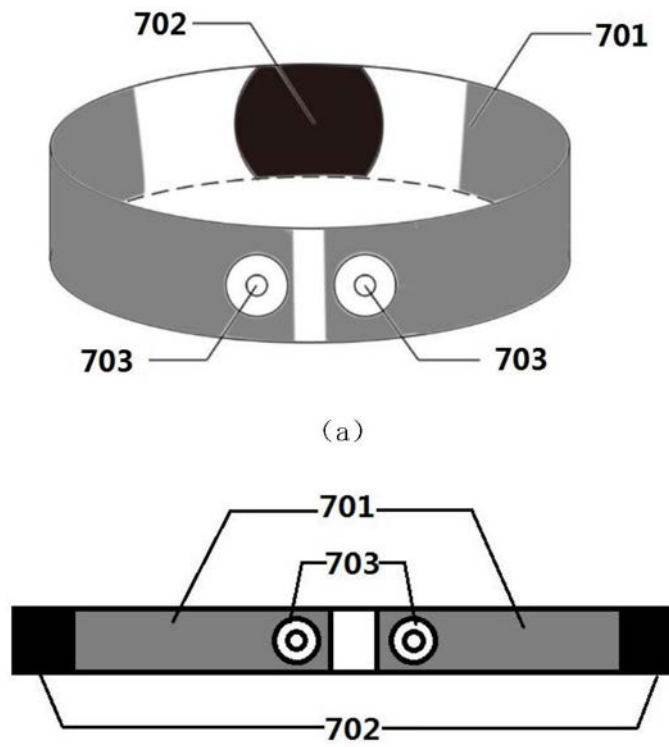


图2

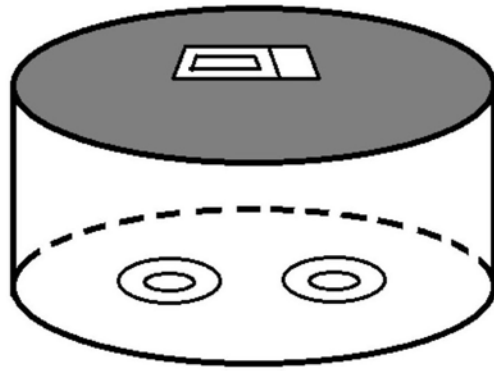


图3

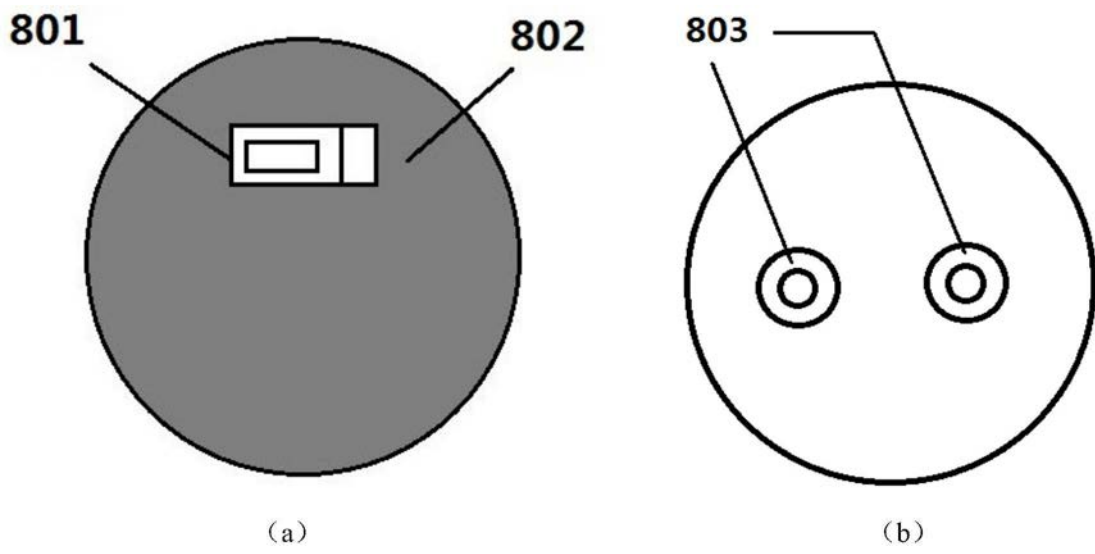


图4

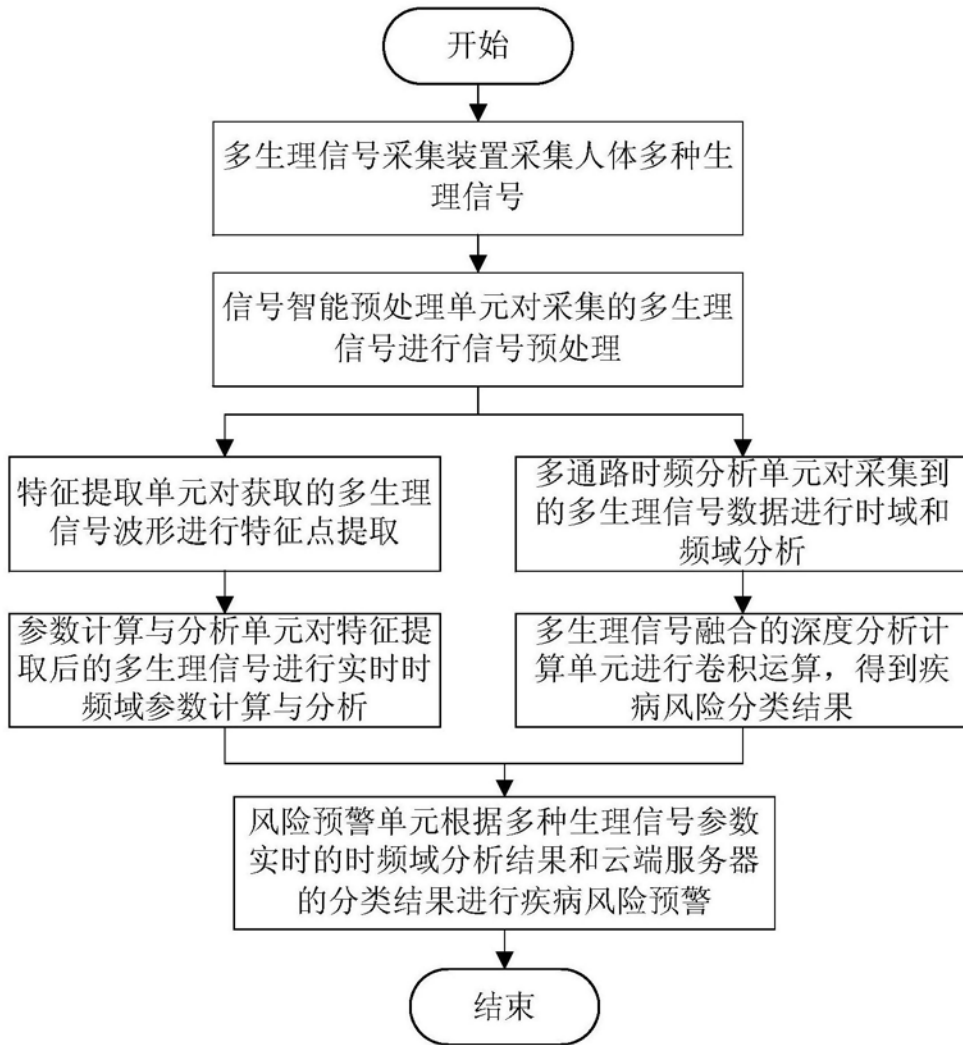


图5

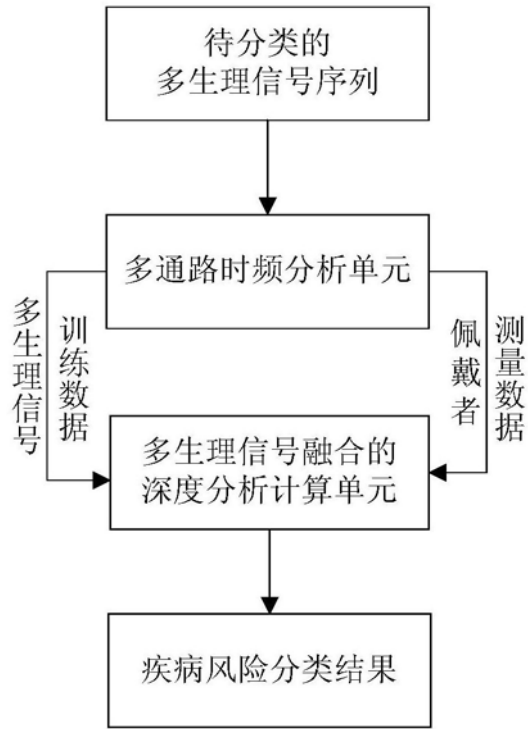


图6

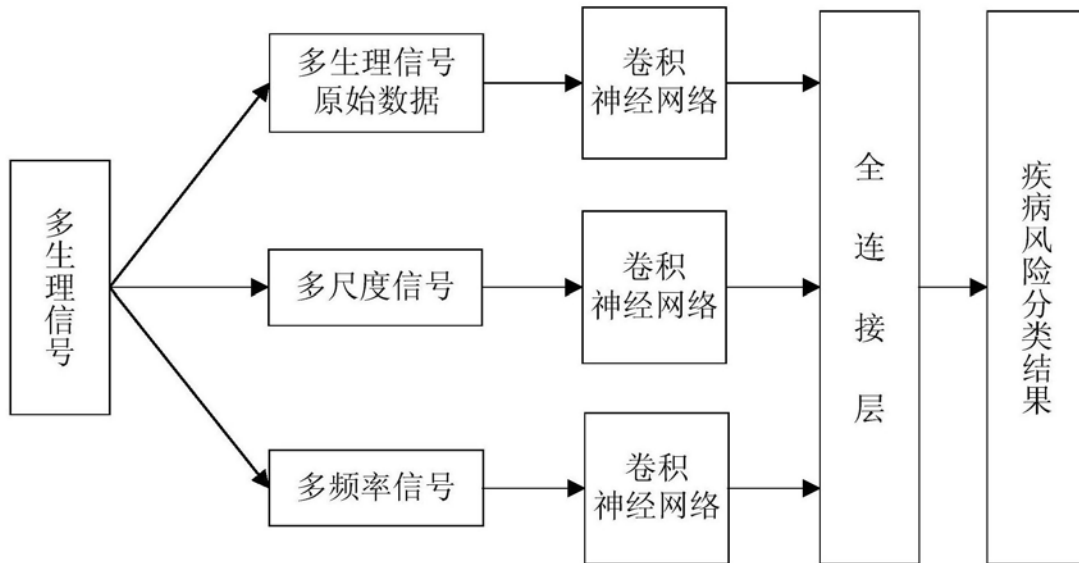


图7

专利名称(译)	一种基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统		
公开(公告)号	CN109157202A	公开(公告)日	2019-01-08
申请号	CN201811085130.4	申请日	2018-09-18
[标]申请(专利权)人(译)	东北大学		
申请(专利权)人(译)	东北大学		
当前申请(专利权)人(译)	东北大学		
[标]发明人	徐礼胜 杨壹程 王红菊 朱超 齐林 郝丽玲		
发明人	徐礼胜 杨壹程 王红菊 朱超 齐林 郝丽玲		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/145 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/024 A61B5/0402 A61B5/14542 A61B5/681 A61B5/6824 A61B5/72 A61B5/7203 A61B5/7225		
代理人(译)	刘晓岚		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统，涉及可穿戴健康医疗监测技术领域。该系统包括佩戴装置、多生理信号采集装置、传输装置、智能终端设备和云端服务器；多生理信号采集装置和传输装置均设置在佩戴装置上；多生理信号采集装置采集被检测者的生理信号并通过传输装置将采集的生理信号数据传输到智能终端设备；智能终端设备内置程序，判断被检测者是否有心血管疾病风险，并将处理的生理信号传送至云端服务器；所述云端服务器内置程序，对佩戴者的多生理信号进行疾病分类和诊断，并反馈给智能终端；本发明提供的基于多生理信号深度融合的心血管疾病预警系统，为心脏功能的评估和心脏疾病的诊断提供更加准确的参考。

