



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110491500 A

(43)申请公布日 2019.11.22

(21)申请号 201910726570.1

A61B 5/024(2006.01)

(22)申请日 2019.08.07

A61B 5/029(2006.01)

(71)申请人 王满

A61B 5/11(2006.01)

地址 北京市门头沟区石门营新区五区6号  
楼2单元602

申请人 王江源

(72)发明人 王江源 王满

(74)专利代理机构 昆明知道专利事务所(特殊  
普通合伙企业) 53116

代理人 姜开侠 姜开远

(51)Int.Cl.

G16H 50/20(2018.01)

G16H 50/30(2018.01)

G06K 9/62(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种基于心脏功能动态监测与分析的身份  
识别系统及方法

## (57)摘要

本发明公开了一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统及方法，所述身份识别包括数据库建立、特征谱提取、特征查询、比对和身份判别装置及方法。本发明身份识别技术应用于便携式心脏智能贴片系统，以可穿戴设备的形式佩戴于人体胸部正中位置，对心脏机械振动进行体外监测，实时非侵入地获取心脏的振动信息，结合数字处理、机器学习和人工智能技术模式识别和智能诊断，早期发现心脏物理结构和搏动节律异常，如瓣膜病变、心脏壁的运动异常、心脏射血分数改变、心律失常等。结合预警报告系统，实现心脏疾病早预警与及时医护的目的。对严重心律失常、心绞痛、急性心肌梗死的早期预警监测，对照手术后康复监测，居家养老人群，体育运动人群的监护。



1. 一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述身份识别装置,包括,

所述心脏振动信号特征数据库装置,用于采集大量的心脏振动图谱数据,通过特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,与用户身份形成(特征-身份)二元组,存入数据库;

所述心脏振动信号特征谱提取装置,用于提取待识别使用者的心脏振动信号,经过数据预处理、特征提取步骤获得特征谱;

所述心脏振动信号特征查询装置,用于从数据库中查询使用者心脏振动信号的特征谱;

所述心脏振动信号特征谱比对装置,用于使用者的实时心脏振动信号特征谱与存储的基础特征谱比对,计算两两特征谱的相似度;

所述身份判断装置,用于根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,以判别使用者的身份,以相似度最大且超过指定阈值的特征记录作为匹配身份,为后续的预警信息的数据传输提供依据。

2. 根据权利要求1所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述心脏振动信号特征数据库用于存储大量的特征心脏振动图谱数据,该数据为基于特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,并与用户身份形成“心脏信息特征—身份信息”一一对应的二元组数据。

3. 根据权利要求1所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述特征提取算法采用去噪自编码器,对数据进行降维和特征提取;所述去噪自编码器包含编码器和解码器两部分,编码器用于获得心脏振动特征谱,解码器用于训练过程中的数据重建。

4. 根据权利要求1所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述心脏振动信号特征谱比对装置计算两两特征谱的相似度;相似度计算方法采用欧几里得距离或余弦相似度。

5. 根据权利要求1所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,大于指定判别阈值的记录,则将这些记录按相似度排序,相似度最大的特征记录作为匹配身份,否则为非匹配身份加以排除。

6. 一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 通过所述心脏振动信号特征数据库装置采集大量的心脏振动图谱数据,通过特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,与用户身份形成(特征-身份)二元组,存入数据库;

(2) 通过所述心脏振动信号特征谱提取装置提取待识别使用者的心脏振动信号,经过数据预处理、特征提取步骤获得特征谱;

(3) 通过所述心脏振动信号特征查询装置从数据库中查询使用者心脏振动信号的特征谱;

(4) 通过所述心脏振动信号特征谱比对装置将使用者的实时心脏振动信号特征谱与存储的基础特征谱比对,计算两两特征谱的相似度;

(5) 通过所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,以

判别使用者的身份,相似度最大的特征记录作为匹配身份,为后续的预警信息的数据传输提供依据。

7.根据权利要求6所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,其特征在于,所述心脏振动信号特征数据库存储大量的特征心脏振动图谱数据,该数据为基于特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,并与用户身份形成“心脏信息特征—身份信息”一一对应的二元组数据。

8.根据权利要求6所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,其特征在于,所述特征提取算法,采用去噪自编码器,

在训练阶段:

(1)对训练集心脏振动信号进行数字带通滤波,如巴特沃斯滤波器,如通带频率1-20HZ;

(2)对滤波后的信号进行零均值归一化,结果记为 $x$ ,维度为 $N \times 1$ ;

(3)对 $x$ 添加随机高斯噪音;

(4)对 $x$ 进行编码,可采用权重矩阵 $w$ ,其维度为 $M \times N$  ( $M < N$ ) ;编码结果为 $wx$ ,维度为 $M \times 1$ ;

(5)对编码结果 $wx$ 进行解码,可采用权重矩阵 $v$ ,其维度为 $N \times M$ ;解码结果为 $vwx$ ,记为 $\hat{x}$ ,其维度与 $x$ 相同,为 $N \times 1$ ;

(6)计算 $\hat{x}$ 与 $x$ 之间的均方误差L,

$$L = \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2$$

(7)分别求L对于矩阵 $w$ 和 $v$ 的偏微分,根据反向传播和梯度下降法更新权重矩阵参数;

(8)反复训练,直至误差L收敛,保存权重矩阵 $w$ 供后续识别使用;

在识别阶段:

(1)对待识别心脏振动信号进行数字带通滤波,如巴特沃斯滤波器,如通带频率1-20HZ;(2)对滤波后的信号进行零均值归一化,结果记为 $x$ ;

(3)对 $x$ 进行编码,采用训练阶段得到的权重矩阵 $w$ ,编码结果为 $wx$ , $wx$ 即为提取的心脏特征向量,供后续使用。

9.根据权利要求6、7或8所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,其特征在于,通过所述心脏振动信号特征谱比对装置计算两两特征谱的相似度;特征谱为一维向量,一种实现方式是采用欧几里得距离,设两个向量分别为 $x$ ,  $y$ ,具体算法如下,

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}$$

其中d为两个特征谱之间的欧几里得距离,距离越小,相似度越大。

10.根据权利要求6、7或8所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,其特征在于,所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,大于指定判别阈值的记录,则将这些记录按相似度排序,相似度最大的特征记录作为匹配身份,否则为非匹配身份加以排除。

## 一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于智能医疗器械技术领域,具体涉及一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统及方法。

### 背景技术

[0002] 心脏疾病是人类第一号杀手,今天全球有数以十亿计的心脏病患者,需要得到及时、适当和成本可负担的医疗护理。传统的心电图(ECG)只能发现心电信号异常,对心脏物理结构本身的缺损、病变、老化、功能丧失(如心肌部分坏死)却作用不大或无能为力。超声心动图、计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)及心肌灌注核素扫描等检测手段需要大型设备和专业人员操作,检测成本高,且难以做到随时随地监测,失去宝贵的病理信息和抢救机会。

[0003] 近年来,随着微机电系统(MEMS)技术的发展和人群健康需求的提高,针对心脏健康监测的便携式可穿戴设备成为了热门研究领域。但大部分研究和产品基于传统的ECG,Pranav Rajpurkar报道过,对来自可穿戴设备的数万份单导联ECG进行了分析,使用一个34层的卷积神经网络(CNN),对心律失常的诊断能力可以达到人类医学专家的水平。但由于ECG技术本身的局限性,并不能及时、完整地反映心脏的健康状态,所以研究人员很早就注意到体外心脏振动信号能反映出心脏的结构和功能变化,以弥补ECG的不足,试图为心脏病无创监测提供新的途径。

[0004] 早在1991年报道,Salerno等学者首次在临床中观察到心肌缺血患者的心脏振动谱异于正常人,并提出SCG(Seismocardiogram,SCG,由心脏运动对胸壁产生的加速度所绘制的图谱)可能对冠心病患者的左心室功能监测有帮助。科技人员进一步研究发现SCG能够估计出心脏的血流动力学参数,如射血前期时间、左室射血时间、射血分数等,进而评估心脏功能。

[0005] 大部分研究均局限于实验室环境下,2010年的MagIC-SCG是第一款可以在日常活动中连续采集心脏电机械信号的可穿戴设备。该系统包含两个ECG电极、一个压力传感器、一个三轴加速度传感器和一个数据储存及传输模块,所有模块被封装在一件特制的上衣内。数据通过蓝牙传输到计算机设备进行计算、分析和可视化。可以分析出的指标包括心率、呼吸次数和一些血流动力学参数。2017年中国台湾学者发明了一套基于多通道SCG和ECG联合分析的心脏疾病早期预警系统。其传感器包括三个ECG电极,4个加速度传感器,分布在人体四肢、胸壁等不同位置。传感器数据先传送至智能手机,再传输至云端服务器进行计算分析。通过对ECG和4通道SCG数据联合分析,最终达到88%的预警准确度。迄今为止,大部分学者所采取的技术手段是将SCG和GCG(Gyrocardiography, GCG,由心脏运动对胸壁产生的旋转角速度所绘制的图谱)数据融合,取得了较好的效果。也有人直接采用智能手机内置的传感器,如Jafari Tadi等用智能手机内置的三轴加速度传感器和陀螺仪检测房颤,准确度也是很高的,但是数据计算和分析仍然需要离线进行。Ng Seng Hooi 等人2018年利用加速度传感器对心脏瓣膜开合引起的振动进行监测分析,再一次验证了SCG对于心脏早

期物理病变的预警价值,但整个实验停留在理论概念验证阶段,没有提出一套商业上可行的实施方案。

[0006] 综上所述,现有技术和产品存在着:其一数据分析处理和疾病诊断依赖于云端平台或离线计算机设备,实时性差,影响了即时响应,即时处置的实用性,数据可用性低。其二是配套的可穿戴设备结构复杂,成本高,使用不便。其三是软件算法模型简单,导致疾病诊断能力弱。其四未考虑数据安全性问题;其五没有考虑心脏预警,手术康复与居家养老等商业化服务模式。本发明人多年潜心研究心脏动态信号,尤其基于振动信号采集与分析,以及心脏疾病诊断方面的研究,让基于SCG+GCG的数据采集与分析技术的小型化与智能化,直接应用于远程心脏机能的动态预警,手术的康复、居家养老的心脏功能的实时跟踪服务的商业化网络系统研究与应用,为人类健康事业做一些实实在在的贡献。

## 发明内容

[0007] 本发明第一目的在于提供一种基于心脏功能智能监测与分析且即时传输的身份识别系统,另一目的在于提供基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法。

[0008] 本发明第一目的是这样实现的,所述系统为心脏健康服务云平台,包括心脏功能智能监测预警装置、智能信息接收装置;

所述心脏功能智能监测预警装置包括传感器装置、智能芯片装置,其置于人体胸骨正中,用于对心脏振动进行实时监测、数据处理与分析,发现预警事件,并通过无线传输协议,把心脏状态分析诊断结果传输到智能信息接收装置;

所述智能信息接收装置,用于接收来自心脏功能智能监测预警装置的实时更新信息,使用者的心脏功能状态,发现预警信息,及时作出响应与处置。

[0009] 本发明另一目的是这样实现的,基于心脏功能动态监测与分析的健康身份识别方法,包括如下步骤:

(1)将包括有传感器装置、智能芯片装置的心脏功能智能监测预警装置置于人体胸骨正中,通过其对心脏振动进行实时监测、数据处理与分析,发现预警事件,并通过无线传输协议,把心脏状态分析诊断结果传输到智能信息接收装置;

(2)通过智能信息接收装置接收来自心脏功能智能监测预警装置的实时更新信息,关注使用者的心脏功能状态,发现预警事件,及时作出响应与处置。

[0010] 本发明身份识别技术应用于便携式心脏智能贴片系统,以可穿戴设备的形式佩戴于人体胸部正中位置,对心脏机械振动进行体外监测,连续、非侵入地的获取心脏的振动信息,结合数字信号处理、机器学习和人工智能技术进行模式识别和智能诊断,从而早期发现心脏物理结构和搏动节律的异常,比如瓣膜病变、心脏壁的运动异常、心脏射血分数改变、心律失常等。同时结合预警报告系统,实现心脏疾病早期预警和及时医护的目的。对严重心律失常(如房颤、室速、室颤)、心绞痛、急性心肌梗死的早期预警监测,手术后康复监测,居家养老人群,体育运动人群的日常监护有着重大意义。

## 附图说明

[0011] 图1为本发明身份识别装置系统架构关系框图;

图2为本发明特征提取算法流程及训练框图;

图3为本发明之心脏智能贴片系统架构关系框图；

图4为本发明心脏智能贴片结构关系框图(方框内为智能芯片)。

## 具体实施方式

[0012] 下面将结合附图与实施例对本发明作进一步的说明,但不以任何方式对本发明加以限制,基于本发明的教导所作的任何变换或改变,均属于本发明保护的范围。

[0013] 如图1、2所示,本发明一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,所述身份识别装置,包括,

所述心脏振动信号特征数据库装置,用于采集大量的心脏振动图谱数据,通过特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,与用户身份形成(特征-身份)二元组,存入数据库;

所述心脏振动信号特征谱提取装置,用于提取待识别使用者的心脏振动信号,经过数据预处理、特征提取步骤获得特征谱;

所述心脏振动信号特征查询装置,用于从数据库中查询使用者心脏振动信号的特征谱;

所述心脏振动信号特征谱比对装置,用于使用者的实时心脏振动信号特征谱与存储的基础特征谱比对,计算两两特征谱的相似度;

所述身份判断装置,用于根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,以判别使用者的身份,相似度最大的特征记录作为匹配身份,为后续的预警信息的数据传输提供依据。

[0014] 所述心脏振动信号特征数据库用于存储大量的特征心脏振动图谱数据,该数据为基于特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,并与用户身份形成“心脏信息特征—身份信息”一一对应的二元组数据。

[0015] 所述特征提取算法,采用去噪自编码器,对数据进行降维和特征提取。所述去噪自编码器包含编码器和解码器两部分。编码器用于获得心脏振动特征谱,解码器用于训练过程中的数据重建。

[0016] 根据权利要求1所述基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统,其特征在于,所述心脏振动信号特征谱比对装置计算两两特征谱的相似度;相似度计算方法采用欧几里得距离或余弦相似度。

[0017] 所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,大于指定判别阈值的记录,则将这些记录按相似度排序,相似度最大的特征记录作为匹配身份,否则为非匹配身份加以排除。

[0018] 本发明基于心脏功能动态监测与分析的身份识别方法,包括如下步骤:

(1)通过所述心脏振动信号特征数据库装置采集大量的心脏振动图谱数据,通过特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,与用户身份形成(特征-身份)二元组,存入数据库;

(2)通过所述心脏振动信号特征谱提取装置提取待识别使用者的心脏振动信号,经过数据预处理、特征提取步骤获得特征谱;

(3)通过所述心脏振动信号特征查询装置从数据库中查询使用者心脏振动信号的特征谱;

(4) 通过所述心脏振动信号特征谱比对装置将使用者的实时心脏振动信号特征谱与存储的基础特征谱比对,计算两两特征谱的相似度;

(5) 通过所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,以判别使用者的身份,相似度最大的特征记录作为匹配身份,为后续的预警信息的数据传输提供依据。

[0019] 所述心脏振动信号特征数据库存储大量的特征心脏振动图谱数据,该数据为基于特征提取算法提取出每一个用户的心脏特征,并与用户身份形成“心脏信息特征—身份信息”一一对应的二元组数据。

[0020] 所述特征提取算法,采用去噪自编码器。

[0021] 在训练阶段:

(1) 对训练集心脏振动信号进行数字带通滤波,如巴特沃斯滤波器,如通带频率1-20HZ;

(2) 对滤波后的信号进行零均值归一化,结果记为 $x$ ,维度为 $N \times 1$ ;

(3) 对 $x$ 添加随机高斯噪音;

(4) 对 $x$ 进行编码,可采用权重矩阵 $w$ ,其维度为 $M \times N$  ( $M < N$ );编码结果为 $wx$ ,维度为 $M \times 1$ ;

(5) 对编码结果 $wx$ 进行解码,可采用权重矩阵 $v$ ,其维度为 $N \times M$ ;解码结果为 $vxw$ ,记为 $\hat{x}$ ,其维度与 $x$ 相同,为 $N \times 1$ ;

(6) 计算 $\hat{x}$ 与 $x$ 之间的均方误差 $L$ ,

$$L = \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2$$

(7) 分别求 $L$ 对于矩阵 $w$ 和 $v$ 的偏微分,根据反向传播和梯度下降法更新权重矩阵参数;

(8) 反复训练,直至误差 $L$ 收敛,保存权重矩阵 $w$ 供后续识别使用;

在识别阶段:

(1) 对待识别心脏振动信号进行数字带通滤波,如巴特沃斯滤波器,如通带频率1-20HZ;

(2) 对滤波后的信号进行零均值归一化,结果记为 $x$ ;

(3) 对 $x$ 进行编码,采用训练阶段得到的权重矩阵 $w$ ,编码结果为 $wx$ , $wx$ 即为提取的心脏特征向量,供后续使用。

[0022] 通过所述心脏振动信号特征谱比对装置计算两两特征谱的相似度;特征谱为一维向量,一种实现方式是采用欧几里得距离,设两个向量分别为 $x$ , $y$ ,具体算法如下,

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}$$

其中 $d$ 为两个特征谱之间的欧几里得距离。距离越小,相似度越大。

[0023] 所述身份判断装置根据特征谱比对装置计算的特征谱的相似度作出判断,大于指定判别阈值的记录,则将这些记录按相似度排序,相似度最大的特征记录作为匹配身份,否

则为非匹配身份加以排除。

[0024] 下面通过实施例,说明本发明的工作原理与工作过程

本发明身份识别技术应用于便携式心脏智能贴片系统,以可穿戴设备的形式佩戴于人体胸部正中位置,对心脏机械振动进行体外监测,连续地、实时非侵入地获取心脏的振动信息,结合数字处理、机器学习和人工智能技术进行模式识别和智能诊断,从而早期发现心脏物理结构和搏动节律的异常,比如瓣膜病变、心脏壁的运动异常、心脏射血分数改变、心律失常等。同时结合预警报告系统,实现心脏疾病早期预警和及时医护的目的。

[0025] 图3、图4示出了应用本发明的心脏功能智能监测预警装置系统架构关系和装置结构关系。系统连续从振动传感器采集振波数据,实时进行数据压缩、数据预处理,嵌入式人工智能算法模块实时进行数据推断,给出诊心脏断结果。如果诊断结果存在异常(如发生心肌梗死、心律失常等),经过身份识别后,结果再经加密模块进行加密,暂存在内部的存储器内,并即时经数据通信模块将诊断结果传输至智能终端或后台服务云平台等其他模块。这种数据传输方式称为基于“事件驱动”的数据传输,即只有在智能处理芯片逻辑电路检测到发生了心脏异常事件的情况下,才会开启数据传输,传输的数据包括诊断结论和事件发生时间前后一定时间段内的传感器原始数据,以便后续分析。

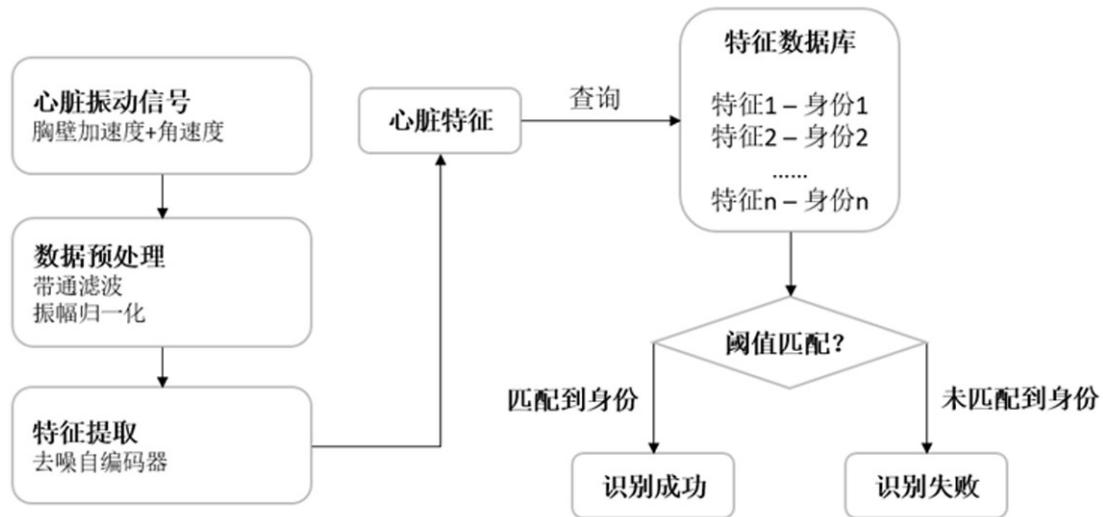


图1

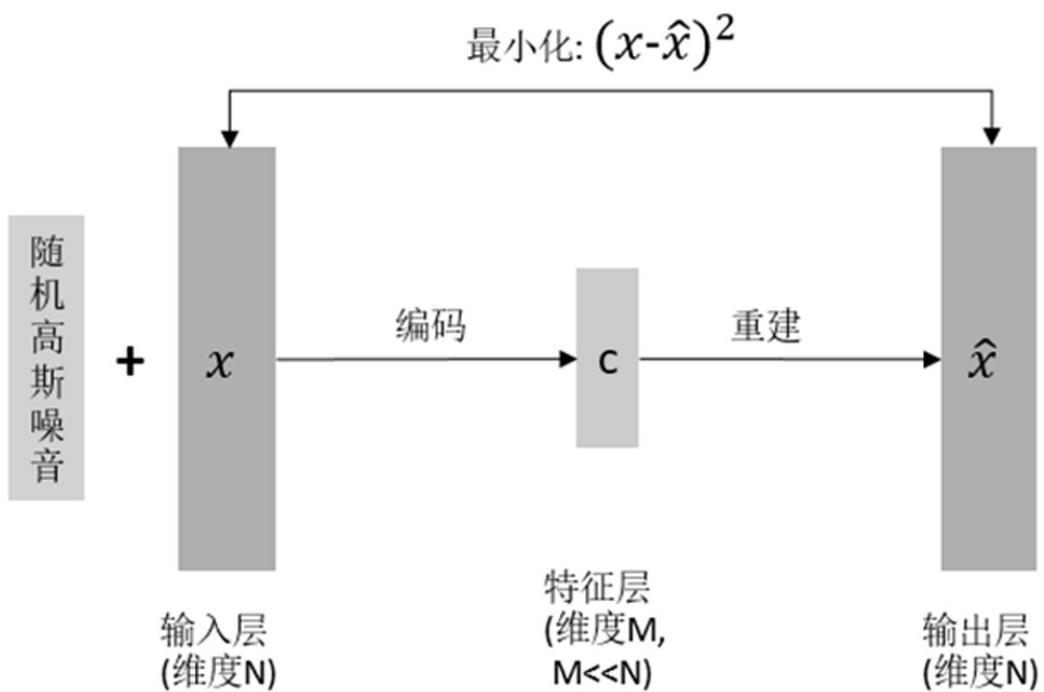


图2

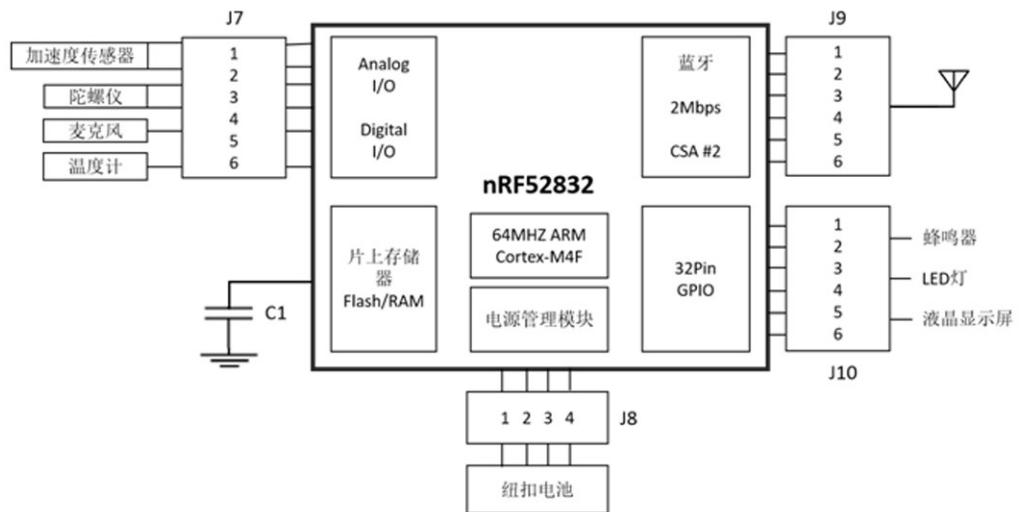


图3

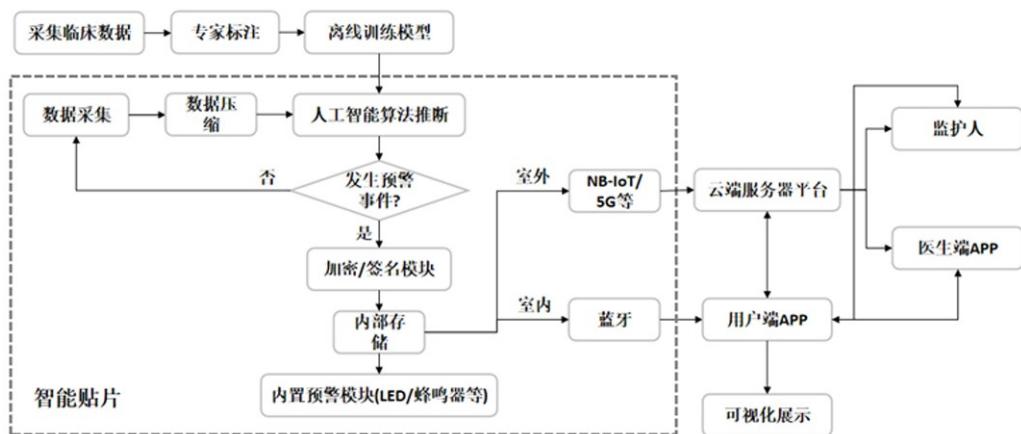


图4

专利名称(译)	一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统及方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN110491500A</a>	公开(公告)日	2019-11-22
申请号	CN201910726570.1	申请日	2019-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	王满 王江源		
申请(专利权)人(译)	王满 王江源		
当前申请(专利权)人(译)	王满 王江源		
[标]发明人	王江源 王满		
发明人	王江源 王满		
IPC分类号	G16H50/20 G16H50/30 G06K9/62 A61B5/00 A61B5/024 A61B5/029 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/02405 A61B5/02438 A61B5/029 A61B5/1102 A61B5/6802 A61B5/7203 A61B5/725 A61B5/7264 A61B5/746 G06K9/6215 G16H50/20 G16H50/30		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明公开了一种基于心脏功能动态监测与分析的身份识别系统及方法，所述身份识别包括数据库建立、特征谱提取、特征查询、比对和身份判别装置及方法。本发明身份识别技术应用于便携式心脏智能贴片系统，以可穿戴设备的形式佩戴于人体胸部正中位置，对心脏机械振动进行体外监测，实时非侵入地获取心脏的振动信息，结合数字处理、机器学习和人工智能技术模式识别和智能诊断，早期发现心脏物理结构和搏动节律异常，如瓣膜病变、心脏壁的运动异常、心脏射血分数改变、心律失常等。结合预警报告系统，实现心脏疾病早预警与及时医护的目的。对严重心律失常、心绞痛、急性心肌梗死的早期预警监测，对照手术后康复监测，居家养老人群，体育运动人群的监护。

