



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107960990 A

(43)申请公布日 2018.04.27

(21)申请号 201810028293.2

(22)申请日 2018.01.11

(71)申请人 上海健康医学院

地址 201318 上海市浦东新区周祝公路279号

(72)发明人 黄钢 白宝丹

(51)Int.Cl.

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/021(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

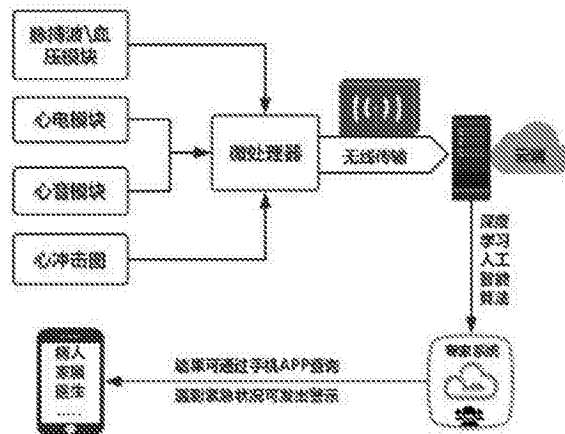
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法,包括依次连接的信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端,其中:信号检测模块,用于采集脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号并处理;信号传输模块,用于将信号检测模块采集处理后的监测信号无线传输到云端智能专家系统;云端智能专家系统,为基于CNN深度网络的云服务器系统,用于定量预测心脑血管疾病;客户端,用于显示预测到的心脑血管疾病结果。本发明通过连续的数据采集和大数据整合应用,能给出身体局部区域的循环参数和心脑血管疾病的定量评价,对心脑血管疾病患者的早期预警、疗效评价和防治药物筛选等均具有重要意义。



1. 一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,其特征在于,包括信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端,所述信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端依次连接,其中:

信号检测模块,用于采集脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号并处理;

信号传输模块,用于将信号检测模块采集处理后的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号无线传输到云端智能专家系统;

云端智能专家系统,为基于CNN深度网络的云服务器系统,用于定量预测心脑血管疾病;

客户端,用于显示预测到的心脑血管疾病结果。

2. 在如权利要求1所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,其特征在于:所述信号检测模块包括脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块以及与脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块连接的微处理器。

3. 如权利要求1所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,其特征在于:所述信号传输模块为4G/5G模块或者WIFI模块。

4. 如权利要求1所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,其特征在于:所述客户端为手机或者平板电脑。

5. 如权利要求2所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,其特征在于:所述脉搏波/血压模块监测左右颈总动脉、左右腋动脉、左右肱动脉、左右桡动脉、左右尺动脉、左右胫前动脉、左右足前动脉的脉搏波和血压信号。

6. 一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、云端智能专家系统利用信号传输模块传输来的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号构建CNN深度网络输入矩阵,其中输入矩阵公式为:

$$M = [v_1^1, v_1^2, v_1^3, v_1^4, v_2^1, v_2^2, v_2^3, v_2^4, \dots, v_{31}^1, v_{31}^2, v_{31}^3, v_{31}^4]$$

其中,输入M是一200x124的矩阵, \vec{v}_i^n 是长度为200的列向量,表示第*i*个输入2s信号按照窗口为200顺序取的第n段值;*i*取值1到31分别代表14个部位脉搏波和血压信号及对应时间的心电、心音和心冲击图信号;

步骤2、利用输入矩阵M构建C1卷积层,采用6个5x5窗口对输入信号M卷积得到;

步骤3、利用C1卷积层构建S2降采样层,对C1卷积层的6个196x120的特征图谱进行2x2窗口的采样,即窗口内值相加再加一偏置;

步骤4、利用S2降采样层构建C3卷积层,采用16个5x5窗口分别对S2降采样层进行全卷积得到16个94x56的特征图谱;

步骤5、构建F4全连接层,由120个神经元组成,与C3卷积层全连接,并将全连接后的结果输入到ReLu激活函数,得到每个神经元的状态;

步骤6、在输出层输出7个神经元,激活函数采用Sigmoid 函数。

7. 如权利要求6所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法,其特征在于,所述步骤6输出7个神经元分别代表脑部循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态、心脏状态、中风概率。

8. 如权利要求7所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法,其特征在于,所述循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态的状态良好、轻微栓塞、不确定、可能栓塞、高概率栓塞5种状态。

9. 如权利要求7所述的一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法,其特征在于,所述中风概率包括不出现、可能不出现、不确定、可能出现、高概率出现5种状态。

一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及疾病监测技术领域,尤其涉及一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法。

背景技术

[0002] 目前,包括心肌梗死、心绞痛、动脉粥样硬化、冠心病、脑血栓等中老年心脑血管疾病的发病率和致残致死率已居各类疾病之首,成为中老年人第一杀手。延缓生理衰老过程和心脑血管疾病的发生应以预防为主,而监测将起到非常关键的作用。

[0003] 随着医疗器械行业的发展,辅助心脑血管疾病的便携式检测设备品种繁多,但心脑血管疾病的意外事件仍时有发生。其主要原因是疾病潜伏期无症状,很难发现,得不到及时治疗。即缺乏一种能够实时动态有效的心脑血管疾病早期检测方法。

[0004] 当前,国内外市场上已有的便携式心脑血管疾病监测设备的主要局限为:

1. 静态检测。市场上穿戴式检测装置都是采用静态检测方式,即将一系列动态变化的信息简单的加以指标化,势必损失有用信息。比如:测量血压时采集的仅仅是收缩期高压和舒张期低压两个时间点的信息,而实际上,当心室收缩(舒张)时,主动脉压增加(下降),其增加(下降)的过程和心室泵血能力、瓣膜打开情况、血管的弹性、栓塞程度等因素有关。传统的只采用收缩期最高值代替心室收缩时的动脉血管评估必将损失很多有用信息;对于脉搏波分析也是同样道理。

[0005] 2. 单一检测。目前市场上成熟的穿戴便携式装置基本是单一测量,即只能对某一方面情况进行评价。比如:只对心率、血压等生理参数进行单一检测。即使有两种或多种参数测量的装置,也是分别进行指标的计算,没有能将这些信息进行有效融合的设备。

[0006] 3. 科技成果转化滞后。以前受限于硬件和算法,许多生理参数止步于科学研究,未能在产品上应用。比如:市场上对心脏监测主要采用反应心脏电生理特性的心电信号,而能对心脏力学性能进行评估,反应心脏机械运动的心冲击图还未于诸产品。更重要的是,临床研究早已表明双侧血压差异与受测者年龄、血管疾病等因素有关,但目前尚未有一款设备考虑到该因素。

[0007] 心电、心音、多部位血压等生理参数从不同方面为心脑血管疾病状况提供信息,它们都有其自身的优势和局限。如果能优势互补,综合利用身体各个方面有效信息,必将获得心脑血管疾病早期诊断和预防的解决方案。

发明内容

[0008] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是提供一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法,基于目前硬件和智能大数据算法的发展,对心电、心音、心冲击图、连续血压波、脉搏波等生理大数据进行信息融合,实现社区中老年人心脑血管疾病的初筛和预测。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供了一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统,包括信

号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端,所述信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端依次连接,其中:

信号检测模块,用于采集脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号并处理;

信号传输模块,用于将信号检测模块采集处理后的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号无线传输到云端智能专家系统;

云端智能专家系统,为基于CNN深度网络的云服务器系统,用于定量预测心脑血管疾病;

客户端,用于显示预测到的心脑血管疾病结果。

[0010] 进一步地,所述信号检测模块包括脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块以及与脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块连接的微处理器。

[0011] 进一步地,所述信号传输模块为4G/5G模块或者WIFI模块。

[0012] 进一步地,所述客户端为手机或者平板电脑。

[0013] 进一步地,所述脉搏波/血压模块监测左右颈总动脉、左右腋动脉、左右肱动脉、左右桡动脉、左右尺动脉、左右胫前动脉、左右足前动脉的脉搏波和血压信号。

[0014] 一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法,包括以下步骤:

步骤1、云端智能专家系统利用信号传输模块传输来的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号构建CNN深度网络输入矩阵,其中输入矩阵公式为:

$$M = [v_1^1, v_1^2, v_1^3, v_1^4, v_2^1, v_2^2, v_2^3, v_2^4, \dots, v_{31}^1, v_{31}^2, v_{31}^3, v_{31}^4]$$

其中,输入M是一200x124的矩阵, v_i^n 是长度为200的列向量,表示第*i*个输入2s信号按照窗口为200顺序取的第*n*段值;*i*取值1到31分别代表14个部位脉搏波和血压信号及对应时间的心电、心音和心冲击图信号;

步骤2、利用输入矩阵M构建C1卷积层,采用6个5x5窗口对输入信号M卷积得到;

步骤3、利用C1卷积层构建S2降采样层,对C1卷积层的6个196x120的特征图谱进行2x2窗口的采样,即窗口内值相加再加一偏置;

步骤4、利用S2降采样层构建C3卷积层,采用16个5x5窗口分别对S2降采样层进行全卷积得到16个94x56的特征图谱;

步骤5、构建F4全连接层,由120个神经元组成,与C3卷积层全连接,并将全连接后的结果输入到ReLU激活函数,得到每个神经元的状态;

步骤6、在输出层输出7个神经元,激活函数采用Sigmoid 函数。

[0015] 进一步地,所述步骤6输出7个神经元分别代表脑部循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态、心脏状态、中风概率。

[0016] 进一步地,所述循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态的状态良好、轻微栓塞、不确定、可能栓塞、高概率栓塞5种状态。

[0017] 进一步地,所述中风概率包括不出现、可能不出现、不确定、可能出现、高概率出现5种状态。

[0018] 本发明的有益效果是:

(1) 本发明能给出心脑血管疾病的定量评价,对心脑血管疾病患者的早期预警、疗效评

价和防治药物筛选等均具有重要意义；

(2) 本发明能提供如左上肢、左下肢、右上肢、右下肢等局部区域的循环参数，这在以往设备中未见；

(3) 本发明打破了以往对生理信息指标化诊断的单一模式，通过穿戴设备长时间连续的数据采集和大数据整合应用，充分利用了各生理信息。

[0019] (4) 本发明使用方便，具有较好的便携性、实用性和先进性。

[0020] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0021] 图1是本发明的系统结构示意图。

[0022] 图2是本发明的脉搏波血压测量部位及可穿戴设备示意图。

[0023] 图3是本发明的CNN深度网络结构图。

具体实施方式

[0024] 如图1所示，一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统，包括信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端，所述信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端依次连接，其中：

信号检测模块，用于采集脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号并处理；

信号传输模块，用于将信号检测模块采集处理后的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号无线传输到云端智能专家系统；

云端智能专家系统，为基于CNN深度网络的云服务器系统，用于定量预测心脑血管疾病；

客户端，用于显示预测到的心脑血管疾病结果。

[0025] 本实施例中，所述信号检测模块包括脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块以及与脉搏波/血压模块、心电检测模块、心音检测模块、心冲击检测模块连接的微处理器。

[0026] 本实施例中，所述信号传输模块为4G/5G模块或者WIFI模块。

[0027] 本实施例中，所述客户端为手机或者平板电脑。

[0028] 本实施例中，所述脉搏波/血压模块监测左右颈总动脉、左右腋动脉、左右肱动脉、左右桡动脉、左右尺动脉、左右胫前动脉、左右足前动脉的脉搏波和血压信号。

[0029] 如图3所示，一种穿戴式心脑血管疾病智能监测方法，包括以下步骤：

步骤1、云端智能专家系统利用信号传输模块传输来的脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号构建CNN深度网络输入矩阵，其中输入矩阵公式为：

$$M = [\overrightarrow{v_1^1}, \overrightarrow{v_1^2}, \overrightarrow{v_1^3}, \overrightarrow{v_1^4}, \overrightarrow{v_2^1}, \overrightarrow{v_2^2}, \overrightarrow{v_2^3}, \overrightarrow{v_2^4}, \dots, \overrightarrow{v_{31}^1}, \overrightarrow{v_{31}^2}, \overrightarrow{v_{31}^3}, \overrightarrow{v_{31}^4}]$$

其中，输入M是一200x124的矩阵， $\overrightarrow{v_i^n}$ 是长度为200的列向量，表示第i个输入2s信号按照窗口为200顺序取的第n段值；i取值1到31分别代表14个部位脉搏波和血压信号及对应时间的心电、心音和心冲击图信号；

步骤2、利用输入矩阵M构建C1卷积层,采用6个5x5窗口对输入信号M卷积得到;

步骤3、利用C1卷积层构建S2降采样层,对C1卷积层的6个196x120的特征图谱进行2x2窗口的采样,即窗口内值相加再加一偏置;

步骤4、利用S2降采样层构建C3卷积层,采用16个5x5窗口分别对S2降采样层进行全卷积得到16个94x56的特征图谱;

步骤5、构建F4全连接层,由120个神经元组成,与C3卷积层全连接,并将全连接后的结果输入到ReLu激活函数,得到每个神经元的状态;

步骤6、在输出层输出7个神经元,激活函数采用Sigmoid 函数。

[0030] 本实施例中,所述步骤6输出7个神经元分别代表脑部循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态、心脏状态、中风概率。

[0031] 本实施例中,所述循环状态、左上肢循环状态、左下肢循环状态、右上肢循环状态、右下肢循环状态的状态良好、轻微栓塞、不确定、可能栓塞、高概率栓塞5种状态。

[0032] 本实施例中,所述中风概率包括不出现、可能不出现、不确定、可能出现、高概率出现5种状态。

[0033] 本发明的穿戴式心脑血管疾病智能监测系统框图如图1所示,由信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端四大部分构成。信号采集部分采集到脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图,并通过微处理器无线传至云端,然后通过人工智能算法建立的专家系统,给出佩戴者各部分血液循环状况的信息、后期中风的概率、心脏疾病状况等诊断信息传至客户端APP中。

[0034] 信号检测部分由四个模块构成:

1. 无创脉搏波和无创血压测量模块。如图2所示,在智能可穿戴设备上,本模块实时监测左右颈总动脉、左右腋动脉、左右肱动脉、左右桡动脉、左右尺动脉、左右胫前动脉、左右足前动脉的脉搏波和血压信号。利用无创测量装置监测人体脉搏波形和连续血压波形(左右上肢、左右下肢),为各侧肢局部血液循环状况提供诊断依据。

[0035] 2. 心电采集模块,心电信号连续采集和识别。将电极设计于贴身可穿戴衣服中,方便长时间穿戴和测量,从而实现早搏、房颤、房扑、室速等常见的心率失常的识别,并为心脏健康状况提供信息。

[0036] 3. 心音采集模块,心音信号连续采集。模块电极置于便携式上衣中心音强度最强的主动脉瓣区、肺动脉瓣区、三尖瓣区和二尖瓣区进行测量,可对心脏瓣膜状况进行评估。

[0037] 4. 心冲击图采集模块。心脏周期性收缩舒张运动中,血液流动会对人体产生作用力,因此冲击波图的H、I、J、K、L、M、N峰的大小和间隔是对心动周期各个阶段信息的力学特性表针,能提供常规便携式设备中无法获取的心血管机械特性。

[0038] 以上信号通过微处理器传输到云服务器。在云服务器端,采用医院大型设备精确诊断结果作为训练集建立的规则,即对深度学习网络模型参数进行训练,学习规则如表1所示,使用时根据建立的规则对数据进行处理,得出穿戴设备监测的结果。如表1所示,本监测方法的输出结果在0-1范围内,可以对局部血液循环状、心律失常、心脏整体功能、中风概率给出定量的分析结果。如果提示有可能存在疾病,佩戴者可更早的去医院做进一步检查,从而实现心脑血管疾病的早期监测。

[0039] 表1 专家系统输入输出规则

输入		输出							
4 个 部 位 脉 搏 波 形	4 个 部 位 血 压 波 形	心 电 信 号	胸 部 循 环	左 上 肢 循 环	右 上 肢 循 环	左 下 肢 循 环	右 下 肢 循 环	心 脏 状 况	中 风 概 率
		良 好	良 好	良 好	良 好	良 好	良 好	心 律 失 常 否? 何 种 心 律 失 常?	不 出 现
		0-2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	房 颤 或 室 颤	0-0.2
		2						房 颤 或 室 颤 状 况	可 能 不 出 现
		0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.4	心 脏 泵 血 力	0.2-0.4
		不 确 定	不 确 定	不 确 定	不 确 定	不 确 定	不 确 定	好	不 确 定
0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6	0.4-0.6	(0.7-1.0)	0.4-0.6		
可 能 较 差	可 能 较 差	可 能 较 差	可 能 较 差	可 能 较 差	可 能 较 差	中 (0.5-0.7)	可 能 出 现		
0.6-0.8	0.6-0.8	0.6-0.8	0.6-0.8	0.6-0.8	0.6-0.8	差 (0.0-0.5)	0.6-0.8		
高 速 率 较 差	高 速 率 较 差	高 速 率 较 差	高 速 率 较 差	高 速 率 较 差	高 速 率 较 差		高 速 率 出 现		
0.8-1.0	0.8-1.0	0.8-1.0	0.8-1.0	0.8-1.0	0.8-1.0		0.8-1.0		

本系统可采用不同人工智能学习算法构建专家系统规则。作为实施实例，基于学习规则构建了一种卷积神经网络CNN，结构如图3所示。学习网络一共五层，分别是C1卷积层一、S2降采样层二、C3卷积层三、F4全连接层和输出层。四个模块采集到的31通道信号降采样为400Hz，然后由一维映射到二维的200乘124的矩阵作为CNN的输入，最后输出神经元1-7分别对应表1输出列值。

[0040] 本发明让预防医学由概念转化到日常生活中，是一款能够进入社区医院或家庭的易使用、易穿戴、易监测的中老年心脑血管疾病的筛查和预警智能穿戴设备，具有以下优势：

(1) 本发明能给出心脑血管疾病的定量评价，对心脑血管疾病患者的早期预警、疗效评价和防治药物筛选等均具有重要意义；

(2) 本发明能提供如左上肢、左下肢、右上肢、右下肢等局部区域的循环参数，这在以往设备中未见；

(3) 本发明打破了以往对生理信息指标化诊断的单一模式，通过穿戴设备长时间连续的数据采集和大数据整合应用，充分利用了各生理信息。

[0041] (4) 本发明使用方便，具有较好的便携性、实用性和先进性。

[0042] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思做出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

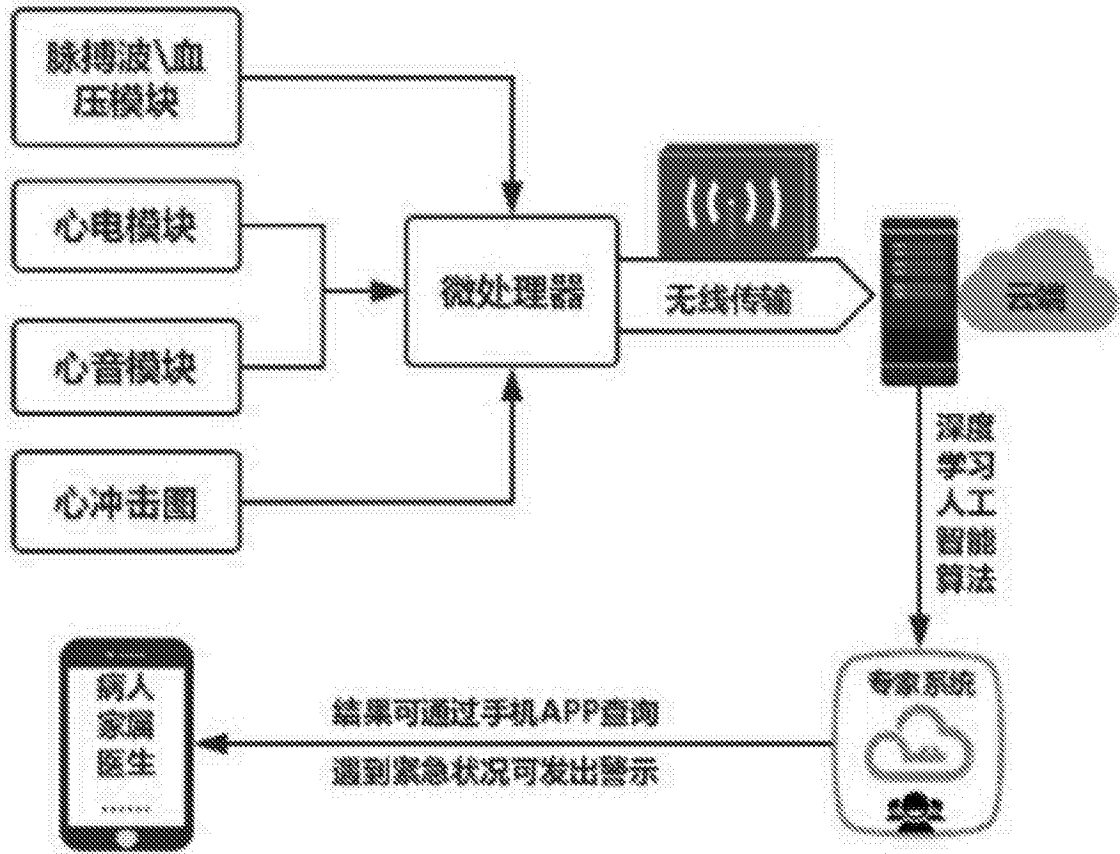


图1

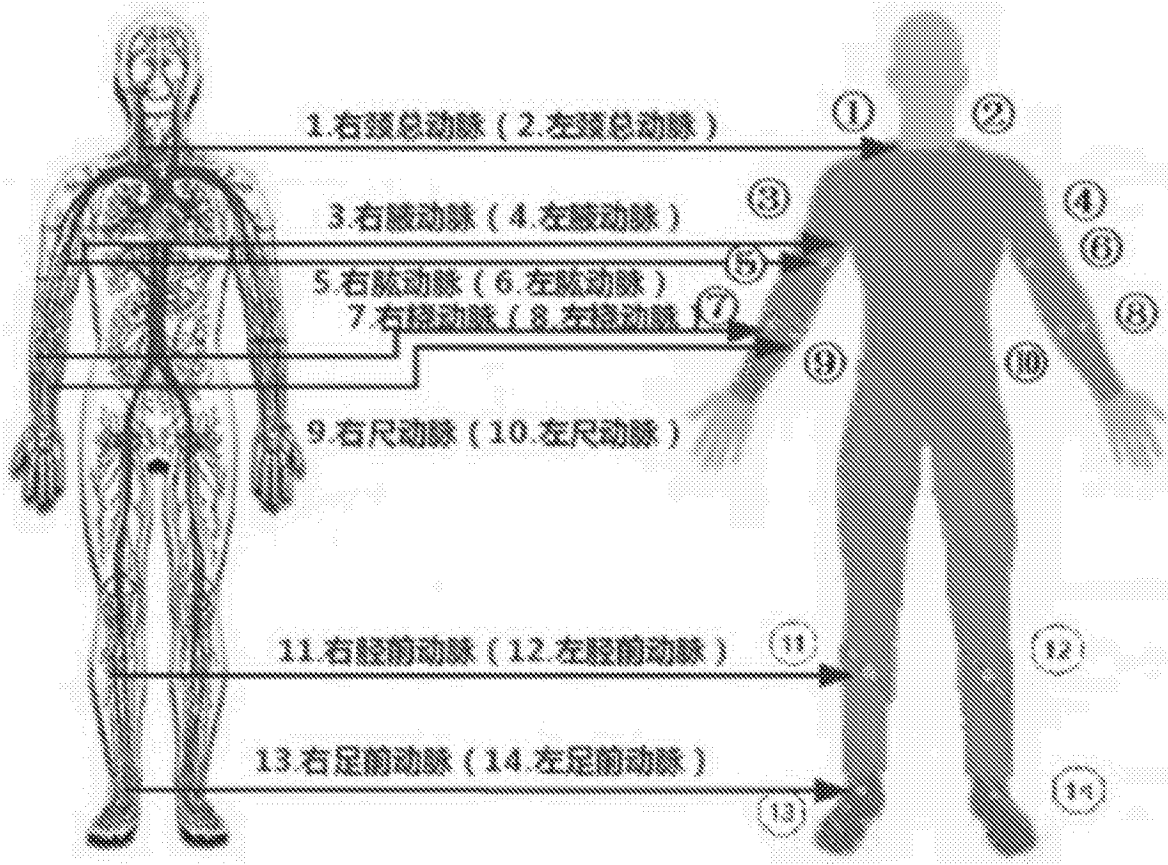


图2

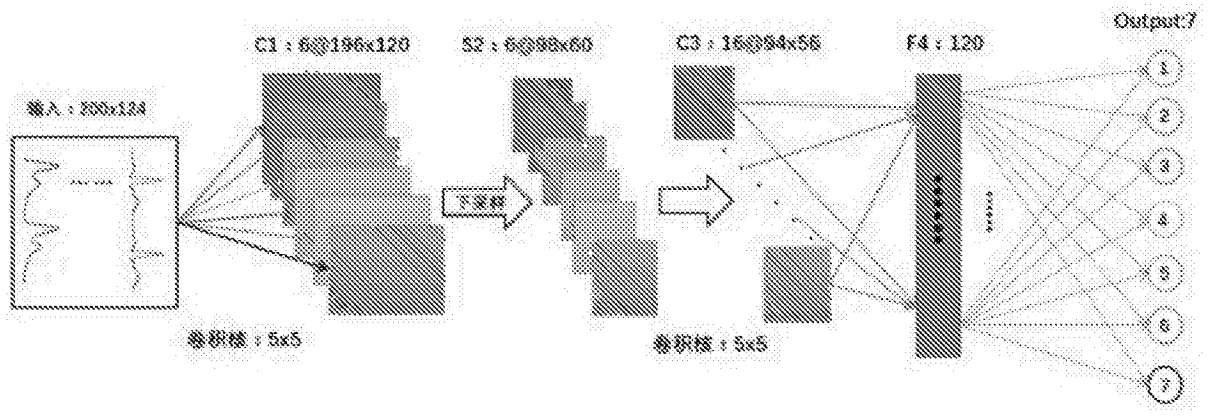


图3

专利名称(译)	一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法		
公开(公告)号	CN107960990A	公开(公告)日	2018-04-27
申请号	CN201810028293.2	申请日	2018-01-11
[标]申请(专利权)人(译)	上海健康医学院		
申请(专利权)人(译)	上海健康医学院		
当前申请(专利权)人(译)	上海健康医学院		
[标]发明人	黄钢 白宝丹		
发明人	黄钢 白宝丹		
IPC分类号	A61B5/02 A61B5/0402 A61B5/021 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/00 A61B5/021 A61B5/0402 A61B5/6802 A61B5/7264		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种穿戴式心脑血管疾病智能监测系统及方法，包括依次连接的信号检测模块、信号传输模块、云端智能专家系统和客户端，其中：信号检测模块，用于采集脉搏波、血压波、心电图、心音图和心冲击图信号并处理；信号传输模块，用于将信号检测模块采集处理后的监测信号无线传输到云端智能专家系统；云端智能专家系统，为基于CNN深度网络的云服务器系统，用于定量预测心脑血管疾病；客户端，用于显示预测到的心脑血管疾病结果。本发明通过连续的数据采集和大数据整合应用，能给出身体局部区域的循环参数和心脑血管疾病的定量评价，对心脑血管疾病患者的早期预警、疗效评价和防治药物筛选等均具有重要意义。

