



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110909876 A  
(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911182762.7

(22)申请日 2019.11.27

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 颜国正 杨雷 王志武 姜萍萍  
姚顺宇

(74)专利代理机构 上海交达专利事务所 31201  
代理人 王毓理 王锡麟

(51)Int.Cl.

G06N 3/08(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G16H 40/60(2018.01)

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

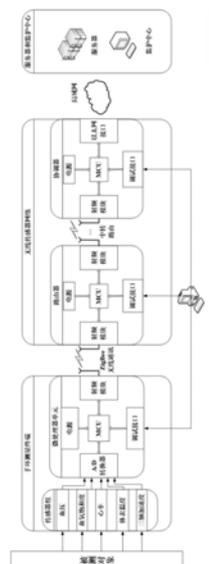
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统

(57)摘要

一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统,包括:集成式手环终端、路由协调器、服务器、监护中心和体征信息监测模块,集成式手环终端与路由协调器相连并传输采集到的血压、血氧饱和度、体表温度和心率等,路由协调器与服务器相连并传输多项生理参数经过编码之后的数据帧,服务器通过以太网口接收协调器传输的数据帧,解码之后可得到被测对象的各项生理参数,生理参数经过处理后通过监护中心实时显示,监护中心与服务器相连并实时显示多项生理参数的动态变化曲线,体征信息监测模块与服务器相连,服务器中存储的多项生理参数作为体征信息监测模块的输入。本发明能够自动的从采集到的生理参数中提取特征,并实现高精度的识别。



1. 一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测系统,其特征是,包括:集成式手环终端、路由协调器、服务器、监护中心和体征信息监测模块,其中:集成式手环终端与路由协调器相连并传输采集到的血压、血氧饱和度、体表温度和心率等,路由协调器与服务器相连并传输多项生理参数经过编码之后的数据帧,服务器通过以太网口接收协调器传输的数据帧,解码之后可得到被测对象的各项生理参数,生理参数经过处理后通过监护中心实时显示,监护中心与服务器相连并实时显示多项生理参数的动态变化曲线,体征信息监测模块与服务器相连,服务器中存储的多项生理参数作为体征信息监测模块的输入。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征是,所述的集成式手环终端包括:微处理器模块、血压测量模块、血氧饱和度测量模块、心率测量模块、体表温度测量模块、三轴加速度测量模块、模数转换器模块以及射频模块,其中:微处理器模块与模数转换器相连并接收多项生理参数模数转换后的数字信号,血压测量模块与被测对象相连并采集血压信号,血氧饱和度测量模块与被测对象相连并采集血氧信号,心率测量模块与被测对象相连并采集心率信号,体表温度测量模块与被测对象相连并采集体表温度信号,三轴加速度测量模块与被测对象相连并采集三轴加速度信号,模数转换器模块与血压测量模块、血氧饱和度测量模块、心率测量模块、体表温度测量模块以及三轴加速度测量模块相连并将所述模块采集到的模拟信号转换成数字信号,射频模块与微处理器模块相连并传输多项生理参数。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征是,所述的路由协调器包括:微处理器模块、射频模块和以太网接口,其中:微处理器控制射频模块接收来自手环终端的数据帧,当使用了多个手环终端进行多人的实时监测时,所有手环终端的采集到的数据都将直接或间接的转发至协调器,最后通过协调器的以太网口上传至服务器。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征是,所述的监护中心包括:信息录入单元、存储单元、手环终端的设备绑定单元以及各项生理参数的实时可视化单元,其中:信息录入单元、设备绑定单元嵌入在监护中心的软件界面,存储单元与服务器相连并存储被测对象及设备信息,实时可视化单元作为显示界面与服务器相连并实时显示各项生理参数,一旦某项参数超过设定的阈值,监护界面会显示预警信息,方便监护人员和医护人员及时了解被测对象的生理状态。

5. 一种基于上述任一权利要求所述系统的基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法,其特征是,包括以下步骤:

1) 实时的采集被测对象的多项生理参数,包括血压、血氧饱和度、心率、体表温度以及三轴加速度;

2) 利用多项生理参数构造用于体征信息监测的特征向量;

3) 利用CNN模型识别被测对象当前的身体状态,具体为:使用步骤2)中生成的特征向量对CNN模型进行训练,CNN将被测对象的体征信息监测为放松、身体压力、认知压力以及情绪压力4种状态之一;

所述的生理参数的采样频率为8Hz,且采集得到的生理参数为时间序列数据。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征是,所述的特征向量的构造过程包括以下步骤:

2.1) 将身体多项生理参数分别执行Z-Score标准化;

2.2) 将标准化的多项生理参数进行特征融合,具体操作为血压、血氧饱和度、心率、体表温度以及三轴加速度(x轴|y轴|z轴)7个维度的特征组成单个样例作为输入,输出为放

松、身体压力、认知压力以及情绪压力4个状态之一；

2.3) 利用窗口大小为40重叠率为50%的滑动窗口法对生理参数的时间序列数据进行处理,滑动窗口包含了5s的原始数据流,窗口的单次滑动生成一个训练样例,样例对应的输出为滑窗中出现得最高频的状态,生成的样例用作卷积神经网络的输入。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征是,所述的CNN模型包括:卷积层、池化层、批量归一化层(BatchNormalization, BN)、Dropout层、全连接层。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征是,所述的训练,采用基于梯度下降的反向传播算法,根据模型输出值与真实值之间的误差函数,从输出层依次计算当前层的梯度,并通过负梯度方向更新模型权重参数,从而使模型的损失函数逐渐逼近全局最优值,当模型的损失函数降低到可接受的程度或者迭代到设定的学习次数,停止模型训练。

9. 根据权利要求5或8所述的方法,其特征是,所述的训练,具体步骤包括:

a) 初始化CNN的权重参数和偏置;

b) 输入滑动窗口法生成的特征向量,计算前向过程中CNN各层的输出;

c) 根据CNN输出层的输出值与训练样本真实值计算CNN的损失函数;

d) 基于梯度下降的反向传播算法,逐层计算网络各层的梯度值;

e) 通过负梯度方向更新网络各层权重;

f) 检查网络损失函数是否达到精度要求或者设定的迭代次数,若达到则停止网络训练,转向g), 否则转向步骤b);

g) 输出训练好的CNN模型。

10. 根据权利要求5所述的方法,其特征是,所述的识别,即通过训练好的卷积神经网络模型识别身体状态,具体为:

3.1) 输入测试样本,测试样本同样采用滑动窗口法进行构造特征向量,与训练样本的区别在于没有对应的输出,即无对应的身体状态;

3.2) 采用训练好的CNN模型识别测试样本,输出测试样本的身体状态。

## 基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种模式识别领域的技术,具体是一种用于可穿戴式多生理参数监测系统中的体征信息监测方法。

### 背景技术

[0002] 传统的医疗设备存在体积大、线路多、操作繁琐、移动不便且功能单一等缺点。随着传感器技术、无线传输技术、微型化集成技术的发展,无线监护以其多生理参数集成测量、灵活便携、非侵入、智能高效等优势已被应用至老年人、慢性病患者、术后康复患者等诸多群体。

[0003] 传统的模式识别方法需要特定领域的专业知识进行特征的设计和提取,设计的特征也不具有普适性,因此在解决不同领域的问题时可能需要重新进行特征设计。近些年来深度学习技术取得了巨大的发展,其中被研究得最多的卷积神经网络(Convolutional Neural Networks,CNN)已被应用于图像识别、语音识别、情绪识别以及行为识别等领域,此外,CNN在涉及多通道的生理参数的处理中也有广泛应用。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术存在的上述不足,以及传统医疗设备在实时监测中存在的问题和传统模式识别方法存在的不足,本发明提出一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统,在解决了传统医疗设备功能单一、操作繁杂等问题的基础上,使用CNN模型用于体征信息监测,对比传统的模式识别方法,CNN能够自动的从采集到的生理参数中提取特征,并实现高精度的识别。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 本发明包括:集成式手环终端、路由协调器、服务器、监护中心和体征信息监测模块,其中:集成式手环终端与路由协调器相连并传输采集到的血压、血氧饱和度、体表温度和心率等,路由协调器与服务器相连并传输多项生理参数经过编码之后的数据帧,服务器通过以太网口接收协调器传输的数据帧,解码之后可得到被测对象的各项生理参数,生理参数经过处理后通过监护中心实时显示,监护中心与服务器相连并实时显示多项生理参数的动态变化曲线,体征信息监测模块与服务器相连,服务器中存储的多项生理参数作为体征信息监测模块的输入。

[0007] 所述的集成式手环终端包括:微处理器模块、血压测量模块、血氧饱和度测量模块、心率测量模块、体表温度测量模块、三轴加速度测量模块、模数转换器模块以及射频模块,其中:微处理器模块与模数转换器相连并接收多项生理参数模数转换后的数字信号,血压测量模块与被测对象相连并采集血压信号,血氧饱和度测量模块与被测对象相连并采集血氧信号,心率测量模块与被测对象相连并采集心率信号,体表温度测量模块与被测对象相连并采集体表温度信号,三轴加速度测量模块与被测对象相连并采集三轴加速度信号,模数转换器模块与血压测量模块、血氧饱和度测量模块、心率测量模块、体表温度测量模块

以及三轴加速度测量模块相连并将所述模块采集到的模拟信号转换成数字信号,射频模块与微处理器模块相连并传输多项生理参数。

[0008] 所述的路由协调器包括:微处理器模块、射频模块和以太网接口,其中:微处理器控制射频模块接收来自手环终端的数据帧,当使用了多个手环终端进行多人的实时监测时,所有手环终端的采集到的数据都将直接或间接的转发至协调器,最后通过协调器的以太网口上传至服务器。

[0009] 所述的监护中心包括:信息录入单元、存储单元、手环终端的设备绑定单元以及各项生理参数的实时可视化单元,其中:信息录入单元、设备绑定单元嵌入在监护中心的软件界面,存储单元与服务器相连并存储被测对象以及设备信息,实时可视化单元作为显示界面与服务器相连并实时显示各项生理参数,一旦某项参数超过设定的阈值,监护界面会显示预警信息,方便监护人员和医护人员及时了解被测对象的生理状态。

[0010] 本发明涉及上述系统的基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法,包括以下步骤:

[0011] 1) 实时的采集被测对象的多项生理参数,包括血压、血氧饱和度、心率、体表温度以及三轴加速度。

[0012] 2) 利用多项生理参数构造用于体征信息监测的特征向量;

[0013] 所述的生理参数的采样频率为8Hz,且采集得到的生理参数为时间序列数据。

[0014] 所述的特征向量的构造过程包括以下步骤:

[0015] 2.1) 将身体多项生理参数分别执行Z-Score标准化;

[0016] 2.2) 将标准化的多项生理参数进行特征融合,具体操作为血压、血氧饱和度、心率、体表温度以及三轴加速度(x轴|y轴|z轴)7个维度的特征组成单个样例作为输入,输出为放松、身体压力、认知压力以及情绪压力4个状态之一。

[0017] 2.3) 利用窗口大小为40重叠率为50%的滑动窗口法对生理参数的时间序列数据进行处理,滑动窗口包含了5s的原始数据流,窗口的单次滑动生成一个训练样例,样例对应的输出为滑窗中出现得最高频的状态,生成的样例用作卷积神经网络的输入。

[0018] 3) 利用(卷积神经网络)CNN模型识别被测对象当前的身体状态,具体为:使用步骤2)中生成的特征向量对CNN模型进行训练,CNN将被测对象的体征信息监测为放松、身体压力、认知压力以及情绪压力4种状态之一。

[0019] 所述的CNN模型包括:卷积层、池化层、批量归一化层(BatchNormalization, BN)、Dropout层、全连接层。

[0020] 所述的训练,采用基于梯度下降的反向传播算法,根据模型输出值与真实值之间的误差函数,从输出层依次计算当前层的梯度,并通过负梯度方向更新模型权重参数,从而使模型的损失函数逐渐逼近全局最优值,当模型的损失函数降低到可接受的程度或者迭代到设定的学习次数,停止模型训练,具体步骤包括:

[0021] a) 初始化CNN的权重参数和偏置;

[0022] b) 输入滑动窗口法生成的特征向量,计算前向过程中CNN各层的输出;

[0023] c) 根据CNN输出层的输出值与训练样本真实值计算CNN的损失函数;

[0024] d) 基于梯度下降的反向传播算法,逐层计算网络各层的梯度值;

[0025] e) 通过负梯度方向更新网络各层权重;

[0026] f) 检查网络损失函数是否达到精度要求或者设定的迭代次数,若达到则停止网络训练,转向g),否则转向步骤b);

[0027] g) 输出训练好的CNN模型。

[0028] 所述的识别,即通过训练好的卷积神经网络模型识别身体状态,具体为:

[0029] 3.1) 输入测试样本,测试样本同样采用滑动窗口法进行构造特征向量,与训练样本的区别在于没有对应的输出,即无对应的身体状态;

[0030] 3.2) 采用训练好的CNN模型识别测试样本,输出测试样本的身体状态。

#### 技术效果

[0031] 与现有技术相比,本发明由于采用了如上的技术方案,具有以下优点:

[0032] 1) 采用CNN模型识别被测对象的身体状态,具有特征自动提取、识别精度高;

[0033] 2) 使用穿戴式手环实时采集被测对象的多个生理参数,并利用无线传输技术上传至服务器,通过监护中心实时监测被测对象的生理参数,具有多生理参数实时采集、测量方便等。

#### 附图说明

[0034] 图1为本发明系统结构示意图;

[0035] 图2为实施例中体征信息监测流程图;

[0036] 图3为实施例中体征信息监测网络结构图。

#### 具体实施方式

[0037] 如图1所示,为本实施例涉及的一种无线多生理参数实时监测系统,包括:手环测量终端,无线传感网络,服务器和监护中心。手环终端实时采集被测对象的多项生理参数,包括血压、血氧饱和度、心率、体表温度以及三轴加速度,之后被输入到手环内部的微处理器。本实施例中使用TI的CC2538芯片,该芯片支持TI公司开源的ZigBee无线通信协议,其配备的射频模块可实现数据的无线收发。微处理器通过模数转换器将模拟量转换为数字量,之后将生理数据打包成数据帧,通过射频模块发送至最近的路由协调器或者协调器。

[0038] 如图1所示,当同时采集多个人的生理参数时,本实施例的无线传感网络使用ZigBee的树形拓扑结构,网络中包含了一个协调器,若干路由协调器和手环终端节点。协调器和路由协调器使用的主控芯片为TI公司的LM3S9B96,该芯片同样支持ZigBee无线通信协议,其射频模块完成数据的无线收发。此外,协调器配置了以太网接口,方便数据上传至服务器,其中:协调器负责ZigBee无线的建立和维护,路由协调器负责生理参数数据的中转和路由,协调器和路由协调器的子设备可以是路由协调器或者终端节点,终端节点作为叶子节点没有子设备。因此手环终端节点发送的数据可由相邻的路由协调器中转至协调器或者直接传输至协调器,最后通过以太网上传至服务器。

[0039] 如图1所示,服务器接收协调器传输的数据帧,通过解码之后得到生理参数,通过监护中心对各项生理参数进行可视化,一旦某项参数超过设定的阈值,监护界面会显示预警信息,方便监护人员和医护人员及时了解被测对象的生理状态。同时,生理参数将作为后续的CNN模型输入,用于识别被测对象的身体状态。

[0040] 如图2所示,所述的一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法,其特征在于

该方法包括以下步骤：

[0041] 1) 实时的采集被测对象的多项生理参数；

[0042] 2) 利用多项生理参数构造用于体征信息监测的特征向量；

[0043] 3) 利用CNN模型识别被测对象当前的身体的状态；

[0044] 所述的一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法的步骤1)由上述的无线多生理参数实时监测系统完成。

[0045] 所述的一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法的步骤2),操作细节如下：

[0046] 以温度数据为例,本实施例生理参数的采样频率为8Hz,某一时刻t温度的数据记录有8个,则由温度数据组成的向量 $Temp = (Tp_1, \dots, Tp_1, Tp_2, \dots, Tp_{t-1}, Tp_t, \dots, Tp_t)$ ,则根据Z-Score的标准化后的温度数据 $Temp_{nor} = (Tp_1^{nor}, \dots, Tp_1^{nor}, Tp_2^{nor}, \dots, Tp_{t-1}^{nor}, Tp_t^{nor}, \dots, Tp_t^{nor})$ ,

其中： $Tp_t^{nor} = \frac{Tp_t - \mu_{temp}}{\sigma_{temp}}$ ,其中 $\mu_{temp}$ 和 $\sigma_{temp}$ 分别代表温度数据的均值和方差。之后使用窗口大小为40,重叠率为50%的滑动窗口法处理原始数据,窗口的每一次滑动都包含40个原始的温度记录,即5s的原始数据流,滑窗的每一次滑动包含的数据流将作为CNN网络模型输入的单个样例。

[0047] 使用Z-Score标准化以及滑动窗口法对其他的生理参数进行同样的处理,之后将被测对象的血压(BP)、血氧饱和度(SpO2)、心率(HR)、温度(Temp)以及三轴加速度(AcX、AcY、AcZ)组合作为CNN模型的训练样例,则单个训练样例可表示为 $(x_i, y_i)$ ,其中 $x_i = (BP_i, SpO2_i, HR_i, Temp_i, AcX_i, AcY_i, AcZ_i)$ , $x_i$ 的每个通道的生理参数,均为滑动窗口法单次滑动生成的向量,其维度为40,以温度为例,则 $Temp_i \in R^{40}$ 。训练样例对应的输出 $y_i$ 为放松、身体压力、认知压力和情绪压力中某一个,且 $y_i$ 采用one-hot编码,即当 $x_i$ 被判定为某个状态时,该状态对应的维度为1,其余维度为0。以放松状态对应one-hot编码为例,此时 $y_i = (1, 0, 0, 0)$ ,即 $y_i \in R^4$ 。

[0048] 一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法的步骤3)中的CNN模型的网络结构如图3所示,网络包含两层一维的深度可分离卷积(1D Depthwise Convolution),深度可分离卷积执行的运算是:将输入按通道进行卷积,输入的每个卷积都和多个1D时间滤波器进行卷积,之后把所有通道的卷积输出堆叠到一起作为当前层的输出。

[0049] 如图3所示,最大池化层被添加在深度卷积之后,其作用是减少网络的参数和计算量。此外,BN层和Dropout层被添加至卷积层和全连接层之后,其作用是防止网络过拟合并提升网络的训练和收敛速度,网络的最后两层是全连接层。网络卷积层和全连接层的输出通过线性整流函数(Rectified Linear Unit, ReLu)对网络的输出进行非线性激活,此外,输出层使用了Softmax激活函数。

[0050] 本实施例的CNN模型训练步骤如下：

[0051] 1) 设置好CNN模型训练的超参数,包括学习率、模型输入的batch大小、模型训练的迭代次数以及卷积层、全连接层、输出层使用的激活函数等；

[0052] 2) 初始化图3所示的CNN模型各层的权重参数、偏置量等；

[0053] 3) 将滑动窗口法生成的特征向量作为训练样本,计算前向过程中CNN各层的输出；

[0054] 4) 根据CNN输出层的输出值与训练样本真实值计算CNN的损失函数；

[0055] 5) 基于梯度下降的反向传播算法,反向地逐层计算网络各层的梯度值；

[0056] 6) 通过负梯度方向更新网络各层权重;

[0057] 7) 检查网络损失函数是否达到精度要求或者设定的迭代次数,若达到则停止网络训练,转向步骤8),否则转向步骤3);

[0058] 8) 输出训练好的卷积神经网络模型

[0059] 经过具体实际实验,当使用生理参数数据的80%作为训练集,20%的数据作为测试集,模型的初始学习率设为0.001,迭代次数设为20次,模型输入的batch设为32,使用带Adam更新规则的小批量梯度下降法并通过最小化交叉熵损失函数进而优化网络参数。提出的基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法针对大部分的被测对象的生理参数,可达到99%的识别精度。

[0060] 上述具体实施可由本领域技术人员在不背离本发明原理和宗旨的前提下以不同的方式对其进行局部调整,本发明的保护范围以权利要求书为准且不由上述具体实施所限,在其范围内的各个实施方案均受本发明之约束。

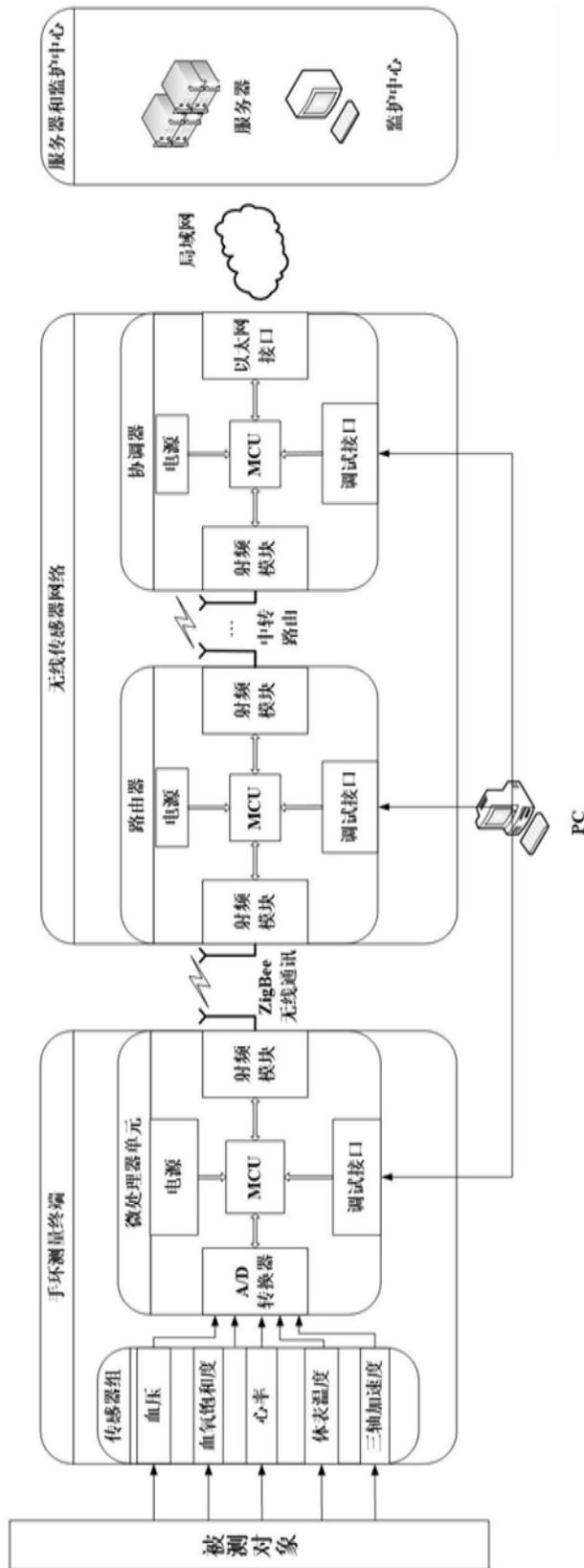


图1

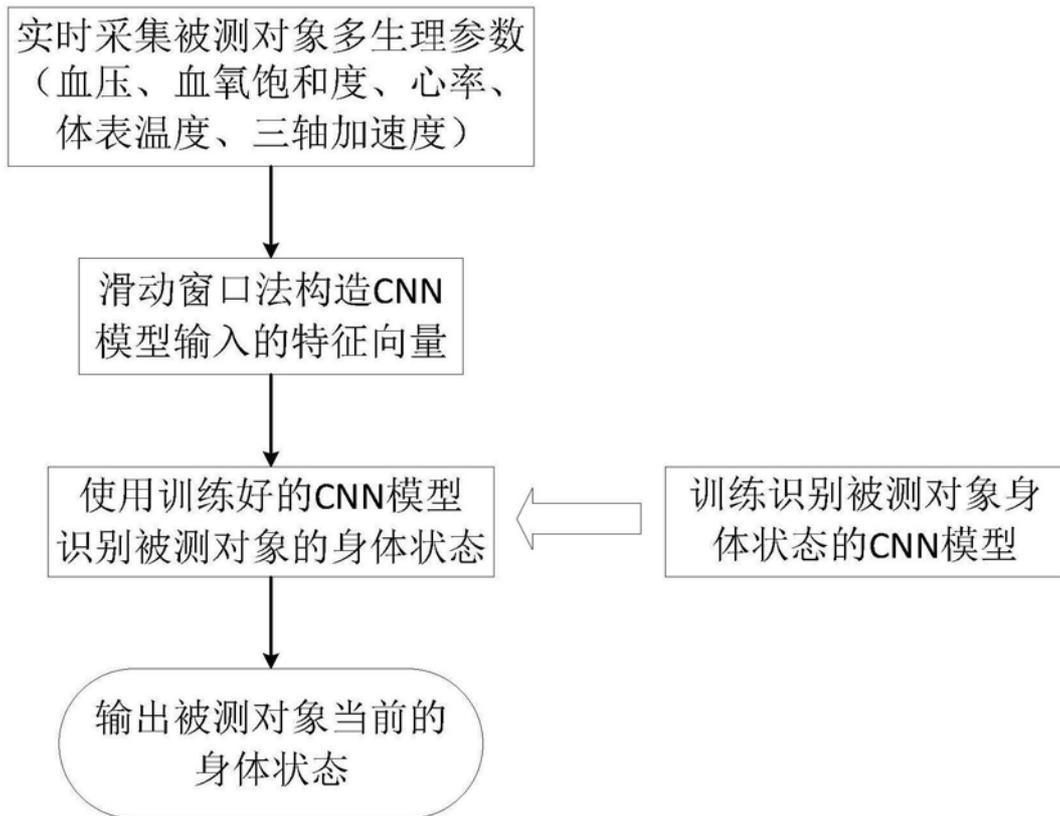


图2

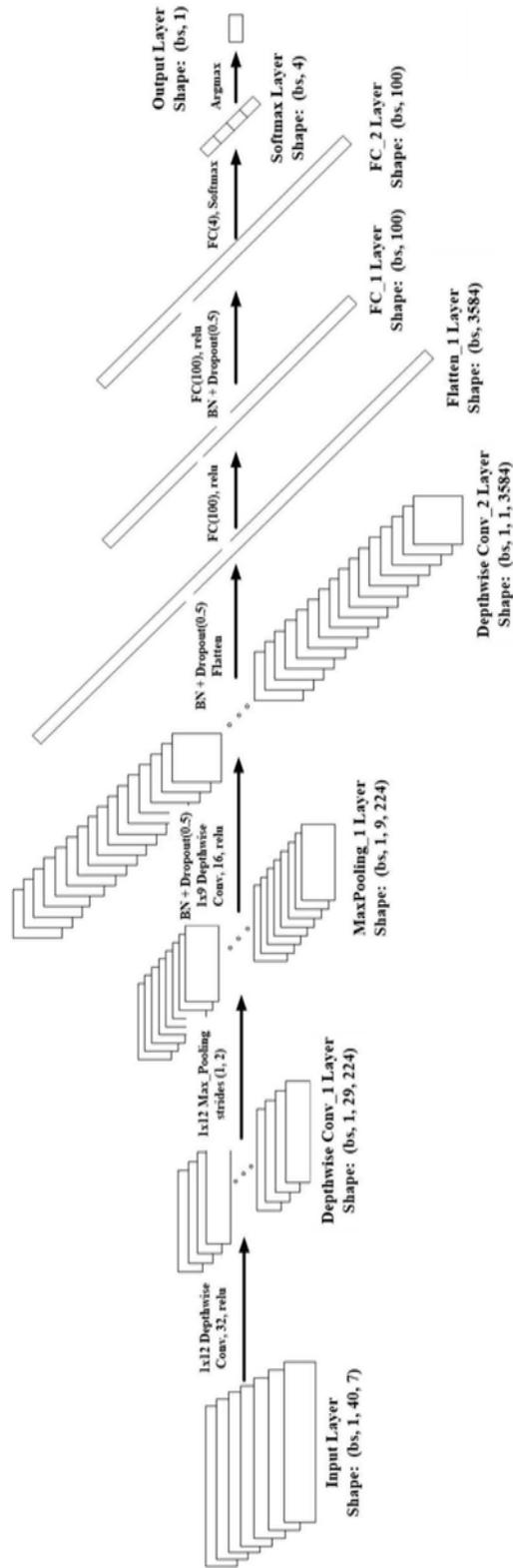


图3

专利名称(译)	基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN110909876A</a>	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201911182762.7	申请日	2019-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	颜国正 杨雷 王志武 姜萍萍 姚顺宇		
发明人	颜国正 杨雷 王志武 姜萍萍 姚顺宇		
IPC分类号	G06N3/08 G06N3/04 G16H40/60 A61B5/0205 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0022 A61B5/02055 A61B5/681 A61B5/7267 G06N3/0454 G06N3/084 G16H40/60		
代理人(译)	王锡麟		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

一种基于多生理参数和CNN的体征信息监测方法和系统，包括：集成式手环终端、路由协调器、服务器、监护中心和体征信息监测模块，集成式手环终端与路由协调器相连并传输采集到的血压、血氧饱和度、体表温度和心率等，路由协调器与服务器相连并传输多项生理参数经过编码之后的数据帧，服务器通过以太网口接收协调器传输的数据帧，解码之后可得到被测对象的各项生理参数，生理参数经过处理后通过监护中心实时显示，监护中心与服务器相连并实时显示多项生理参数的动态变化曲线，体征信息监测模块与服务器相连，服务器中存储的多项生理参数作为体征信息监测模块的输入。本发明能够自动的从采集到的生理参数中提取特征，并实现高精度的识别。

