



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109171688 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811145458.0

(22)申请日 2018.09.29

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 陈立江 陈鹏飞 毛峡

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

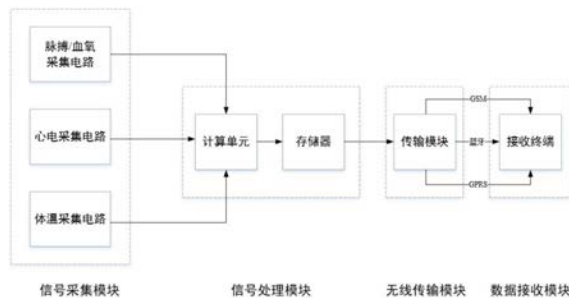
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备

(57)摘要

本发明公开了一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,可以完成血氧、脉搏、血压、心电和体温五项生命体征指标的采集与监测,包括信号采集模块、信号处理模块、无线传输模块和数据接收模块四部分。信号采集模块负责采集体征信号,其中脉搏/血氧采集电路使用反射式血氧采集方式,更具有普适性。信号处理模块完成采集信号的计算与存储,其中血压计算单元使用间接测量方式以得到连续的血压信号。无线传输模块将数据传输给数据接收模块,按照接收终端种类的不同分为三种方式:蓝牙传输、GPRS传输和GSM传输。本发明采用数字化纤维编织法制作,同时体征数据能够在服务器和终端进行存储和显示,实现了各项体征的实时监控和互补校准的目的。



CN 109171688 A

1. 一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,可以全面准确地采集并监测各种生命体征指标,该装置包括:

- (1) 信号采集模块;
- (2) 信号处理模块;
- (3) 无线传输模块;
- (4) 数据接收模块。

2. 如权利要求1所述生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,所述信号采集模块(1)包括脉搏/血氧采集电路、心电采集电路和体温采集电路;

脉搏/血氧采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集光电容积脉搏波信号(PPG信号),采集方式为反射式采集;

心电采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集心电信号(ECG信号);

体温采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集温度信号。

3. 如权利要求1所述生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,所述信号处理模块(2)包括2个计算单元和5个存储器;

计算单元进一步包括血氧计算单元和血压计算单元;血氧计算单元,输入端连接至脉搏/血氧采集电路,通过采集到的PPG信号的交直流成分计算血氧饱和度( $SpO_2$ );输出端连接至血氧数据存储器,进而存储计算得到的血氧数据;血压计算单元,采用双通道输入的方式,输入端分别连接至脉搏/血氧采集电路和心电采集电路,通过采集到的PPG信号和ECG信号计算血压;输出端连接至血压数据存储器,进而存储计算得到连续的血压数据;

存储器包括血氧数据存储器、脉搏数据存储器、血压数据存储器、心电数据存储器 and 体温数据存储器,分别对采集或计算获得的血氧、脉搏、血压、心电和体温数据进行存储。

4. 如权利要求1所述生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,所述无线传输模块(3)包括蓝牙模块、GPRS模块和GSM模块;

蓝牙模块通过蓝牙透传的方式将五项生命体征数据发送给PC端的蓝牙模块;

GPRS模块通过GPRS无线传输通路将五项生命体征数据发送给云服务器;

GSM模块通过无线以太网将五项生命体征数据发送至移动APP端。

5. 如权利要求1所述生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,所述数据接收模块(4)包括蓝牙模块、PC机显示模块、云服务器、移动APP端;

蓝牙模块接收蓝牙透传的体征数据,并通过串口发送至PC机端,进而在PC机显示模块进行体征信号的显示;

云服务器接收并存储GPRS无线传输通路中的数据,并按照指标进行监测,进而判断健康状况;

移动APP端接收GSM模块传输至无线以太网的数据,并对数据进行实时显示;

云服务器与移动APP端采用GSM或者以太网的通信方式,将监测到的个体健康状态发送至移动APP端。

6. 如权利要求1所述生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备,其特征在于,可穿戴设备形式为服装,通过数字化纤维编织法制作,将高度集成的电子模块编织在一起,分布在给定的纤维上,将织物设计成一个柔性网络,分布在服装上。在穿着舒适的同时,能够完成生命体征采集监测的功能;

脉搏/血氧采集电路位于袖口,以人体桡动脉为测量对象;

心电采集电路按照标准导联的方式,在服装右上肢、左上肢、左下肢附近都制作了柔性电极;

体温采集电路采取多点测量加权平均的方式,腋下设置了2个红外温度传感器,并中心对称地分布了8个红外温度传感器。

## 一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于智能可穿戴设备领域,具体涉及一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备。

### 背景技术

[0002] 随着我国科学技术和社会经济不断发展,成熟的医学技术、先进的医疗设备以及标准化的治疗流程使得许多病症都有了缓解甚至根治的方法。同时国家也十分重视群众的健康问题,在医疗保障政策的制订、医疗资金的投入和健康知识的普及上都有所体现。

[0003] 然而因为诸多原因,健康问题仍然迫在眉睫。首先,由于我国幅员辽阔、人口众多、贫富差距悬殊,医疗资源和医疗机构的地域覆盖度和可持续性投入均面临着巨大的挑战,人们也不方便甚至不能到医疗或体检机构进行定期体检。再者,人们的意识受到目前医疗资源限制的影响,认为体检周期应该很长,这会导致体检数据不具备连贯性,非常不利于日常健康状况的监控和常见疾病的预防。

[0004] 目前市面上推出了一些体检设备和智能可穿戴设备,在一定程度上缓解了以上困难,但还是存在一些问题。首先,产品的枯燥乏味及非生活必需品的本质、人类的惰性使得用户无法养成使用这些设备定期监测的习惯。再者,不固定的体检环境和不平和的心态导致体检设备不能正确反映体征指标。

[0005] 虽然目前市面上已经推出了一些生活必需品形式的智能可穿戴设备,如智能服装,但大部分服装还处于执行指令的阶段,如播放音乐和显示图像的功能。能够完成体征采集监测的服装还主要局限在运动领域,而且能够测量的体征还不够全面,不能系统地反映人体健康状况。

[0006] 同时,某些传统的生命体征采集方法还存在一些缺陷。例如,目前对于血氧的采集测量,普遍采用透射式采集方式,但依照该方式设计的电极形状单一,只能运用于人体耳朵、手指等部位,不利于设计可穿戴设备。并且直接使用血压仪测量获得的血压是非连续性的,这使得实时监控血压变化过程的目的难以实现。

[0007] 因此亟需一种全面采集监测生命体征且具有生活必需品形式的智能可穿戴设备。同时,还需要研究某些生命体征更为科学可靠的采集测量方式,以实现生命体征的实时监控。

### 发明内容

[0008] 本发明为了克服目前智能可穿戴设备和生命体征测量方法的缺陷,提供一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备。本发明是服装的形式,属于生活必需品,人们不需要特意预留时间使用。同时本发明能够测量的体征比较全面,测量的方法更合理且更有实时性,能够更准确地反映用户身体健康状况。

[0009] 为实现上述技术目的,达到上述技术效果,本发明包括以下几个模块:

[0010] (1) 信号采集模块;

- [0011] (2) 信号处理模块;
- [0012] (3) 无线传输模块;
- [0013] (4) 数据接收模块。
- [0014] 信号采集模块(1) 包括脉搏/血氧采集电路、心电采集电路和体温采集电路。
- [0015] 脉搏/血氧采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集光电容积脉搏波信号(PPG 信号),采集方式为反射式采集。
- [0016] 心电采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集心电信号(ECG信号)。
- [0017] 体温采集电路,连接所述的信号处理模块(2),用于采集温度信号。
- [0018] 信号处理模块(2) 包括2个计算单元和5个存储器。
- [0019] 计算单元进一步包括血氧计算单元和血压计算单元。血氧计算单元,输入端连接至脉搏/血氧采集电路,通过采集到的PPG信号的交流成分计算血氧饱和度;输出端连接至血氧数据存储器,进而存储计算得到的血氧数据。血压计算单元,采用双通道输入的方式,输入端分别连接至脉搏/血氧采集电路和心电采集电路,通过采集到的PPG信号和ECG信号计算血压;输出端连接至血压数据存储器,进而存储计算得到的血压数据。
- [0020] 存储器包括血氧数据存储器、脉搏数据存储器、血压数据存储器、心电数据存储器 and 体温数据存储器,分别对采集或计算获得的血氧、脉搏、血压、心电和体温数据进行存储。
- [0021] 无线传输模块(3) 包括蓝牙模块、GPRS模块和GSM模块。
- [0022] 蓝牙模块通过蓝牙透传的方式将五项生命体征数据发送给PC端的蓝牙模块。
- [0023] GPRS模块通过GPRS无线传输通路将五项生命体征数据发送给云服务器。
- [0024] GSM模块通过无线以太网将五项生命体征数据发送至移动APP端。
- [0025] 数据接收模块(4) 包括蓝牙模块、PC机显示模块、云服务器、移动APP端。
- [0026] 蓝牙模块接收蓝牙透传的体征数据,并通过串口发送至PC机端,进而在PC机显示模块进行体征信号的显示。
- [0027] 云服务器接收并存储GPRS无线传输通路中的数据,并具备相关算法对各项体征指标进行监测,进而判断健康状况。
- [0028] 移动APP端接收GSM模块传输至无线以太网的数据,并对数据进行实时显示。
- [0029] 云服务器与移动APP端采用GSM或者以太网的通信方式,将监测到的个体健康状态发送至移动APP端。
- [0030] 可穿戴设备形式为服装,通过数字化纤维编织法制作,将高度集成的电子模块编织在一起,分布在给定的纤维上,将织物设计成一个柔性网络,分布在服装上。在穿着舒适的同时,能够完成生命体征采集监测的功能。
- [0031] 脉搏/血氧采集电路位于袖口,以人体桡动脉为测量对象。
- [0032] 心电采集电路按照标准导联的方式,在服装右上肢、左上肢、肚脐左下部附近都制作了柔性电极。
- [0033] 体温采集电路采取多点测量加权平均的方式,腋下设置了2个红外温度传感器,并中心对称地分布了8个红外温度传感器。

## 附图说明

- [0034] 图1为本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的总体系统结构框图。

- [0035] 图2为本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的详细系统结构框图。
- [0036] 图3为信号采集模块与信号处理模块的结构及连接示意图。
- [0037] 图4为无线传输模块与数据接收模块的结构及连接示意图。
- [0038] 图5为本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的外观及结构示意图。

### 具体实施方式

[0039] 以下结合附图和实施例对本发明进一步详细说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0040] 如图1、图2所示,本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备包括四个部分,信号采集模块、信号处理模块、无线传输模块、数据接收模块。

[0041] 如图1、图2所示,信号采集模块包括脉搏/血氧采集电路、心电采集电路和体温采集电路。信号处理模块包括2个计算单元和5个存储器;无线传输模块包括蓝牙模块、GPRS模块和GSM模块;数据接收模块包括蓝牙模块、PC机显示模块、云服务器、移动APP端。

[0042] 如图3所示,本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的信号采集模块别与信号处理模块连接。其中,脉搏/血氧采集电路采用三端输出,一个输出端与血氧计算单元连接,计算出血氧数据存储在血氧数据存储器中;一端直接与脉搏数据存储器连接,将脉搏数据存入其中;一端配合心电计算血压。心电采集电路采用双端输出的方式,一端配合脉搏数据计算血压,一端直接与心电数据存储器连接,将心电数据存入其中。体温采集电路直接与体温数据存储器连接,将体温数据存入其中。血氧计算单元和血压计算单元分别与血氧数据存储器 and 血压数据存储器连接,将对应的数据存入其中。信号处理模块采用STM32F767ZI作为主处理器,该芯片最大可设置系统时钟为216MHz,可以完成体征数据的计算和存储。

[0043] 如图3所示,所述脉搏/血氧采集电路采用AFE4400血氧模拟前端电路,其中AFE4400芯片高度集成、体积小、功耗低、成本低。该电路采用反射式采集的方式,即使用红光和红外光经还原和氧合血红蛋白反射所得的光电流强度来计算血氧数据。该电路产生脉冲方波驱动光源产生波长为660nm的红光与910nm的红外光,光线经挠动脉组织反射进入接收器中,将光转化为光电流信号。血红蛋白对660nm红光的吸收比较强,而对910nm红外光的吸收长度比较弱,而携氧血红蛋白的血红细胞对660nm红光的吸收比较弱,对910nm红外光的吸收比较强,因此在血氧测量时,通过测量反射光电流的强度区别,就可以检测到还原血红蛋白和有氧合血红蛋白的含量,从而计算出血氧饱和度。相较传统的透射式采集方式,反射式采集电极可设计的形状多样化,能更好地适用于可穿戴设备。随后两种光电流信号进入信号分离模块,信号分离模块采用分时处理的方法,在一段时间内对红光电流信号进行A/D转换,另一段时间内对红外光电流信号进行A/D转换,经过信号分离模块处理后的两个信号分别进入环境光消除模块和取平均值模块以减小误差,该电路的SPI输出为光电容积脉搏波信号(PPG信号),即为脉搏数据,可以直接存入脉搏数据寄存器中。将红光条件下和红外光条件下的PPG信号在血氧计算单元提取中相应的交直流分量即可通过公式计算出血氧饱和度( $SpO_2$ ),即血氧数据。

[0044] 如图3所示,所述心电采集电路采用AD8232芯片的外围电路,其中AD8232芯片是一款用于ECG及其他生物电测量应用的集成信号调理模块。该器件设计用于在具有运动或远

程电极放置产生的噪声的情况下提取、放大及过滤微弱的生物电信号。该芯片采用了双极点高通滤波器来消除运动伪像和电极半电池电位。芯片还内置了一个无使用约束运算放大器来创建一个三极点低通滤波器，消除了额外的噪声。内置的放大器能极大程度上提高共模抑制比，用于右侧驱动 (RLD) 等受驱导联应用。使用该电路时，只需要将按照标准导联的方式，将置于左上肢、右上肢和右下肢的电极输入相应端口，其输出即为心电信号。

[0045] 如图3所示，所述温度采集电路采用红外温度传感器SMTIR9901，该传感器精度高、敏感度高、信噪比高、响应时间短，广泛应用于医疗仪器，进行非接触式温度测量。测温范围为-20-100℃，能够完成体温的测量。

[0046] 如图3所示，所述血氧计算单元，是提取红光和红外光条件下PPG信号中的交直流分量，通过公式计算血氧饱和度 ( $SpO_2$ )，即血氧数据。计算公式为

$$SpO_2 = A \times \frac{I_{AC}^{\lambda 1}/I_{DC}^{\lambda 1}}{I_{AC}^{\lambda 2}/I_{DC}^{\lambda 2}} + B, \text{ 其中 } I_{AC}^{\lambda 1} \text{ 和 } I_{AC}^{\lambda 2} \text{ 分别为红光和红外光反射后测得的交流电流,}$$

$I_{DC}^{\lambda 1}$ 和 $I_{DC}^{\lambda 2}$ 分别为红光和红外光反射后测得的直流电流,A、B为待定系数,通过实验数据的线性回归标定获得。

[0047] 如图3所示，所述血压计算单元，是提取PPG信号和ECG信号的最大值点，并计算出两最大值点相差的时间PPT，再根据收缩压和舒张压的公式计算出血压。收缩压计算公式为 $P_s = A \times PPT + B$ ，舒张压计算公式为 $P_d = P_s e^{mK^T + n}$ ，其中K为脉搏波特征量，计算公式为

$$K = \frac{P_m - P_d}{P_s - P_d}, P_m \text{ 为一个周期内脉搏压平均值; } T \text{ 为脉搏波周期, } A、B、m、n \text{ 为待定系数。传统血}$$

压仪直接测量血压的方式测得的数据不是连续的。而采用上述的间接计算方式，可以得到连续的血压信号。为了准确计算PPT的起始点和终止点，需要找到PPG信号和 ECG信号的峰值。对于ECG信号，采用一阶差分的方法锐化波形，并设定门限阈值以判断最大值点所在位置，极大消除了T波极值点的干扰。对于随机性干扰较大的PPG信号，使用滑动平均滤波的方法消除高频噪声，并减缓基线漂移。对于待定系数A、B、m、n，采用听诊法或者血压仪直接测量法测得的收缩压和舒张压通过线性回归进行标定。

[0048] 如图3所示，所有采集电路都采用SPI接口传输数据，并开启DMA进行数据传输。同时存储过程引入乒乓缓存机制，这种方式大大提升了CPU的执行效率，且不会因为单缓存的数据更新从而影响发送数据结果的准确性。

[0049] 如图4所示，本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的信号处理模块与无线传输模块相连接。其中，五个存储器分别与蓝牙模块、GPRS模块和GSM模块相连接，将数据通过无线传输的方式发送给终端。其中蓝牙模块通过蓝牙透传的方式发送数据给PC机端的蓝牙模块；GPRS模块通过GPRS无线传输通路将数据发送给云服务器；GMS模块通过无线以太网将数据发送给移动APP端。

[0050] 如图4所示，本发明生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备的无线传输模块与数据接收模块相连接。蓝牙模块与PC机端显示模块相连接，实现了透传数据的实时显示。云服务器接收到GPRS无线传输通路的数据，进行存储，并根据相应算法判断用户的健康状况。移动APP端接收到GMS模块通过无线以太网传输的数据，进行实时显示。云服务器通过GSM 或无线以太网的方式连接到移动APP端，将用户健康状况发送给移动APP端。

[0051] 如图4所示，所述蓝牙模块采用HC-05主从一体蓝牙串口模块。该模块采用蓝牙芯

片 BC417143B,该芯片支持蓝牙V2.0版本,传输率在1.8Mbps-2.1Mbps,支持双工模式,功耗较低。该模块包括射频发射机、射频接收机、基带信号处理模块和射频频率合成器。其中射频放大器包括I/Q调制器、功率放大器。数字信号输入基带信号处理模块后,输出的信号经由I/Q调制器调制为射频信号后通过功率放大器进行发送。该调制器大大减小了频率漂移现象。射频接收机包括I/Q解调器、低噪声放大器和A/D转换器。接收到的射频信号经由I/Q解调和低噪声放大后,通过A/D转换获得数字信号,输入到基带信号处理模块。其中基带信号处理模块包括DSP和内存管理单元(MMU),DSP可以通过包装协议的方式完成前向纠错、信头差错控制、加密等功能,内存管理单元(MMU)主要完成基带信号对RAM的读写操作。所有射频范围信号均由射频频率合成器产生,具有极高的频率准确度和稳定性。用户可以通过AT指令模式配置蓝牙主从设备的通信波特率、主从角色、连接模式、连接密码和绑定地址来完成连接。

[0052] 如图4所示,所述PC机显示模块是基于MFC对话框工程制作的应用程序界面,通过加载Teechart控件以显示实时波形。

[0053] 如图4所示,用户对服装进行一系列的初始化步骤,如将服装与用户手机相连接,或者将服装与用户的WIFI相连接,建立新的用户ID等;初始化完毕后,用户即可使用。在用户穿上衣服的时候,即自动开始即时的体征测量,然后通过无线的方式将测量结果传到云服务器,或先传到用户移动APP端(手机端),移动APP端再将数据转发至云服务器,云服务器进行系统的分析和处理后,将反馈结果推送给用户手机端,并与用户进行日常的互动。

[0054] 如图5所示,脉搏/血氧采集电路位于袖口,以人体桡动脉为测量对象。可穿戴设备形式为服装,通过数字化纤维编织法制作,将高度集成的电子模块编织在一起,分布在给定的纤维上,将织物设计成一个柔性网络,分布在服装上。在穿着舒适的同时,能够完成生命体征采集监测的功能。心电采集电路按照标准导联的方式,在服装右上肢、左上肢、左下肢附近都制作了柔性电极。体温采集电路采取多点测量加权平均的方式,腋下设置了2个红外温度传感器,并中心对称地分布了8个红外温度传感器。

[0055] 本发明采用微型电池电源,例如,使用2节3V CR2032纽扣电池(20.0×3.2mm)与一个降压二极管,额定功率240mAh。电源通过二极管降压、整流、滤波、稳压后给系统各部分供电。

[0056] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并非用来限定本发明的实施范围。任何所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种变动与润饰,本发明保护范围应以权利要求书所界定的保护范围为准。

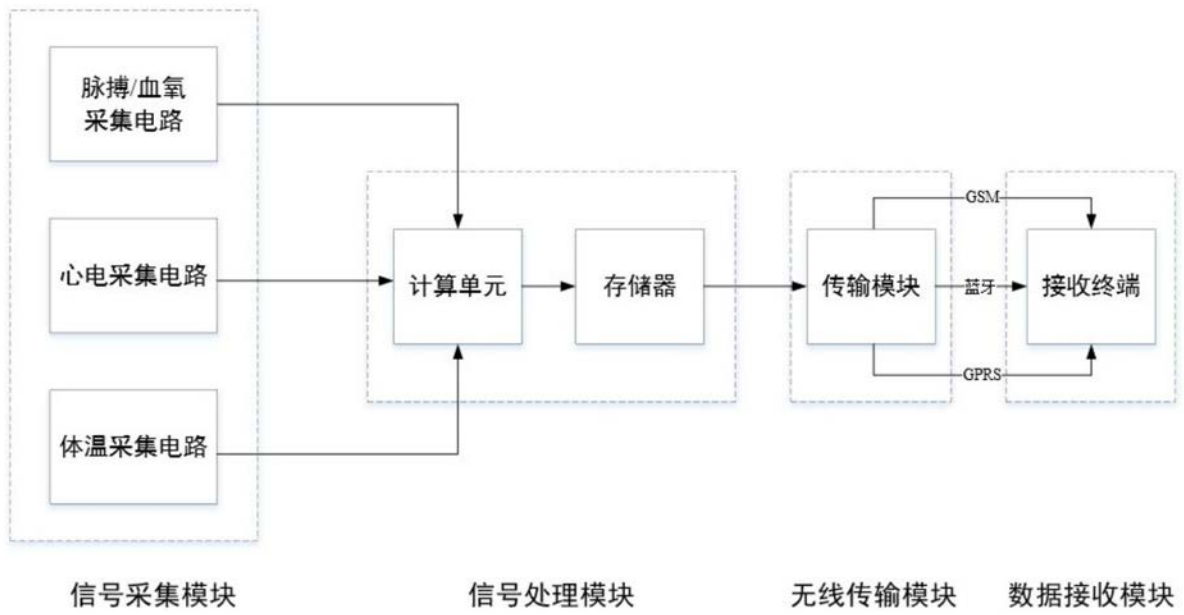


图1

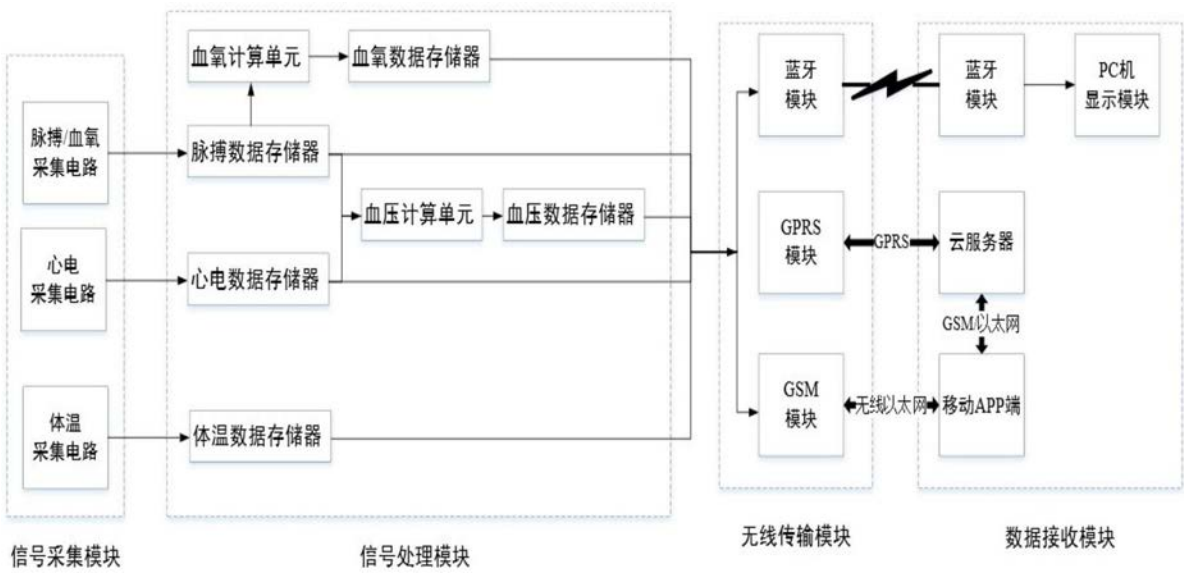


图2

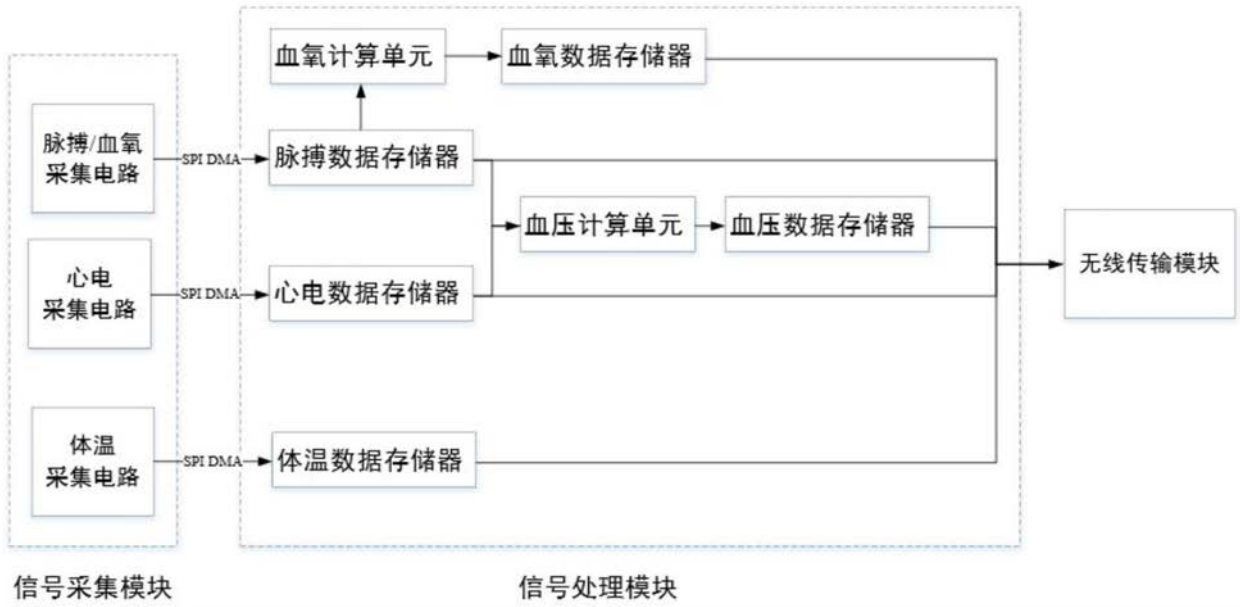


图3

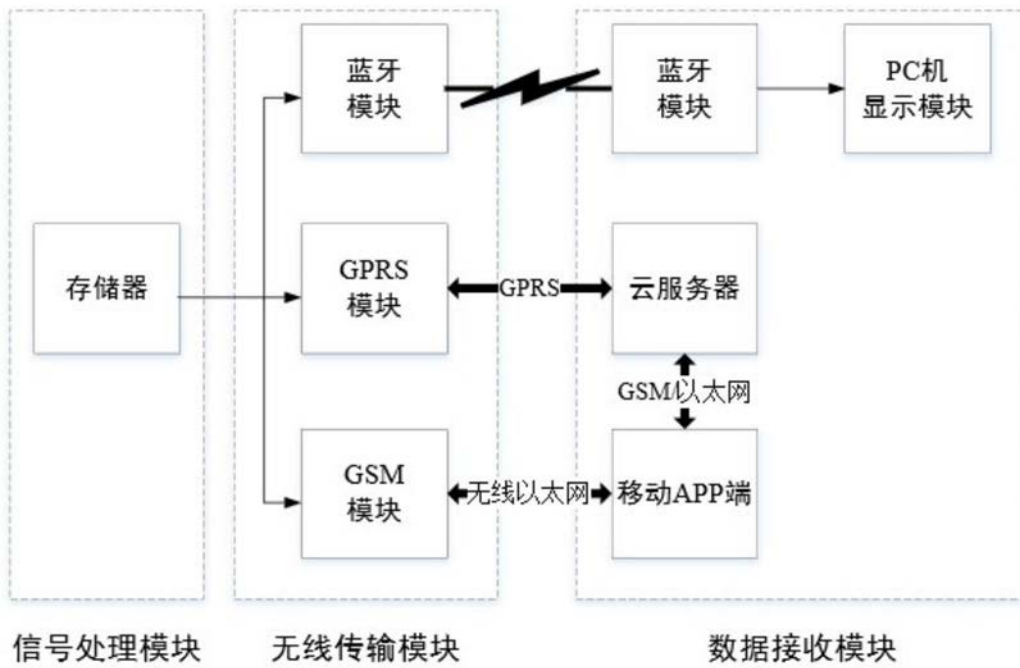


图4



图5

专利名称(译)	一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备		
公开(公告)号	<a href="#">CN109171688A</a>	公开(公告)日	2019-01-11
申请号	CN201811145458.0	申请日	2018-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京航空航天大学		
[标]发明人	陈立江 陈鹏飞 毛峡		
发明人	陈立江 陈鹏飞 毛峡		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/1455 A61B5/0402 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0002 A61B5/02055 A61B5/02416 A61B5/0402 A61B5/14551 A61B5/6804 A61B5/7203 A61B5/725		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明公开了一种用于生命体征综合采集和健康监测的可穿戴设备，可以完成血氧、脉搏、血压、心电和体温五项生命体征指标的采集与监测，包括信号采集模块、信号处理模块、无线传输模块和数据接收模块四部分。信号采集模块负责采集体征信号，其中脉搏/血氧采集电路使用反射式血氧采集方式，更具有普适性。信号处理模块完成采集信号的计算与存储，其中血压计算单元使用间接测量方式以得到连续的血压信号。无线传输模块将数据传输给数据接收模块，按照接收终端种类的不同分为三种方式：蓝牙传输、GPRS传输和GSM传输。本发明采用数字化纤维编织法制作，同时体征数据能够在服务器和终端进行存储和显示，实现了各项体征的实时监控和互补校准的目的。

