

基于STM32的老年人救助手环心率值误差纠正方法研究

任艳焱, 顾雅珍, 崔容容, 李楠楠

(赤峰学院 数学与计算机科学学院, 内蒙古 赤峰 024000)

摘 要: 心率也叫安静心率,是衡量人体健康与否的一个重要生理指标,它是指正常人在安静状态下每分钟心跳的次数,其正常值的范围是60-100次/分。目前应用于手环的测量和计算心率的方法有很多,各有利弊,而解决心率值误差率的问题又是重中之重。这就需要我们反复测试,从而找到一个误差率尽可能小并且适合于手环设计的有效方法。本方案采用STM32F103vet6为主要微处理器,结合多种外部设备,利用运动传感器——速度传感器MPU6050进行信号的采集工作,另外扩充了蓝牙模块、Wi-Fi模块、LoRa无线通信模块,并对相关的设计方法进行优化处理,一定程度上对心率值的误差进行了纠正,从而满足本方案的设计要求并为之后的手环设计工作提供了一定的有效参考,具有一定的意义。

关键词: 传感器; 阈值; STM32; 心率值

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-260X(2020)01-0039-02

1 引言

心率是人体的一个重要生理指标,通过人体每分钟的心跳次数可以在一定程度上判断个人的健康状况。在实际生活中无论是心动过速或者心动过缓的变化都和心脏类的疾病息息相关,这就要求我们找到一种能够及时反应的方式以求及早得到治疗。影响心率变化的原因有很多,有生理性的也有病理性的,例如因年龄大小、性别不同而产生的个体差异;以及因运动、吸烟饮酒、情绪波动或者服用药物后所导致的心率变化等。怎样才能对不同情况下的心率进行有效的监测并能对其测量值准确显示是人们亟需解决的问题。

目前的测量方法有心率计——可对跑步、静走等运动进行心率监测;心率传感器——在体表间接测量人体的相关参数;心率带——臂带式心率带、带式心率带等测量方式。

通常来讲心率监测的原理可分为:(一)光电透射测量法,缺点是耗电量相对较大,同时容易受到环境光的干扰;(二)测试心电信号的方法,缺点是电路相对复杂,易受电磁信号的干扰;(三)振动式测量,通过高精度的传感器处理相应的震动信号。怎样取长补短,采取误差最小的设计方法是本文的首要研究问题^[1]。

2 心率监测系统的设计

2.1 STM32F103xx系列芯片

在本方案中我们采用STM32F103xx系列芯片作为微处理器,它是整个设计的核心部件,我们通过芯片的I²C接口和运动姿态传感器MPU6050相连接,来获取需要的运动特征数据,另外的一个PC接口可以与AXCL和XDA端相连接,用来连接光电传感器。

STM32F103xx系列芯片内部集成了高性能的32位ARM Cortex—M3处理器,它的性能指标是72Hz的频率,512KB大小的闪存,64KB大小的SRAM。另外它还具有四个

通用的16位ADC、广泛的增强型输入输出接口以及外部设备,STM32F103xx系列芯片可在温度范围较为宽泛,可以在零下40摄氏度至零上105摄氏度、电压为2.0V至3.6V的条件下正常工作。它的这些特性极适合应用于本方案的省电模式下的低功耗设计。它的功用主要是用来收集数据、处理信息并协调控制系统中各个功能模块的正常工作^[2]。

2.2 MPU6050运动姿态传感器

由于人们走路时手臂挥动的幅度大小不规律,通常状况下使用的3轴传感器达不到一定的灵敏性,对于不同的运动状态手臂摆动无法监测到正确数值,所以为了解决上述问题本设计中采用了MPU6050运动姿态传感器。

MPU6050是一个整合性的6轴运动传感器,它集成了16位的三轴加速度传感器和16位三轴陀螺仪传感器,可以分别监测到模块的加速度和角速度;通过数据融合算法可以很好地解决组合陀螺仪与加速器时间轴之差的问题,它的量程范围较大,对角速度的感测范围较为宽泛,数字运动处理引擎可减少复杂的融合演算数据、感测器同步化、姿势感应等的负荷。

运动处理数据库支持Android、Linux与Windows内建之运作时间偏差与磁力感测器校正演算技术,免除了客户须另外进行校正的需求。另外连接电路简单,微处理器可通过I²C接口和MPU6050的SCL和SDA连接获得运动特征数据。综上所述MPU6050具有较高的优越性能,可以说运动姿态传感器MPU6050是为便携式产品量身订作的!

2.3 Si188单光束反射式红外光电传感器

光电传感器的工作原理是利用红外光线的透射和反射强度变化对信号进行采集。当身体某一部位将光电传感器的发射和反射接收口遮挡住的时候,将会影响光的传递途径。每当心脏跳动的时候,心脏泵血将会改变血管中的血液流

收稿日期:2019-10-23

基金项目:2019年度赤峰学院青年科研基金项目(cfxyn201905)

量,并进一步改变血液的血氧饱和度,从而将会引起光反射强度的强弱变化.这类传感器的重要特征是能够测量探测部分不侵入机体,能够在一定程度上自动消除系统误差,具有较高的测量精度,具有一定的应用价值.

ST188 单光束反射式红外光电传感器采用非接触检测方式,检测距离为 4—13mm,可以在传感器加外围电路来监测接收管的信号,进而确定是否接收到反射回来的红外线.或者通过 STM32 芯片扫描 E 管脚(接收管的负极)的值 0 或者 1(类似于按键扫描的方法)来确定接收管的状态.另外 ST188 内部集成了一个红外发射管和一个接收管,可以自己检测,操作非常方便快捷.

2.4 LoRa 无线通信模块

LoRa 无线通信模块则是采用 SX1278 芯片,它是一款低功耗、远距离的无线数字收发芯片,采用了先进的扩频调制技术,增加了链路预算,具有非常强的抗干扰能力,工作频段为 137~525MHz,接收灵敏度高达-148dBm^[4].

3 硬件设计部分

硬件设计图如下所示:

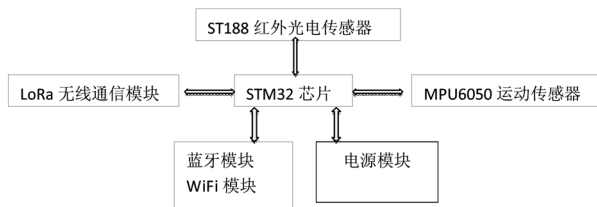


图 1 硬件设计图

STM32 芯片作为主要的控制单元,由电源模块为其供电,主要用来对收到的数据进行加工处理并协调各个功能模块的正常工作.

信息采集模块采用 ST188 红外光电传感器、MPU6050 运动姿态传感器来收集数据;通过 Wi-Fi 模块将采集到的数据传送给手机,蓝牙模块则采用数据透传的方式将相关指令发送给手机,再利用手机 App 对接收到的数据进行有效的、合理性的分析,从而实现手机与手环之间的交互操作.

4 软件设计部分

通过反复试验测试,我们需要做如下工作:

(1)测试出每组数据的脉搏波数据与重力加速度数据的误差,测定满足多大比例才比阈值小,从而判定出相对的静止状态.

(2)利用运动姿态传感器 MPU6050,从数据采集的源头上做到相对精准从而降低人体运动状态对心率测量值的影响.

我们通过 I2C 端口获取 MPU6050 运动姿态传感器的原始数据即获得由三轴加速度值和三周角速度值融合而成的姿态数据:仰俯角、偏航角、滚转角.然而此时得到的原始数据夹杂着很严重的噪音,在手环处于静止状态时数据摆动都可能超过 2%.除了噪音,各项数据并不是围绕静止工作点在摆动而是还会有偏移的现象,因此我们要先对数据偏移进行校准,再通过滤波算法进行消除噪音处理.编写程序校准 MPU6050 运动姿态传感器的偏移量^[9].

(3)确定阈值的选取范围,实施卡尔曼滤波纠正.另将心率传感器采集的心率值利用小波阈值去噪后得到比较干净的有效信号,并将其值纠正后误差控制在可接受范围,增强

心率检测方法鲁棒性,提高心率检测准确度,形成健壮的,数据有效的健康监测手环系统.

本文小波阈值去噪是利用 MATLAB 软件来实现的,主要包括阈值去噪和阈值的获取.MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合,拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数,并且这些函数中所使用的算法都是经过了各种优化和容错处理并体现了科研和工程计算中的最新研究成果,可以方便地实现用户所需的各种计算功能.本文使用 MATLAB 中 `ddencmp` 函数用于获取信号在消噪或压缩过程中的默认阈值;`wden` 函数用于处理一维信号的自动消噪;`wdencomp` 函数用于一维或二维信号的消噪或压缩;`wthcoef` 函数用于一维信号小波系数的阈值处理.

5 结论

本文对现有的手环设计方法进行了整体上的概述并在一定程度上进行了优化设计,测试完成了不同运动状态下的心率变化范围,采用了最适合应用于穿戴设备的 MPU6050 运动姿态传感器和采用最佳信息采集模块和数据传输模块 LoRa 进行数据的采集和传输,从而在源头上解决了数据误差的问题.但是仍有一些需要改进的相应算法,从而进一步缩小数据误差,提高数据的有效性.本次设计工作在衡量人体的健康状况、身体素质以及预防心脏类疾病的预警方面起到了一定的作用.另外由于多种因素的综合影响,建议在日常生活中不要过于相信智能运动手环数据,对其数据采取理性参考的态度,合理安排运动强度改善体质.

参考文献:

- [1]高一乐.智能运动手环的发展现状分析[J].当代体育科技,2015,5(33):202-204.
- [2]梅澜满,黄松,忻尚芝.基于 STM32 的无创血氧检测仪的研制[J].信息技术,2014(09):189-192.
- [3]杨志萌.嵌入式红外辐射计人机交互系统的设计与实现[D].青岛:中国海洋大学,2013.
- [4]吴磊,胡维平.基于 LoRa 的心率血氧实时监测系统的研究[J].电子设计工程,2019(7).
- [5]蓝坤,张跃.基于 Android 的心电监护软件系统设计与实现[J].计算机工程与设计,2013,34(8):2951-2956.
- [6]沈勇,蒋文雄,段勇.基于 nRF24L01 的通用无线通信模块设计[J].电子工程设计,2013(8):84-86.
- [7]张秀艳,马晨晓,任卓成.老人之友防跌倒报警手环研究探讨[J].南方农机,2018(07):150.
- [8]张爱华,丑永新.动态脉搏信号的采集与处理[J].中国医疗器械杂志,2012,36(2):79-84.
- [9]杨婷,黄楠,谢亮.基于 STM32 微控制器的智能手环的设计[J].科技广场,2016,177(8):190-192.
- [10]郭晏玮,王新玲.基于蓝牙传输的心率监测系统的设计[J].电子测试,2011(8):84-87.
- [11]毕海涛.可穿戴式单芯片心率血氧智能采集的设计[D].长春:东北大学,2014.
- [12]吴景程,彭莉,曹泽亮,等.对不同运动负荷方案下的心率及[1]RPE 效度研究[J].中国体育科技,2011,47(4):95-99.