

基于 51 系列单片机的穿戴式脉搏检测系统设计

杨 晔, 贾 炆, 邹秋月, 林晓亮, 卢亚君

(齐齐哈尔大学 通信与电子工程学院 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要: 该系统设计了一种智能穿戴式脉搏检测系统, 该系统使用 STC89C51 为主控芯片, 通过红外光电传感器检测出使用者血液的光信号并经过处理转换成脉搏数据呈现给使用者, 方便快捷。同时, 使用者还可以使用 Android 手机通过蓝牙来接收脉搏情况, 实现对使用者脉搏的实时监控功能。经过测试, 该设计实现了预设功能, 很大程度上解决了病患脉搏检测难的问题。

关键词: STC89C51; 脉搏检测; 蓝牙; Android

中图分类号: TP212.9

文献标识码: A

文章编号: 2096-9759(2021)01-0122-03

Design of wearable Pulse detection System based on 51 series single chip microcomputer

Yang Ye, Jia Yang, Zou Qiuyue, Lin Xiaoliang, Lu Yajun

(School of communication and electronic engineering, Qiqihar University, Heilongjiang, 161006)

Abstract: The system designs an intelligent wearable pulse detection system. The system uses STC89C51 as the main control chip, detects the light signal of the user's blood through the infrared photoelectric sensor, and transforms it into the pulse data to present to the user, which is fast and convenient. At the same time, users can also use the Android phone to receive the pulse situation through Bluetooth, so as to realize the real-time monitoring function of the user's pulse. After testing, the design realizes the preset function and solves the problem of patients' pulse detection to a great extent.

Key words: STC89C51; pulse detection; Bluetooth; Android

0 引言

随着国民生活水平的不断提高, 民众对健康问题也越来越重视。在当今科技水平飞速发展下, 医疗设备快速更新, 朝向便携化、精准化、低功耗发展。可穿戴电子技术为形成一个快速发展的消费设备领域奠定了基础。长期以来, 各种各样的脉搏检测装置陆续出现。因为脉搏是心血管等疾病诊断所需的必备生理数据, 所以随着科技的不断发展, 有关脉搏检测设备的研究一直以来成为医学、电子学、工程技术领域科研的工作者们的涉足焦点, 可穿戴医疗设备就是通过植入人体、绑定人体, 识别人体的体态特征和状态这三种方式来实时检测我们的身体特征、运动状况。能够实时通过当前监测到的身体状态的各种生理参数进行采集和统计, 通过综合分析算法来对使用者进行简单的生理及健康检测与未来运动规划, 以利于实现使用者能够对自身生理与心理状态的进一步了解与合理化的调整。

市场上很多脉搏检测仪器都具有检测脉搏等其他功能, 但对于这些数据分析和诊断还需要有丰富临床经验的医生, 进行分析对比以后才能确定结果, 浪费大量的人力, 且因传感器使用环境污染使测量灵敏度下降、季节变化导致信号受周围环境温度影响造成的误差较大。本设计所使用的红外光电式传感器是由光电容积法制成的光电传感器, 当光透过人体组织时, 脉搏的跳动会使血液的透光率发生变化, 通过对使用者手指末梢的透光度进行数据收集, 得到微弱的脉搏电信号, 经过放大和滤波得到精准的脉搏数据。具有测量精确度高、构造简单、功耗低、使用寿命长等优势。通过红外

光电式传感器所研制的脉搏检测在医疗领域有很大的应用前景。

1 系统总体设计

出于对脉搏检测装置的使用者所需操作的复杂程度、便携性、及装置使用寿命的综合考虑, 传统的脉搏检测装置已经不能满足当今医疗设备飞速发展下的医患需求。本文设计的脉搏检测装置主要由主控电路、数据采集整理电路、无线传输电路、上位机显示构成。系统主要由 51 单片机为核心进行控制, 使用红外光电传感器读出脉搏信号经放大滤波转换为脉搏数据通过液晶显示器、手机 Android 上位机显示脉搏数据。

本系统的两个重要部分: 数据采集整理部分、数据传输显示部分。数据采集整理部分使用红外光电传感器将使用者血液中的光信号进行处理, 转换为电信号。但需通过滤波放大电路进行处理, 本系统使用 LM385 运放放大器将检测出的微弱电信号进行放大、滤波来确保信号的输出。经处理后的电信号仍存在着很大的噪声干扰不能算作计数信号, 必须使用整形电路。选用电压滞回比较器, 经整形电路后减少信号干扰达到符合计数的脉搏信号。除上述对脉搏信号的采集处理外还增加了一只 LED 用来显示脉搏跳动的状态。数据采集整理部分电路图如图 1 所示。数据传输显示部分负责对数据的传输与显示, 可以通过液晶显示器直接显示, 也可以通过蓝牙将收集到的脉搏数据传到手机端的 Android 上位机中。两个部分相互配合工作以达到整个装置的平稳运行。系统结构图如图 2 所示:

收稿日期: 2020-11-04

基金项目: 大学生创新创业竞赛项目(201910232227)。

作者简介: 杨晔(1999-) 男, 在读本科生, 主要研究方向: 物联网工程方向; 贾炆(1990-) 男, 在读博士, 实验师, 主要研究方向: 非线性网络控制研究。

©1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

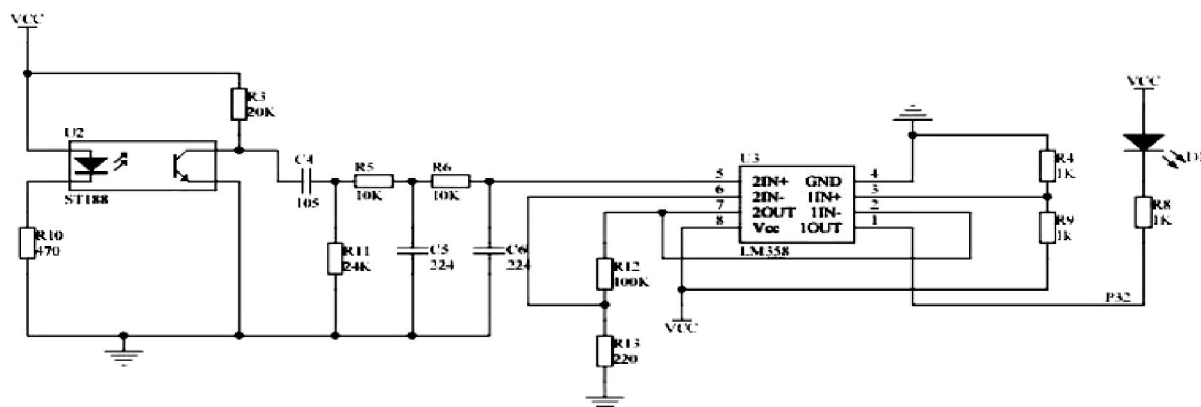


图 1 数据采集整理部分电路图

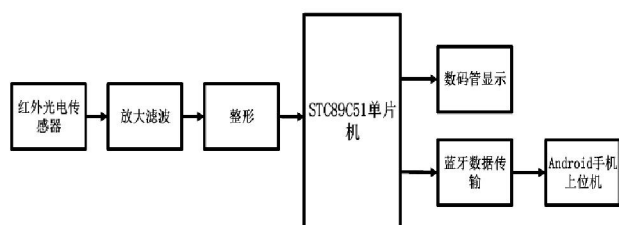


图 2 系统总体设计图

2 硬件设计

(1) 主控模块: 在主控的选择方面主要是根据芯片的功耗和质量以及价格等方面进行选购, 考虑到最优性价比, 对市面上的现有 stm32 系列芯片、STC89C51 系列芯片、以及 ZigBee 系列芯片进行性能对比, 相比较之下价格低廉易获取的 STC89C51 系列芯片比较适合本设计的性能需求, 功率较低, 耗电低, 待机时间较长。因此选取 STC89C51 作为本设计的核心芯片。STC89C51 的工作频率高达 80MHZ, 可满足驱动各个模块的正常运转及数据的采集、传输, 最新系列的 STC89C51RC 不仅向下兼容 8051 内核而且其内部的 MAX810 复位电路使得复位操作更加便捷, 配合 4KBytes 的 ISP FLASH 及中央处理器, 只需配合 PC 端的控制程序即可将代码更快的下载到单片机的内部。而 STC89C51 内部的 4 个定时器和外部中断即可满足数据的采集要求。

(2) 数据采集整理模块: 数据采集模块采用的是 ST188 红外发射接收管作为数据采集传感器, 优点是响应时间短, 采用光信号作为反射源, 电路由电子零件构成, 不含机械结构, 所以响应时间较短。另外使用红外光电式传感器可以实现对人的非接触的检测, 因此不会对人体和传感器造成损伤, 所以传感器的使用寿命将会较长。数据采集整理模块还包括配套电路, 此部分电路是将红外光电式传感器采集到的脉搏电信号进行处理, 由于脉搏电信号较低通常为几十毫伏, 需进行放大, 以达到整形电路所需电压数值。考虑到欲使电路工作在放大状态, 因此选用 LM385 运放放大器放大电信号, 并通过选用合适阻值的电阻, 可满足稳定放大电路电压的要求。同时因为放大后的信号不规则不能作为计数信号, 需要对信号滤波整形。数据采集整理框图如图 3 所示:

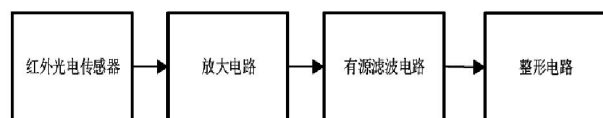


图 3 数据采集整理模块框图

(3) 通信模块: 使用蓝牙进行通信, 蓝牙通信技术作为一种能够进行无线传输数据和文件的全球规范技术, 具有安全可靠的通信性能, 低成本的构建价格, 小范围的无线连接方式, 抗干扰能力强, 简化了端点对端点的通信方式, 组网灵活方便, 使得数据传输更加高效便捷。将其用于实现上位机与单片机的通信, 通过建立具有无线空中接口的通信环境, 在近距离内实现通信或操作, 并基于 Bluetooth Specification IEEE802.1 蓝牙协议搭建, 使其具有稳定的通信性能。通过使用跳频技术, 有效避免了 ISM 频段遇到干扰源, 使丢包率降低, 同时为医院、个人用户与手机、平板等智能设备间的交互提供了标准协议。蓝牙模块电路集成度高, 使用时嵌入方便。蓝牙模块的 UART_RX 和 UART_TX 分别与主控芯片的 TX、RX 连接进行数据的接收和发送。

(4) 数据显示模块: 数据显示主要有两部分, 一是置于硬件上的 LCD1602 液晶显示器, 另一部分则是上位机的数据记录界面。在选型过程中考虑过使用数码管进行下位机端的数据显示, 但因为数码管操作繁琐、刷新率不高、使用寿命短等劣势从而选择了性能更好 LCD1602 液晶显示器作为下位机端的数据显示模块。下位机上的 LCD1602 液晶显示器主要由控制器 HD44780 及扩展控制器 HD44100 和少量电气元件配合字符型液晶显示屏集成在一起, 为节约 I/O 口资源, 采用四线制工作方式, 配合内部代码, 可以更加便捷的控制数据的显示和排列方式。另外 VO 引脚通过增加一个 10 千欧的电位器, 增加了显示屏对比度的外部调试功能, 使得在不同光亮下也能清楚的观察到数值。

3 软件设计

经过基本定型的硬件电路设计后, 将软件任务分析与硬件电路设计结合起来, 基本确定哪些功能由硬件完成, 哪些任务由软件完成。在软件设计过程中, 软件任务的分析环节是一个整体规划环节。软件按照功能可以分为两个方面: 一方面是执行软件, 它能实现显示、计算、打印、测量、输出控制和通讯等多种实质性功能。另一方面是软件监控, 它起到协调执行模块与使用者之间的作用。两个方面的软件设计方法各有千秋, 执行软件的设计注重算法工作效率和硬件紧密联系, 软件监控起全局监测, 逻辑严谨。当分析一个软件进程时, 每个执行模块的所有功能和接口都应该被列出如输入输出以及其定义并且还需选择其将要使用到的数据类型和数据结构。所有的执行模块选择好后, 进行监控程序的设计。按照所设计的系统功能及按键设置, 使用最合适的监控程序架构, 相比

较而言,执行模块的任务目的明确、分析起来简单、编程也相对容易,但监控程序容易出现問題。

3.1 下位机软件设计

下位机采用 C 语言进行编程。下位机的主要设计方案是在硬件初始化后,当没有使用者使用的时,硬件会保持休眠状态,只有在红外光电传感器因外部反射光线改变时才会重新唤醒,当使用者检测脉搏信息时,将下位机上电初始化后将手指放到下位机的红外光电传感器的识别位置上,内部程序会通过引脚的电平状态开启相应的定时器收集数据。根据 LED 提示灯进行判断是否触发单片机的中断进行数据采集。采集到的数据通过显示程序显示在液晶显示器上,并使用串口通过蓝牙模块将数据发送到上位机。

下位机主程序部分代码:

```
TCON=0x01; //设置外部中断 0
```

```
EX0=1;
```

```
TMOD=0x21; //定时器 0 初始化
```

```
TH0=(65536-50000)/256; //实测每 50ms 中断的定时值
```

```
ET0=1; //开定时器中断
```

```
TR0=0; //定时器停止
```

```
EA=1; //开总中断
```

下位机主程序流程图如图 4 所示:

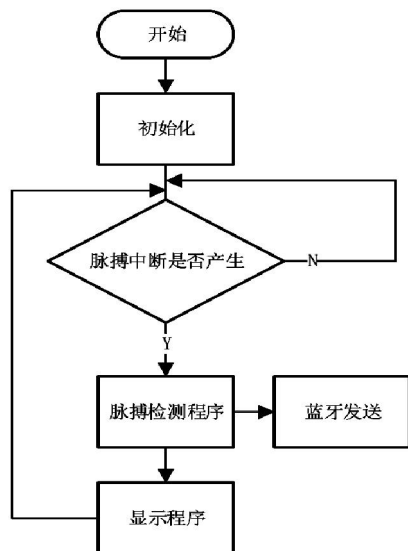


图 4 下位机主程序流程图

上位机由 Android 编程的手机 APP 构成,打开 APP 后会初始化蓝牙协议栈,识别蓝牙是否处于开启状态,如果未开启蓝牙会弹窗提示开启。蓝牙的配对由使用者手动点击扫描蓝牙并选择与下位机蓝牙相对应的设备名,未配对成功、或断开蓝牙将提示蓝牙配对失败,蓝牙模块上的配对 LED 指示灯会继续闪烁,返回到蓝牙配对的步骤。配对成功后蓝牙模块上的配对 LED 指示灯会常亮,可以与下位机进行全双工的数据通信,接收下位机的脉搏数据显示在 APP 界面上。如果将手指一直放在传感器上将会实时更新检测到的脉搏数据,便于对脉搏数据的追踪。

上位机判断蓝牙是否连接成功并做出反应的部分代码:

```
public void onActivityResult (int requestCode, int result-
Code, Intent data) {
```

```
switch(requestCode){
```

```
case REQUEST_CONNECT_DEVICE: //连接结果
```

```
if (resultCode == Activity.RESULT_OK) { // 响应返回结果
String address = data.getExtras ().getString (DeviceListA-
ctivity.EXTRA_DEVICE_ADDRESS);
```

上位机接收数据函数的部分代码:

```
while(true){
```

```
num = is.read(buffer); //读入数据
```

```
Message message = new Message();
```

```
// 通知界面
```

```
message.obj = buffer; mHandler.sendMessage(message);
```

```
}
```

上位机主程序流程图如图 5 所示:

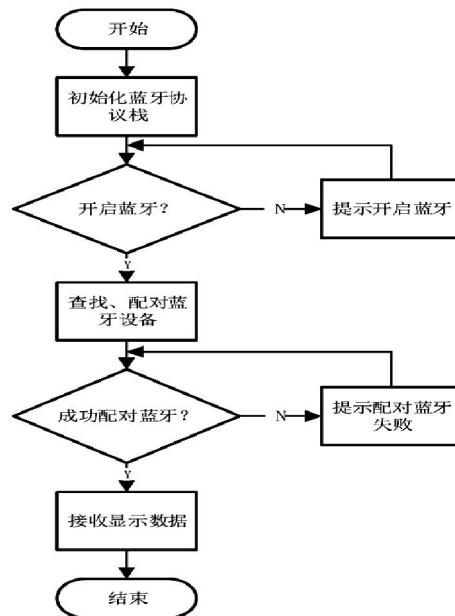


图 5 上位机主程序流程图

4 结语

本系统使用 STC89C51 作为主控芯片以及红外光电传感器等一些辅助元件,实现了对人体脉搏微小信号的采集、处理、传输,使用蓝牙和 Android 语言实现了移动端上位机。经过对电路的仔细选型、程序的多次修改、调试,该设计达到了预期目标,完成了本文设计的全部功能。同时该设计不但作为临床医疗器材使用,而且面向民众,选材的优化、批量生产可以使本文设计更加便携,价格会更加低廉。为医护人员节省更多精力,为民众的脉搏数据检测带来真正的便捷。

参考文献:

- [1] 高亮,张伟光,蔡志伟,孙立超,丛伟. 非接触光电式测速系统的研究[J].传感器与微系统,2020(09):27-30.
- [2] 邹峰. 脉搏波信号处理的一种简单可靠的实时算法[J].生物医学工程学杂志,1994(02).
- [3] 刘挺,徐哲壮,何伟东,乐喜,熊甜.基于 Android 的移动化工业人机交互系统设计[J].传感器与微系统,2017(10).
- [4] 李宏恩,周晋阳.基于 AT89C51 单片机的脉搏测量仪设计[J].山西电子技术,2015(02).
- [5] 李满玲,周庆明.一种新的轻量化 Android 蓝牙协议栈的设计与实现[J].洛阳师范学院学报,2014(08).
- [6] 王楠,侯紫峰,郑晓军,陈军.IEEE802.11 无线局域网业务特性分析及其自相似性研究[J].微电子学与计算机,2003(05).