

# 以智能手机为平台的心血管检测系统设计

董秀英<sup>1</sup>, 赵明<sup>1</sup>, 王平<sup>2</sup>

(1. 阜阳师范学院, 安徽 阜阳 236037; 2. 西华大学电气学院, 四川 成都 610039)

**摘要:** 本文设计了一种新型的便携式心血管检测系统。该系统以 P800 多普达智能手机为核心, 利用 **HK2000B 脉搏传感器** 从挠动脉提取脉搏信号, 经过单片机 AD 后由串口将数字脉搏信号发送给蓝牙模块, 后经蓝牙模块将脉搏信号传送到智能手机上。在智能手机上对波形进行分析, 同时实时显示, 回放, 保存波形, 提取各种心血管参数, 并与正常心血管参数比较, 异常时, 报警通知病人家属及急救中心。软硬件调试达到了设计目标。

**关键词:** 脉搏传感器; 单片机; 蓝牙; 智能手机; 虚拟仪器

中图分类号: R540.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-4260(2012)01-0071-04

## 0 引言

心血管疾病<sup>[1]</sup>是当今世界危害人类健康的头号杀手。心脑血管疾病重要病理基础是动脉粥样硬化和高血压, 早期这些症状并不明显, 但是一些心血管参数已经发生了变化, 因此通过检测这些参数就可以评估病人的病情, 起到早期预防和治疗的作用。目前, 用于检测人体心血管疾病的仪器存在操作复杂, 检测费用高, 体积大等缺点, 因此在适用范围上存在一定局限性。为此, 设计一款心血管检测系统, 可以客观的评价人体心血管功能状态。

## 1 系统整体设计

系统利用**合肥华科电子研究所的 HK2000B** 从肱动脉处采集人体的脉搏信号, 并对脉搏信号进行 A/D 转换后, 通过单片机的串口将脉搏信号传给蓝牙模块, 蓝牙模块通过串口将数据发送给智能手机(蓝牙)后, 通过对脉搏信号进行分析计算, 最后得出人体的心血管血流参数。系统总体框图如图 1 所示。

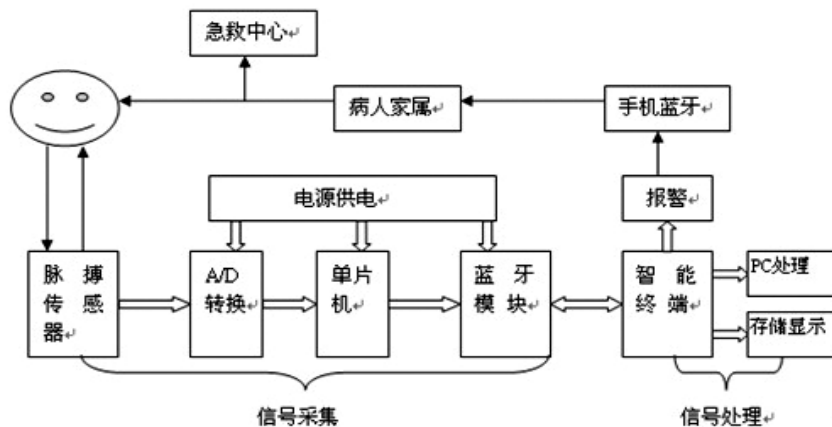


图 1 系统总体框图

\*收稿日期: 2011-10-26

基金项目: 阜阳师范学院科学研究项目(2009FSKJ10)资助。

作者简介: 董秀英, 女, 四川梅山人, 硕士, 阜阳师范学院教师, 研究方向: 嵌入式系统的开发及应用;  
赵明, 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 阜阳师范学院教师, 研究方向: 图像处理;  
王平, 男, 四川绵阳人, 西华大学电气学院教授, 博士, 研究方向: 嵌入式, 信息融合。

智能手机是整个系统的核心,主要任务是接受蓝牙模块传送过来的脉搏信号并实时显示,保存,回放脉搏波形,同时根据脉搏波形数据计算出心血管的血流参数,并与正常心血管值进行比较,如果异常则报警,及时通知病人家属和急救中心送往医院救治。

## 2 硬件设计

### 2.1 智能手机和蓝牙模块

该系统采用多普达公司的 P800 智能导航手机,它是基于 Windows Mobile 的 Pocket PC 智能化通讯手机。此手机是基于 Windows Mobile6.1 简体中文版的操作系统,支持网络 GSM900。CPU 类型 ARM926T,内存 256 M ROM,128 M SDRAM。物理接口有 MiniUSB 蓝牙接口,支持 Microsoft ActiveSync 连接,在线调试。

蓝牙通信模块采用的是深圳蓝色飞舞科技有限公司生产的 BF10, BF10 蓝牙通信模块是智能型的无线数据传输产品,此产品标准型支持: 4 800 bps ~ 1 382 400 bps 等多种接口波特率,支持主从模式,支持 64 通道蓝牙替代串口线。

BF10 蓝牙通信模块<sup>[4]</sup>波特率和主从模式设置:在这里采用的波特率为 9 600 bps,因此设置 BF10 的 PIO2 PIO3 PIO4 PIO5 为低电平,即接地。选择 BF10 蓝牙通信模块为从模式,设置 BF10 的 PIO0 为低电平,即接地。

智能手机自带有蓝牙串口功能(SPP 协议)与 BF10 蓝牙模块的通信步骤:首先手机蓝牙查找 BF10 蓝牙模块,其次配对 BF10 蓝牙模块(输入 1234),手机蓝牙配对 BF10 模块成功并创建了一个虚拟的串口,记下串口端口号。最后使用串口工具打开对应的端口,此时若打开成功,BF10 的 PIO1 脚则为高电平。手机和 BF10 蓝牙模块形成了虚拟的透明串口,可以全双工数据发送。

### 2.2 脉搏波采集电路

HK-2000B<sup>[3]</sup>输出模拟信号,它是**集成化脉搏传感器**,采用高度集成化工艺将力敏元件(PVDF 压电膜)、灵敏度温度补偿元件、感温元件、信号调理电路集成在传感器内。压电式原理采集信号,模拟信号输出,输出完整的脉搏波电压信号。HK-2000B 技术指标:5~6 V DC 的电源电压,-50~+300 mm-Hg 的压力量程,2 000 uV/mmHg 的灵敏度,1 × 10<sup>-4</sup>/°C 的灵敏度温度系数,0.5% 的精度,0.5% 的重复性,0.5% 的迟滞,100 倍的过载。

AD 转换和串口发送数据,选用 MSP430F147 单片机组成的最小系统就可以满足要求。因为 MSP430F147 单片机自带的 AD 转换和串口发送数据,且在面板上搭建了脉搏数据放大和增益调节电路。MSP430F147 集成了 12 位 ADC,并使用内置参考电压,不仅减少了电路的复杂度还增强了抗干扰能力。MSP430F147 还具有 USART0 和 USART1,便于与外部硬件通信。

### 2.3 电源模块

脉搏传感器、MSP430F147 单片机需要 5 V 的供电,而蓝牙模块需要 3.3 V 供电,可以采用 AMS1117 将 5 V 电压转换为 3.3 V 电压来供电。所以在这里只需要做一个 5 V 的直流电源就可以满足要求。

## 3 系统软件设计

系统的软件设计分为两大部分:基于 MSP430F147 单片机的 AD 采样与串口通信的软件设计和基于虚拟仪器的串口软件与脉搏信号分析、处理、显示的软件设计。系统主程序流程图如图 2。

### 3.1 基于单片机的软件设计

MSP430F147 单片机软件设计主要包括 AD 转换部分和串口发送数据部分的软件设计。从 **HK2000B**

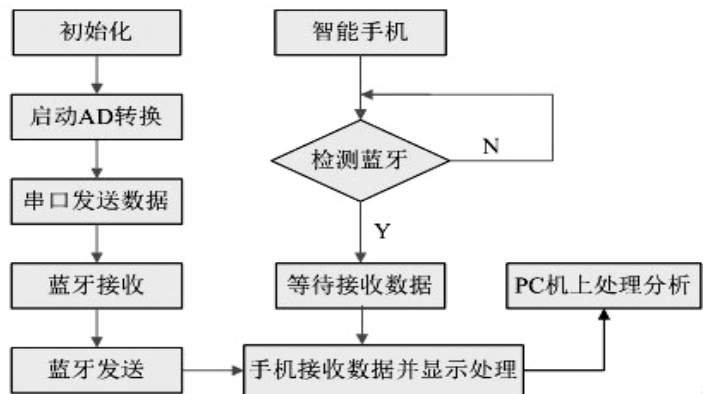


图 2 系统主程序流程图

**脉搏传感器**获取的模拟脉搏信号经 AD 转换后直接通过单片机的串口发送给蓝牙模块。程序主要有

ADC 初始化、串口初始化、开中断、串口数据发送等等。

ADC 初始化, 首先使能 ADC 通道, 打开 AD, 设置采样时间, 使用采样定时器, 使能 ADC 中断, 使能转换, 开始转换。部分代码如下:

```
void Init_ADC( void)
{
    P6SEL1 = 0x01;           // 使能 ADC 通道
    ADC12CTL0 = ADC12ON + SHT0_15 + MSC; // 打开 ADC, 设置采样时间
    ADC12CTL1 = SHP + CONSEQ_2; // 使用采样定时器
    ADC12IE = 0x01;         // 使能 ADC 中断
    ADC12CTL0 |= ENC;       // 使能转换
    ADC12CTL0 |= ADC12SC;   // 开始转换
}
```

串口初始化首先设置 USART0 为发送使能, 8 位数据位, 9 600 bps 等, 部分代码如下:

```
void InitUART( void)
{
    P3SEL1 = 0x30;          // P3.4, P3.5 = 为串口 0 的发送和接收
    ME1 |= URXE0 + UTXE0;   // 使能串口 0 的发送
    UCTL0 |= CHAR;          // 8 位数据位
    UTCTL0 |= SSEL0;        // UCLK = ACLK
    UBR0 = 0x03;            // 32k/9600 = 3.41
    UBR1 = 0x00;            //
    UMCTL0 = 0x4A;          // Modulation
    UCTL0 &= ~SWRST;        // 初始化串口状态模式
}
```

单片机串口向蓝牙模块发送一个字符的程序如下:

```
void Send1Char( uchar sendchar)
{
    while ( ! ( IFG1 & UTXIFG0 ) ); // 等待发送寄存器为空
    TXBUF0 = sendchar;
}
```

### 3.2 基于虚拟仪器的软件设计

在虚拟仪器 LabVIEW 2009 中安装了 NI LabVIEW Mobile 模块用于手提式设备, NI LabVIEW Windows Mobile 模块将 NI LabVIEW 的图形化开发环境拓展至手持式设备, 可通过 Microsoft ActiveSync 将应用程序轻松下载到 Pocket PC 的 Microsoft Windows Mobile 上运行, 简化了对智能手机的软件开发过程。

借助 LabVIEW 强大的数据采集、控制、分析和显示等功能, 可以很方便地采集、显示、保存、回放、分析数据。智能手机接收到脉搏数据后, 处理与分析获取心血管系统的血流参数, 利用脉搏波的 K 值来分析人体的心血管功能是否正常, 系统可以将采集到的病人身体状况参数存储到文本文件中, 方便医师等相关人员进行病人病情的诊断和记录的维护<sup>[2]</sup>。用户界面如图 3 所示。

### 3.3 系统调试

首先用示波器测试脉搏信号传感器是否输出正常的脉搏波形, 等待输出波形稳定后, MSP430F147 单片机复位后进入 AD 采样。MSP430F147 单片机上电后, 将 P3.4 即串口发送接口与串口仿真器的 RXD 接收数据用导线连接, 串口仿真器 GND 与 MSP430F147 单片机 GND 用导线连接。将串口仿真器的 USB 口插入到 PC 机时, 安装好 pl2303 USB 驱动程序后, 会自动在 PC 上生成一个虚拟串口号。用 SS-COM 简单的串口调试软件就可以测试 MSP430F147 单片机是否有数据传过来。测试结果如图 4 所示。

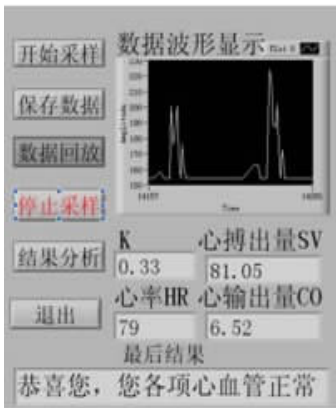


图3 用户界面



图4 测试单片机串口发送数据

MSP430F147 单片机的发送数据调试好后,就将 MSP430F147 单片机 P3.4 与蓝牙模块的 RXD 连接起来,蓝牙模块的 3.3 V 供电由 MSP430F147 的 5 V 电源引脚引出。智能手机开机后,打开蓝牙设置,搜索从蓝牙设备,搜索到后,配置好蓝牙通信协议(选择串口通信协议)后保存配置,再通过新建串口号建立串口号。在这里通过手机串口工具测试手机是否能接收到蓝牙设备发送的数据。测试结果如图 5。



图5 手机上接收数据



图6 手机上用户界面显示

前端的 MSP430F147 单片机,蓝牙模块,智能手机都能正常工作后,开始测试虚拟仪器编写的软件,是否能完成脉搏波形的实时显示、保存、回放和分析功能。测试结果如图 6。

#### 4 结束语

本文基于智能手机,自行设计了一套心血管监控系统,通过 MSP430F147 单片机的 AD 和串口发送后,由蓝牙将数据传送给智能手机,在智能手机上完成脉搏信号的接收、处理、保存、回放、结果显示的功能。此心血管监控系统完全可行且容易实施、使用方便。基于智能手机的心血管检测系统充分利用智能手机普及度日益提高的同时,使众多心血管疾病患者只要配置较少硬件设施就可以完成家庭心血管疾病的检测目的,从而为进一步实现远程医疗奠定了可行性基础。

(下转第 111 页)

码技术和数字证书实现客户机和服务器之间相互身份认证和密钥协商。通过本实验了解 IIS 服务器的安全配置、了解 SSL 协议的工作原理与流程和实现 IIS 服务器下 SSL 的配置等。

对以上 16 个实验项目,可根据实验内容所属不同层次<sup>[8]</sup>以及它的实验类型,汇总如表 1。

## 2 结束语

我校自 2006 年开设密码学课程开始,就很注重密码学的实验教学。一方面注重培养数学基础,加强理论教学工作,打下扎实理论基础,另外一方面,通过自编实验教材,建立大数库 NTL 实验平台系统,开设密码学算法实验,达到理想的教学效果,培养了学生动手能力,提高了学生的创新意识,达到了理想的教学效果,这种密码学教学实验具有教学推广意义。

本文分析了密码学实验教学现状,指出了实验系统教学平台的搭建和实验内容,下一步具体任务是出版密码学实验教材。

## 参考文献:

- [1] 杨波. 现在密码学(第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 1-9.
- [2] 冯登国. 国内外密码学研究现状与发展趋势[J]. 通讯学报, 2002, 23(5): 18-26.
- [3] 杨文祥, 王景明. 关于信息安全学科建设和专业教育的若干思考[J]. 中国图书馆学报, 2004, (26): 23-26.
- [4] 李梦东. 《密码学》课程设置与教学方法探究[J]. 北京电子科技学院学报, 2007, 15(3): 61-66.
- [5] 孙菁, 傅德胜. 《密码学》课程教学方法的探索与实践[J]. 信息网络安全, 2009, (7): 65-67.
- [6] Victor Shoup. NTL: A Library for Doing Number Theory [EB/OL]. <http://www.shoup.net/ntl>.
- [7] 陈逢林, 胡万宝. 模逆算法在密码学教学中的地位和作用[J]. 安庆师范学院学报(自然科学版), 2011, 17(1): 93-96.
- [8] 张瑞霞. 浅谈密码学教学中的层次教学法[J]. 大众科技, 2010, 1: 181-182.

## Construction of Experimental Course on Cryptography

CHEN Feng-lin

(School of Mathematics and Computational Science, Anqing Teachers College, Anqing, Anhui 246133, China)

**Abstract:** This thesis indicates the characteristics and problems about cryptography teaching, and points out the necessity establishing experimental courses. Moreover, it gives the cryptography experimental arrangements content according to its content and type. Then it takes a feasible proposal for the cryptography teaching reform.

**Key words:** Cryptography, Big integral library, Experimental teaching

(上接第 74 页)

## 参考文献:

- [1] 杨剑萍. 基于 ARM 的心血管参数检测系统的实现[J]. 厦门大学硕士学位论文, 2008: 61-68.
- [2] 朱志强. LabVIEW 及其在生物医学工程中的应用[J]. 国外医学: 生物医学工程分册, 2001, 24(2): 59-64.
- [3] 合肥华科电子技术研究所. HK-2000 系列集成化脉搏传感器用户指南[S]. 2009: 2-3.
- [4] 深圳蓝色飞舞科技有限公司. BF10 蓝牙无线通讯模块用户指南[S]. 2010: 1-6.
- [5] 袁渊, 古军, 习友宝, 古天祥. 虚拟仪器基础教程[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2000: 1-188.

## Design of Cardiovascular Detection System Based on Its Smart Phone

DONG Xiu-ying<sup>1</sup>, ZHAO Ming<sup>1</sup>, WANG Ping<sup>2</sup>

(1. Fuyang Teachers College, Fuyang, Anhui 236037, China; 2. Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039, China)

**Abstract:** This paper designs a new type of cardiovascular portable detection system. The P800 smart phone is the core of the system. We adapt the pulse sensor HK2000B to extract from the radial artery pulse signal. After AD converted, the serial sends digital pulse signal to the Bluetooth module. The Bluetooth module will remit the pulse signal to the smart phone. In the smart phone, we analysis the pulse waveform, and real-time display, playback, saving the waveform, extracting a variety of cardiovascular parameters. Comparing the cardiovascular parameters with the normal value, the smart phones will engender the alarm as it is abnormal, and then the software and hardware debug is reaching the target.

**Key words:** pulse sensor, microcontroller, bluetooth, smart phones, virtual instruments