

基于 ARM 的心血管参数检测系统的研究与设计

杨剑萍 达力 王博亮
(厦门大学计算机系 厦门 361005)

摘要: 心血管参数检测系统采用 S3C2410 嵌入式微处理器为核心,通过脉搏传感器采集脉搏信号,显示脉搏波形并计算心血管参数。当心血管参数出现异常时,能够语音提示病人、发送短信给病人家属或拨打急救中心和病人家属的电话。根据现有的实验和理论表明,系统硬件和软件设计的合理性,可以实现基于脉搏波检测心血管参数的多种功能。

关键词: 脉搏传感器 心血管参数 S3C2410
中图分类号: R366 文献标识码: A

文章编号: 1673-0534(2007)11(a)-0003-02

心血管疾病是当今世界危害人类健康的头号杀手。因此,如何预防治疗这类疾病,已成为世界各国迫切需要解决的一项重大课题。心血管疾病主要是由高血压和动态粥样硬化等病症引起,在早期这些症状不明显,但是血压、血流和血管阻力等心血管参数都已经发生了变化。因此若能及时检查出这些参数就可以及早诊断出心血管病的潜在危险,为其预防和医疗争取了宝贵的时间^[1]。

大量的临床实测结果证实,脉搏波的波形特征与心血管疾病密切相关。由脉搏波波形面积提取的特征量 K 值,可代表人体心血管系统中血管外周阻力、血管壁弹性和血液黏度等重要生理参数的变化。心输出量 CO 或心搏出量 SV 可评估心血管功能的治疗效果确定病人的病况是否得到改善^[2]。心率的增快与多种心血管病的形成及转归有关,心率加快预示着疾病程度的加重^[3]。

由此作者提出了一种通过检测脉搏信号计算心血管参数来提醒病人、通知家属和急救中心的检测系统。这样大多数病人不用深入了解各个心血管参数的意义,而通过语音提

醒即可知道他们的病情,同时可以在病人情况危急的时候通知病人家属和急救中心。

1 检测系统实现的功能

- 1) 实时显示脉搏波。
- 2) 定时计算并显示心血管参数,如心率、心输出量 CO、心搏出量 SV 和脉搏波波形特征量 K 值。
- 3) 当心血管参数出现异常时,可语音提醒病人、发短信给病人家属或紧急拨打家属和急救中心。

2 检测系统设计方案

检测系统以 S3C2410 为嵌入式微处理器,根据 S3C2410 自带的 A/D 转换器、LCD 控制器、触摸屏控制器连接集成脉搏传感器、LCD 显示器、触摸屏从而构成传感器模块、A/D 转换模块、LCD 模块和触摸屏模块。S3C2410 还通过其 IIS 总线接口连接音频 CODEC,从而外接麦克风和扬声器构成音频模块。此外微处理器通过串口连接 GPRS 模块,实现发送短信和拨号的功能。

S3C2410 是以 ARM920T 为内核的 16/32 位 RISC 嵌入式微处理器,运行频率可以达到 203MHz。ARM920T 核由 ARM920TDMI,存储管理单元(MMU)和高速缓存三部分组成。MMU 可以管理虚拟内存,高速缓存由独立的 16KB 地址和 16KB 数据高速 Cache 组成^[4]。系统主要功能模块如图 1 所示。

1) 传感器模块

用于获取脉搏信号。通过 HK-200B 集成脉搏传感器采集脉搏模拟信号。该脉搏传感器采用高度集成化工艺将立敏元件(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。其主要特点是:灵敏度高、抗干扰性能强、过载能力大、一致性好,性能稳定可靠,使用寿命长^[5]。

2) A/D 转换模块

传感器采集到的模拟信号需经过 A/D 转换为数字信号后才能被 ARM 处理器处理。S3C2410 集成一个 8 路 10 位的 A/D 转换器。A/D 转换器片上带有采样保持功能^[4]。因此只需把传感器的数据线、电源线、地线接到 A/D 接口上即可实现 A/D 转换功能。

3) LCD 显示模块

用于显示脉搏波形和一些相关的心血管参数。系统采用 LTS350Q1-PE1 作为显示设备。LTS350Q1-PE1 是三星电子公司生产的一款非晶硅有源矩阵 TFT-LCD,它具有功耗低、亮度高和体积小等特点,目前在嵌入式设备中应用非常广泛^[7]。

S3C2410 内置的 LCD 控制器支持单色,每像素 2 位、4 位的黑白屏,也可以支持每像素 8 位和 12 位的彩色 STN LCD 屏,也支持每像素 1 位、2 位、4 位和 8 位的调色 TFT 彩色 LCD,并且支持每像素 16 位和每像素 24 位的真彩显示^[4]。

因此,通过设计 LTS350Q1-PE1 的硬件驱动电路,连接 S3C2410 的 LCD 控制器和 TFT-LCD 构成嵌入式液晶显示系统,即可通过 LCD 控制器有效地控制 TFT-LCD。

4) 触摸屏模块

通过触摸屏来选择需要实现和显示的功能。系统采用 4 线电阻式触摸屏,该触摸屏的四个控制信号都通过一个阻容式低通滤波器滤除坐标信号噪声连接到 S3C2410 的触摸屏控制器。在采样坐标过程中,软件只用通过给特殊寄存器置位,触摸屏控制器就会自动控制触摸屏接口,按顺序完成 X 坐标点采集和 Y 坐标点采集,再根据模拟鼠标的方式进行运作。

5) 音频模块

实现语音提醒病人、家属和急救中心。IIS 总线是近年出现的一种面向多媒体计算机的音频总线,该总线专责于音频设备之间

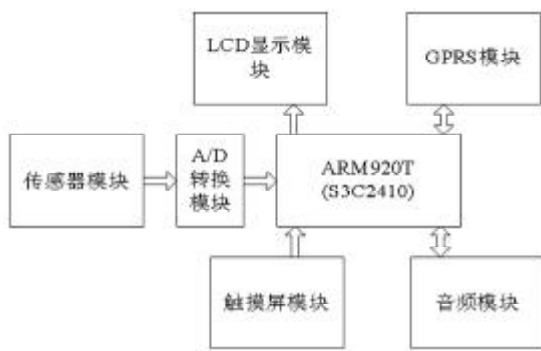


图1 系统框图

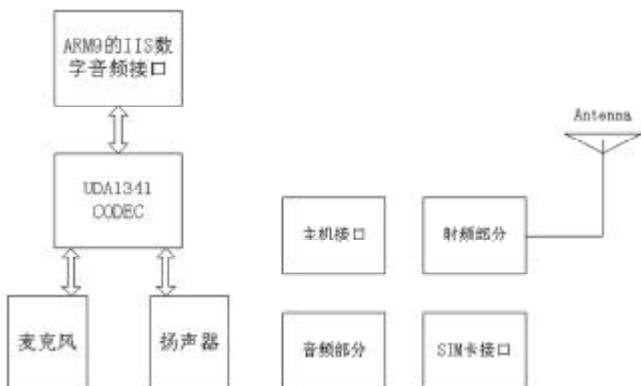


图2 音频模块

图3 GPRS 模块



图4 主函数流程

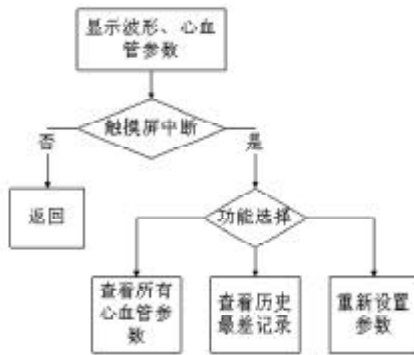


图5 显示模块流程



图6 计算模块

的数据传输,为数字立体声提供一个序列连接至标准编码解码器。S3C2410的IIS总线接口可以用来实现对外部8/16位立体声音频数字信号编码解码的接口功能。它支持IIS总线数据格式和MSB-justified数据格式。IIS总线接口为FIFO操作提供DMA传输模式,代替中断模式,它可以同时传送或接收数据^[4]。

UDA1341是飞利浦公司的一款经济型音频CODEC,用于实现模拟音频信号的采集(音频AD)和数字音频信号的模拟输出(DA),并通过IIS数字音频接口,实现音频信号的数字化处理。

系统采用UDA1341为音频CODEC,其音频输入输出(VIN,VOUT)分别和麦克风扬声器连接,其IIS引脚接到S3C2410对应的IIS引脚上。音频模块结构如图2所示。

6) GPRS 模块

实现当心血管参数异常时向病人家属或急救中心拨出电话或发送短信的功能。

GPRS即通用无线分组业务,是一种基于GSM系统的无线分组交换技术,提供端到端的、广域的无线IP连接。它是一项高速数据处理的技术,方法是以“分组”的形式传

送资料到用户手上^[2]。GPRS模块的主要框架如图3所示^[6]。

GPRS模块部分通过标准的RS-232串行接口与ARM进行数据传输。用户可通过串行接口使用AT命令完成对模块的操作。

3 检测系统软件设计

系统采用嵌入式Linux操作系统,以QT图形开发库开发图形界面。

软件部分主要分为三个部分:数据采集模块、参数计算模块、显示模块。

1) 主函数软件流程

系统初始化后,首先设置家属、急救中心的电话号码,并录制语音提醒的内容;其次,创建脉搏信号采集进程、参数计算进程和波形和参数显示进程;最后,系统循环等待被关闭。主函数流程图如图4所示。

2) 具体模块软件流程

> 显示模块

程序运行后,LCD显示器上立即显示采集到的脉搏波的波形,并且每个1分钟计算并更新显示心率,每隔10分钟计算并更新显示心输出量CO、心搏出量SV和脉搏波波形特征量

K值。

当出现触摸中断时,根据触摸选择的按钮进行相应的功能操作。如图5所示。

> 参数计算模块

根据A/D采集到的脉搏信号计算心率、心输出量CO、心搏出量SV和脉搏波波形特征量K值。如发现参数出现异常,判断是否是紧急异常,如果是,则紧急呼叫急救中心和家属;否则,语音提醒病人并短信提醒家属。

心率可通过计算两个相邻脉搏波的波峰或波谷之间的时间间隔来定义。

脉搏波形特征量K值的定义如下^[2]:

$$K = \frac{P_m - P_d}{P_s - P_d} \quad \text{或} \quad P_m = P_d + K \times (P_s - P_d)$$

其中, $P_m = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$ 为平均动脉压,它等于一个心动周期T中,脉搏压力P(t)的平均值; P_s 、 P_d 分别为收缩压和舒张压。

心输出量CO是指心脏每分钟搏出的输出血量^[2]。计算公式如下:

$$CO = \frac{17}{K \times K} (P_s - P_d) \quad (\text{mL})$$

心搏出量SV是指心脏每搏动一次的输出血量^[2]。计算公式如下:

$$SV = \frac{0.283}{K \times K} \times T \times (P_s - P_d) \quad (\text{mL/min})$$

计算模块的主要软件流程如图6所示。

4 结语

本文对心血管参数检测系统的研究和设计方案进行了详细描述,对系统各个模块和软件流程进行了全面的介绍。本系统通过使用脉搏传感器实时检测脉搏信号,并计算出心血管参数。当参数出现异常时,根据异常的情况可语音提醒病人、短信通知病人家属或拨打家属和急救中心。根据现有的研究和实践证明了该检测系统的可行性。该系统的实现可以对心血管疾病进行有效预防,同时还可以对心血管病人的病情进行简单有效的监控。这对于预防和降低心血管疾病的发病率起了一定的作用。

参考文献

- [1] 全晓莉.心血管动力学参数检测方法的探究,重庆大学,2006.
- [2] 罗志昌等.脉搏波的工程分析与临床应用[M].北京:科学出版社,2006.
- [3] 金艳等.心率与人类心血管疾病的相关性[J].中华心律失常学杂志,2004.
- [4] ARM9 FS2410P 教学平台实验指导手册[J].华中科技大学计算机学院,2005.
- [5] HK-2000系列集成化脉搏传感器.合肥华科电子技术研究所,2004.
- [6] 管耀武等. ARM嵌入式无线通信系统平台实例精讲[M].电子工业出版社,2006.
- [7] 电子设计应用,基于S3C2410的TFT-LCD驱动电路设计, <http://www.eaw.com.cn/news/show.aspx?ClassID=46&ArticleID=8273>,2006.