

基于MSP430的低功耗脉象信号采集系统

杜辉, 庞春颖

(长春理工大学 生命科学技术学院, 长春 130022)

摘要: 脉象信号包含了许多生理病理信息, 可以为医生诊断疾病提供重要依据。针对当前脉象仪功耗大、成本与仪器精度不可兼得等缺陷, 设计了一种低功耗、微型化、可实时通讯的脉象信号采集系统。该系统采用HK-2000B脉象传感器进行采集, 以MSP430单片机为核心, 对信号进行分析、处理与结果显示, 实现了脉象信号实时、连续的检测。通过多次实际测试, 结果表明该系统可以适用于不同人群, 能够准确显示脉象信号和相关参数, 为医生对病情诊断提供有用信息。

关键词: 脉象信号; MSP430; 低功耗; HK-2000B

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 1672-9870(2014)06-0119-03

Low Power Pulse Signal Acquisition System Based on MSP430

DU Hui, PANG Chunying

(School of Life Science and Technology, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022)

Abstract: Pulse signal contains many physiological and pathological information, an important basis to diagnose the disease for the doctors can be provided. Due to the defects of the pulse instrument such as power consumption and the balance between price and instrument accuracy, a kind of low power, miniaturization, real-time communication pulse signal acquisition system is presented in this paper. The system which used HK-2000B pulse sensor to acquire the pulse signal, the MSP430 chip is taken as its CPU to process the collected signal and the results is displayed on the screen; the detection of pulse signal real-time continuous is realized. After repeating the experiment, the testing result shows this system can be applied to different groups of people; the pulse signal and the related parameters can be accurately displayed; the useful information to disease diagnosis for the doctor is provided.

Key words: pulse signal; MSP430; low power; HK-2000B

脉象信号包含许多重要的生理病理信息, 可以为临床治疗和诊断提供重要依据。传统脉诊依靠中医的手指和经验获取脉象信号从而诊断病情, 对脉象的描述采用比喻的方法, 这就造成了主观难以言明、缺乏经验难以理解等缺点^[1]。因此, 为脉诊建立切实可行的客观指标, 定量研究人体脉象信息, 是继承和发扬我国中医脉诊技术迫切需要解决的问题。

自从英国人Marey以弹簧为动力设计了杠杆式脉搏传感器以来, 脉象的采集有了快速发展。1860年首次出现了杠杆和压力鼓式描述脉搏图, 1895年开始采用换能的方式, 出现了杠杆式光学脉搏描述器^[2-4]。20世纪50年代开始, 日本、韩国等都先后开展了脉象学及脉诊客观化的研究。随着传感器技术

的不断发展, 近年来国内出现了十多种脉象描记仪器, 例如TP-CBS型分析仪、ZM-I型脉象仪、MTY-II型脉图仪、MX-811型脉象仪等。但是这些脉象描记仪存在着功耗高、难以实现远程传输、成本与精度不可兼得等缺陷。伴随远程医疗的发展, 人们对脉象采集仪器的功耗和远程传输提出了新的要求。

本文设计的基于MSP430单片机的脉象信号采集系统, 充分利用MSP430芯片的低功耗特性和信号处理能力, 通过数据采集、数据处理模块、显示模块的设计, 实现了脉象信号的采集和显示。该脉象信号采集系统具有微型化、低功耗、易于操作的特点, 可以实时显示脉象信号, 并实现与PC机的数据

收稿日期: 2014-06-19

基金项目: 吉林省科技厅项目基金 (20121006)

作者简介: 杜辉 (1988-), 男, 硕士研究生, E-mail: dh0811114@126.com

通讯作者: 庞春颖 (1971-), 女, 教授, E-mail: pangchunying8888@163.com

通信,既可以在上位机进行信号的分析,也为远程医疗提供了条件。

1 系统总体设计方案

脉象信号属于低频微弱信号,而且伴随着很多噪声,因此需要放大滤波等预处理。考虑到个体差异而造成的脉象信号强度不同,所以该系统包含了增益调节电路,根据不同的实际情况调节放大倍数,因此适用于不同人群。

本文所设计的脉象采集系统采用了 **HK-2000B型脉象传感器**,以 MSP430F169 单片机作为控制核心,通过液晶屏进行脉象信号的实时显示。系统还利用 USB 转串模块实现了与 PC 机的通信,系统原理框图如图 1 所示。

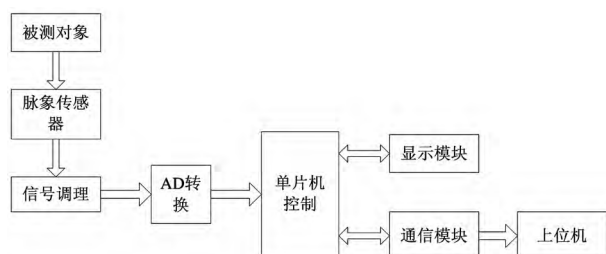


图1 系统原理框图

2 系统硬件电路设计

从 **脉象传感器 HK-2000B** 采集出的脉象信号比较微弱,无法直接进行处理,需要进行信号的放大。同时脉象采集系统处于开放性工作环境,需要对周围干扰信号进行滤除。脉象属于低频信号,频带为 1~20Hz^[5]。本设计中先对从传感器采集到的信号进行高通滤波和放大,同时为了顺利的 A/D 转换设计了电平抬升电路,具体电路如图 2 所示。

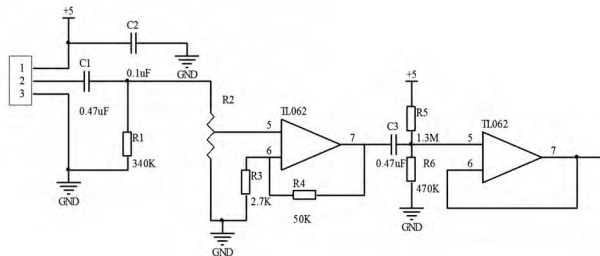


图2 高通滤波和增益调整电路

该部分电路主要采用了两个一阶高通无源滤波器对脉象信号进行了两次高通滤波。第一个高通滤波器由 R_1 和 C_1 组成。它的截止频率由下式求得:

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 340000 \times 0.00000047} \approx 1.004 \text{ Hz} \quad (1)$$

为了更好地取得有用信号,避免第一次滤波不够彻底,借助电平抬升电路进行了二次高通滤波,由 C_3 、 R_5 、 R_6 组成。由于采集脉象信号为双极性信号,为了无损失地用单极性 A/D 转换器采集信号需要对脉象信号的直流分量进行电平抬升。另外,该部分电路还借助 TL062 芯片设计了增益可调的放大电路,主要由滑动变阻器 R_2 、 R_3 、 R_4 、TL062 组成,其增益可调范围为 0~20 倍。

在对脉象信号进行了高通滤波和放大之后,本设计根据脉象信号的特点对其进行了低通滤波。由于脉象信号的主要频段在 20Hz 以下,所以低通截止频率应为 20Hz。该脉象采集系统采用了集成 8 阶巴特沃斯低通滤波器 MAX291 芯片,由于 MAX291 芯片的转折频率由其外接的时钟信号决定,而 MAX291 芯片的时钟/转折频率比为 100:1。要实现转折频率为 20Hz 的低通滤波器,需要为 MAX291 输入 2kHz 的时钟信号,可由 MSP430F169 单片机的定时器来产生。具体电路如图 3 所示。

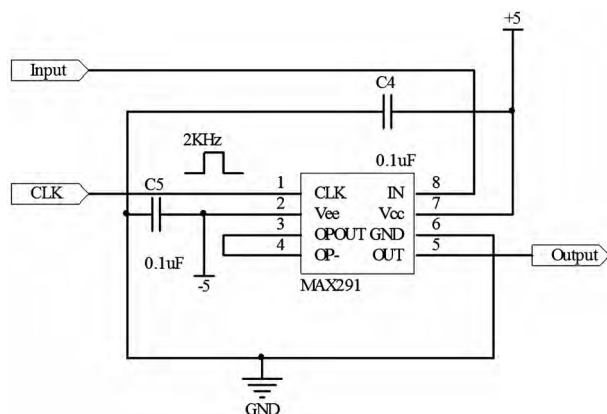


图3 低通滤波电路

3 系统软件设计

本设计从脉象信号的连续采集和实时显示以及低功耗等角度出发选择了 TI 公司研发的 MSP430F169 单片机作为处理核心。该芯片具有 12 位的 ADC,并自带内部参考源和 3 个捕获/比较器的 16 位定时器,超低功耗(在活动模式 280mA,待机模式 1.1mA,掉电模式 0.1mA),同时可以利用软件编程选择 5 种不同的节电模式,从而达到低功耗的目的。MSP430 单片机主要以软件方式完成 A/D 转换、数据存储、分析、结果显示、USB 传输等功能。系统软件流程图如图 4 所示。

脉象信号经过 A/D 转换后主要进行脉率、主波幅度、脉动周期的计算^[6],并且将得到的结果和脉象信号实时显示在 LCD 显示屏上。这些参数可以为

医护人员对病情的诊断提供参考。同时通过串口通讯将数字化的信号传输到PC机上,可以对脉象信号进行更加复杂的处理,得到更加详细的信息。

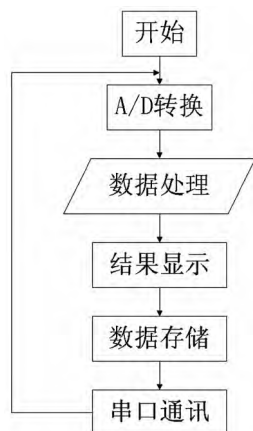


图4 软件流程

4 实验结果

本文选取不同的样本对系统进行了实际测试。首先实现脉象信号的模拟采集,所采集的脉象信号在示波器上显示,经过示波器的读数可以确定该信号符合人体脉象信号特性,如图5所示。



图5 模拟脉象信号

接下来利用MSP430F169单片机的A/D转换模块进行脉象信号的数字化处理,A/D转换之后利用USB转串的模块通过单片机的串口和PC机进行通信^[7,8],将数字信号传输到PC机上,得到的脉象信号如图6所示。

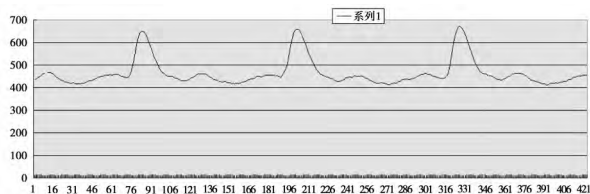


图6 数字脉象信号

同时,脉象信号由MSP430F169单片机和

CM320240-3EBLWA-5N液晶屏实时显示,结果如图7所示。

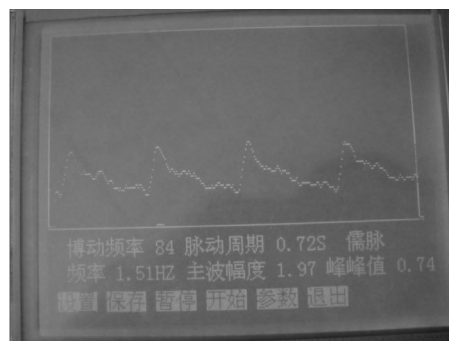


图7 设计结果显示

5 结论

本文针对脉象信号特点,设计了基于MSP430的脉象信号采集系统。介绍了系统设计的总体方案,对系统各个模块进行了详细介绍,通过软硬件结合实现了脉象信号的采集和显示。并对所设计系统进行了实际测试,给出了测试结果图。经过试验表明,该系统可以将它采集到的脉象信号准确的显示出来,为医生的诊断和治疗提供参考。该系统具有微型化、低功耗、易于操作等特点。同时它适用于一些特殊场合,如:救灾、急救等。该系统还可通过对软件部分的进一步升级,使之具有更多的分析功能,比如可以判断脉类,并根据脉类提供一些用药建议等,这样可以降低对使用者的专业要求。

参考文献

- [1] 刘元华,杨其华,史红斐,等.脉象采集方法及功率谱分析研究[J].中国计量学院学报,2008,19(3):251-255.
- [2] 燕海霞,王亿勤,李福凤.中医脉象传感器的研究进展[J].上海中医药大学学报,2005,19(1):62-64.
- [3] 姜斌,宋蜚存,于鹏.脉象传感器的发展概况[J].科技资讯,2007,5:22.
- [4] 沙洪,赵舒,王妍,等.中医脉象多信息采集系统的研制[J].中华中医药杂志,2007,22(1):21-24.
- [5] 蔡潇,秦肖臻,康双双.脉象信号滤波与特征值提取[J].计算机工程与科学,2012,34(9):88-92.
- [6] 杨涛,林宛华.基于光-频率转换器的高精度数字脉搏血氧仪的设计[J].北京生物医学工程,2011,30(1):74-77.
- [7] 陈若珠,周红标,韦哲.基于USB总线的脉搏信号检测系统的设计[J].电子测量技术,2008,12(31):116-118.
- [8] 张利娟,王晓曼,景文博,等.基于Labview的无卡数据采集方法[J].长春理工大学学报:自然科学版,2013,36(5):137-139.