

基于 PSoC 的多功能精简尺寸型 LED 点阵系统^①

芦勤桑, 王 琪

(南昌航空大学 信息工程学院, 南昌 330063)

摘 要: 介绍了传统采用单片机控制的 LED 显示屏的设计方法与基于 PSoC 技术的 LED 显示屏的设计方法的区别; 阐述了 PSoC 技术在 LED 点阵显示系统设计中的优势; 以 PSoC 系列的 CY8C27443 芯片为核心的 LED 点阵显示系统为例, 具体描述了 PSoC 多功能精简尺寸型 LED 点阵系统的硬件设计、PSoC 配置和软件功能的具体设计实现方法。由于 CY8C27443 芯片的内部资源更加丰富所以进行 LED 点阵系统的设计比 51 单片机电路更加简单, 性能更加稳定, 软件设计也更加简单方便, 所以大大节省了开发周期和成本。

关键词: 单片机; LED 点阵; PSoC; CY8C27443

Multi-Functional Streamline Size of LED Dot Matrix System Based on the PSoC

LU Qin-Sang, WANG Qi

(School of Information Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract: This paper introduces the traditional using single chip microcomputer control LED and displays design methods based on PSoC technology with the LED display design different methods. It expounds the PSoC technology in the design of LED dot matrix and displays system advantages. It takes PSoC series CY8C27443 chips as the core of LED dot matrix display system for example and Describes PSoC Multi-functional concise type size of LED dot matrix system hardware configuration and software design and PSoC function of the specific design method. Because of the CY8C27443 chip internal resources are much rich so the design of LED dot matrix system than 51MCU circuit is not only simple and stable performance but also easy in the software design. Therefore, this system can save the developing cycle and cost.

传统采用 51 单片机控制 LED 点阵的显示屏功能相对比较单一若要使其实现功能的多样化, 则往往需要花费大量的时间和精力设计复杂的外围电路, 故其系统设计中使软件、硬件的设计更为复杂, 增加了开发难度; 增大了显示屏的体积和重量, 不易于运输和安装; 更重要的是产品生产成本也较为高昂。与传统 LED 显示屏相比, 基于 PSoC 技术所开发的多功能精简尺寸型 LED 点阵显示屏是利用片上系统的技术优点将各个不同功能的模块集成在同一芯片上, 由于其仅仅通过添加和减少芯片上的模块就可以实现相应功能的增减, 这就在很大程度上弥补了传统 LED 显示屏的不足, 缩短了开发周期, 使产品更容易升级更新。

1 系统工作原理

1.1 PSoC 系列单片机介绍

PSoC: (Programmable System-On-Chip) 可编程系统级芯片, 是新一代片上系统单片机。由赛普拉斯公司的 PSoC(TM) 混合信号阵列是可编程的片上系统 (SOC), 该芯片集成了微控制器及嵌入式系统中常需扩充的模拟及数字组件。同时, 也可将 PSoC 视为 8 位微控制器, 即 8 位单片机。但是和一般单片机不同的是它几乎不需要外围电路, 一片 PSoC 芯片就可实现一个电子系统, 而且 PSoC 具有比一般单片机更多的内部资源。国外专家把它的发展喻为第二次电子学革命。本系统使用的 PSoC 芯片是 CY8C27443,

① 收稿时间:2011-06-22;收到修改稿时间:2011-08-06

CY8C27xxx 是 PSoC 混合信号阵列中在模拟量中处理最为强的一个系列^[1], 下表 1 是 28 管脚的 CY8C24533 和 AT89C51 之间的比较。从上表中我们不难看出看到 CY8C27443 芯片的内部资源更加丰富所以进行 LED 点阵系统的设计比 51 单片机电路更加简单, 性能更加稳定。该芯片价格很廉价而且还增加 A/D 模块, D/A 模块, SPI 接口模块, PWM 模块, 温度传感器等都可以集成在芯片内部这样就使得外围电路大大减少, 硬件电路尺寸更加精简、可靠。软件设计也更加简单方便大大节省了开发周期。CY8C27443 芯片价格相比 51 单片机来说虽然高出了 2-3 倍但是内部有其丰富的资源可供配置所以该系统成本可以节省 50%~60%左右。

表 1 CY8C24533 和 AT89C51 之间的比较

型号 资源	CY8C24533	AT89C51
Flash	16KB	16KB
Timer	8-32 位精度可选, 最长达 8 个	16 位, 2 个
AD	5 种类型, 精度 14 位, 管脚可配置	10 位精度, 管脚不可配置
DA	5 种类型, 精度 8 位, 管脚可配置	无
放大、滤波器	5 种放大器、2 种滤波器、可配置	无
计数器	8-32 位精度可选, 可选外部信号作为时钟源	利用 Timer 实现, 灵活性差
通信	I ² C、IrDA、SPI、UART、等配置	很少有
其他	LCD、EEPROM、LED、温度传感器等配置	很少有

1.2 基于 PSoC 的精简尺寸 LED 点阵系统的硬件设计

基于 PSoC 的多功能精简尺寸型 LED 点阵系统的硬件设计如图 1 所示, 以 PSoC 为控制器的 LED 点阵系统通过 TG202 烟雾传感器传感器, HM1500 湿度传感器, 以及 PSoC 片内集成的温度传感器。分别采集到空气中的烟雾浓度, 湿度和温度情况后及时发布到 LED 显示屏上显示, 当出现异常情况时还可以通过蜂鸣器发出报警。采集到的数据也可以通过 Si4432 无线收发模块送入 PC 机进行外部环境监测。同时也可以 PC 机上输入字符后通过无线收发模块发送到 LED 显示屏来发布广告和通知等信息。由于 PSoC 同时具有片内和片外系统时钟源。从而显示扫描速度可以提高, 使得产品硬件设计性能更加可靠, 加之 PSoC 可以动态重构所以产品更加灵活多变, 功能更加齐全; 软件设计方面有厂商提供的 API 函数可供调选, 编程者无须向使用 51 单片机那样在底层驱动上大费心思,

这样使底层驱动程序开发周期大大缩短, 从而可把精力更多的应用程序开发上, 提高了开发效率。

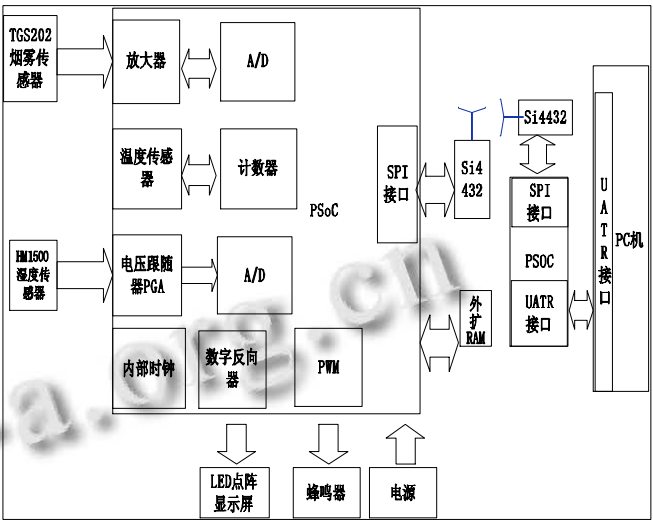


图 1 基于 PSoC 的多功能精简尺寸型 LED 点阵系统的硬件设计

1.2.1 TGS202 作为气体传感器

本系统采用 TGS202 作为气体传感器来检测空气中含有 CO, CO₂, 煤气, 甲烷等气体来检测环境中的烟雾, 当探测到这些气体时 TG202 的内阻变小, 从而使得输出端电压快速上升, 以达到检测火灾的功能。通过配置 PSoC 中的放大器和 8 位 8 通道 A/D 转换模块, 并且该内部采用了 sinc2 滤波器是硬件电路来实现减少了 CPU 的开销, 并可以进行 64 倍过采样, 从而降低了对前端滤波器的抗混叠要求该滤波器。实现把气体传感器的模拟量转化成数字量, 并且重复测试三次以上将得到的数据的平均值送到指定的单元存储。一旦发现气体超标则 PWM 模块输出口就输出 1KHz 的方波来驱动蜂鸣器以达到报警的目的。

1.2.2 温度传感器

PSoC 微控制器内部自带温度传感器, 其绝对温度成正比即线性的输出电压。Flash Temp 应用程序接口 (API) 把温度传感器转换为每摄氏度一个计数。PSoC 内部的温度传感器 Flash Temp 为用户模块提供了一项 bFlashWriteBlock 函数的初略温度测量功能, 它的测量范围在 -40 - +80 度之间, 单位是摄氏度。

1.2.3 湿度传感器

湿度是表示空气中水蒸气的含量的物理量^[2], 本系统采用 HUMIREL 公司的 HM1500 湿度变送器,

HM1500 的测湿元件选用湿敏电容 HS1101, 当外界相对湿度变化时, 感湿膜能吸附和释放水汽分子, 引起其介电常数发生变化, 从而使元件电容量改变。利用电容量与相对湿度的函数关系即可测量湿度^[3]。HM1500 内置放大电路, 并采用了恒压源供电能够输出和相对湿度呈比例的伏级电压信号。由于温度会影响湿敏电阻的延迟性, 所以根据电压和相对湿度的关系在 PSoC 内部添加 PGA 模块进行电路补偿的方式来对误差进行补偿, 然后连接 12 位 A/D 转换器。

1.2.4 LED 点阵显示屏

该显示屏的实现过程如图 2 所示, LED 点阵显示屏是由 128 个 1.9mm 的 8×8 的 LED 点阵块组成, 每八块形成 32×32 矩形点阵。采用逐行扫描方式因为扫描时间很快及人眼的视觉暂留效应, 就可看到 LED 点阵显示的是完整的图形或文字。行驱动使用 ULN2803 高电压大电流达林顿晶体管阵列集成芯片, 由于 ULN2803 单脚最大输出灌电流 500mA, 为使驱动电平匹配所以在 PSoC27443 里面配置反相器模块而且单块列驱动电路由集成电路 74HC595, 它构成一个 8 位串入并出的移位寄存器和一个 8 位输出锁存器, 而且移位寄存器和输出锁存器的控制是各自独立的, 通过 74HC595 的级联可实现在显示本行各列数据的同时, 传送下一行的列数据, 即达到重叠处理的目的。从单片机 I/O 口串行输出的点阵数据随着移位时钟的作用逐位移动到对应位置, 在接收到锁存信号后, 将数据并行输出至 LED 的列线, 最后在行驱动信号的作用下点亮一行 LED 象素。

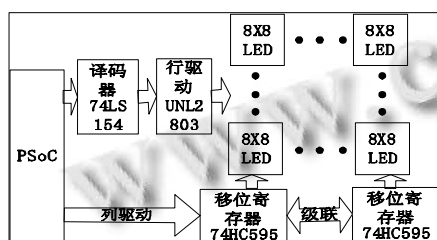


图 2 LED 显示屏工作原理

1.2.5 PSoC 与 PC 机之间的通信:

PSoC 与 PC 机之间的通信如图 3 所示, 采用 Si4432 无线收发模块通信, 在这里采用的是 Si4432 芯片是 Silicon Labs 公司推出的一款高集成度、低功耗、多频段的 EzRadioPro 系列无线收发芯片。其工作电压为 1.9~3.6 V, 可工作在 315/433/868/915 MHz 四个频段;

内部集成分集式天线、功率放大器、唤醒定时器、数字调制解调器、64 字节的发送和接收数据 FIFO, 以及可配置的 GPIO 等。Si4432 在使用时所需的外部元件很少, 仅需 30MHz 的晶振、几个电容和电感就可组成一个高可靠性的收发系统, 设计简单, 且成本低。Si4432 的接收灵敏度达到 -117 dB, 可提供极佳的链路质量, 在扩大传输范围的同时将功耗降至最低; 最小滤波带宽达 8 kHz, 具有极好的频道选择性; 在 240~960 MHz 频段内, 不加功率放大器时的最大输出功率就可达 +20dBm, 设计良好时收发距离最远可达 2km。Si4432 可适用于无线数据通信、无线 RS485/RS232 数据通信等诸多领域^[4]。

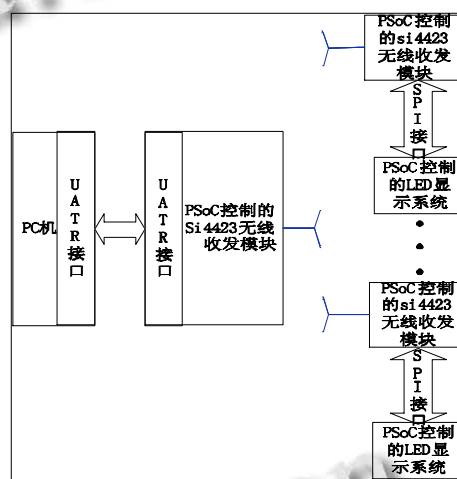


图 3 基于 PSoC 的多功能精简尺寸型 LED 点阵系统和 PC 机通信的硬件框图

该系统组成了一个星型网络, PC 与多个 LED 显示屏间的通信属于多机通信。采用主从式结构: 主机是 PC 机通过查找相应的地址控制不同的从机, 作为从机的 PSoC 控制无线收发模块不主动发送命令或数据, 由主机控制并且在一个多机系统中, 只有一台主机即 PC 机, 各台从机之间不相互通信, 即使要信息交换也必须经过主机转发。最后经过无线收发模块以数据包的形式, 发送到 LED 显示屏。本系统定义的数据包格式如下表 2 所示: 其中, 前导码是 0XFFAA55。数据包在传输过程中会在每个包的前面加上可设置好长度的前导码; 接收端为了识别帧的到来, 需要前导码进行帧同步, 从而确定收发系统之间何时发送和接收数据。同步字在前导码之后, 要用设定好的同步字作为同步模式的标志码。本系统设定的同步字为 2 个

字节，同步字内容为 0x2DD4，接收端在检测到同步字后才开始接收数据。数据载荷长度为 1 字节，有效数据载荷是用户所发送的数据。CRC 校验和由内置 CRC 校验。Si4432 内部集成有调制 / 解调、编码 / 解码等功能，从而前导码、同步字、数据载荷长度和 CRC 校验和都通过硬件自动加上去的，用户只需设定数据包的组成结构和部分结构的具体内容如前导码和同步字就可以。

表 2 数据包格式

前导码	同步字	数据载荷长度	有效数据载荷	CRC 校验和
24 位	2 字节	1 字节	1 字节	2 字节

1.3 系统软件设计:

利用中断分时处理的原理构成系统主程序和中断服务程序。其中主程序如图 4，该主程序不断的判断相应的 flag 是否为 1 只要 flag 等于 1 就通过中断进入相应的子程序。中断子程序 (Timer8 Interrupt)，作时间中断、计数器标志单元为 70H、每当 $t=100ms$ 到了就是相应的 flag 置 1。

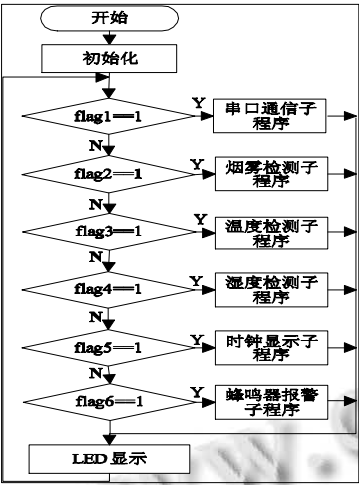


图 4 主程序

1.4 主机应用程序:

应用程序如图 5 所示是利用 Delphi 开发编制。Delphi 是 Windows 平台下简单、易学、强大、简便易用和代码执行速度快、高效的可视化开发环境 (IDE)，其具有所见即所得的可视化界面设计风格和面向对象的程序设计等特点，已广泛应用于各个领域。Delphi 提供了良好的界面设计能力，在 PC 串口通信方面也有很强的功能^[5]。



图 5 上位机软件界面之一

1.4.1 取模:

显示汉字必然要用到汉字的点阵字形信息，也叫做汉字的字模。即汉字字形的数字化。根据汉字的显示清晰度,本应用软件多种字模供用户选择。以 16×6 点阵字模来举例,每一个字由 16 行 16 列的点阵组成显示。即国标汉字库中的每一个字均由 256 点阵来表示。我们可以把每一个点理解为一个像素，而把每一个字的字形理解为一幅图像。事实上这个显示屏不仅可显示汉字，也可显示在 256 像素范围内的任何图形。通过建立位图的方法来取模可方便显示各种特殊字符。取模方式可分成横向，纵向取模，供用户选择。

1.4.2 Delphi 环境下串口通信实现方法:

本系统选用了 MSComm 控件，它通过串行端口传送和接收数据为应用程序提供基本的串口通信功能，使得程序员不必花费大量的时间去了解较为复杂的 API 函数。本系统：采用的是发送二进制数，需要使用 Variant 变量矩阵，矩阵大小自动调节 `mscomm1.Settings := '9600,N,8,1';` //参数设置，返回波特率、奇偶校验、数据位、停止位 `mscomm1.SThreshold:= 0;` //一次发送所有数据 `mscomm1.PortOpen:=true;` // 打 开 端 口 `mscomm1.RThreshold := 16;` //设置接收多少字节并产生 OnComm 事件，捕获并处理通信中发生的事件或错误。

2 结论

采用 PSoC 芯片设计的多功能精简尺寸型 LED 点阵系统的功能强大，硬件设计简单，软件编程只需要调用 API 函数而且系统可配置可以灵活多变无需外加芯片从而大大提高了性价比。

(下转第 95 页)

4.2 温度调节子系统串级模糊 PID 控制仿真

温度对象副回路传递函数 $G_4(s) = \frac{1}{10s+1}$ ，饱和器

温度对象传递函数 $G_{33}(s) = \frac{4}{(43s+1)(20s+1)}$ 。

系统阶跃响应如图 5 所示，从图中可以看出串级模糊 PID 控制能够有效地抑制超调，过渡时间短，控制效果优于常规串级 PID 控制。

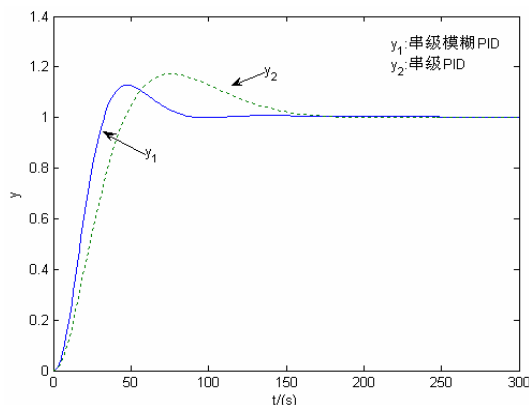


图 5 饱和室变量的串级模糊 PID 的阶跃响应曲线

5 结论

压力—流量调节系统间关联较大，本文采用专家控制算法结合静态解耦对其控制，仿真结果表明可以获得良好的动静特性；而温度与压力—流量系统间关联较小，故采用串级模糊 PID 控制单独对其控制，

子系统按上述控制策略下协调一致地工作，能够产生温度、压力、流量可控的高压饱和气体，为建立高水仿真结果表明该算法能够有效地抑制超调，过渡时间短，表现出良好的响应特性。实践表明，饱和室两个平湿度计量标准装置提供气源，具有广泛的实际工程应用价值。

参考文献

- 1 劳逸民.浅析采用冷冻除湿方式的温湿度独立控制系统冷源节能的可行性.建筑科学,2011,27(8):48-50.
- 2 Acheson D. Humidity T. and moisture.1965:521-530.
- 3 易洪,孙国华,等.低霜点湿度检测标准装置的研制.陶瓷学报,2008,29(3):301-304.
- 4 于希宁,边立秀,孙建平.磨煤机解耦控制系统的设计与调试.河北电力技术,1994,6:10-14.
- 5 俞金寿.工业过程先进控制.北京:中国石化出版社,2002.
- 6 刘金琨.先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真.北京:电子工业出版社,2002.
- 7 Ahmed SS, Majid MS, Novia H, et al. Fuzzy logic based energy saving technique for a central air conditioning system. Energy, 2007,32(7):1222-1234.
- 8 Jung CH, Ham CS, Lee KI. A Real-time, Self-tuning Fuzzy Controller Through Scaling Adjustment for the Steam Generator of NPP. Fuzzy Sets and Systems, 1995,74:53-60.
- 9 Editiondevices.2007.http://wiki.forum.nokia.com/index.php/TS_S000601_-_Serial_communication_over_USB_on_S60_3rd_Edition_devices.
- 10 Send UI API: Using the SendUi API.2007. http://www.developer.nokia.com/document/Cpp_Developers_Library/GUID-96C272CA-2BED-4352-AE7C-E692B193EC06/html/Send_UI_API4.html.
- 11 王宁.S60 第三版智能手机应用超详细解析.数字通信, 2008,(15):105-109.
- 12 Symbian Software Ltd. How do I get my Symbian OS application signed. A guide to Symbian Signed. 2005. Helsinki: Symbian Software Ltd. 2005,1-11.

(上接第 251 页)

6 结语

针对工程现场串行通信调试设备较繁琐的问题，基于 symbian S60 v5 操作平台，设计了此套串行通信专用调试软件，可使工程现场 S60 v5 操作平台的手机能方便、快捷的调试串行通信设备。调试过程中的数据亦可直接由手机短信发出，以方便远程调试与诊断。

参考文献

- 1 马建,陈健,牛建伟,邹仕洪,高一普.智能手机操作系统编程—Symbian 及 S60 系列.北京:科学出版社,2005.
- 2 DIGIA Inc. Programming for the Series 60 Platform and Symbian OS. Helsinki: John. Wiley. & Sons Ltd, 2003.
- 3 TSS000601—Serial communication over USB on S60 3rd