

基于 MSP430 的嵌入式环境信息监测系统

周金治, 李 建, 徐 霞, 郑 希

(西南科技大学 信息工程学院, 四川 绵阳 621010)

摘 要: 设计并实现了具有环境参数采集处理、远程网络传输等功能的嵌入式环境信息远程监测系统。系统由网络传输模块、环境信息采集模块、本地显示模块、单片机控制模块组成。单片机控制模块主要实现嵌入式 Web 服务和对环境信息数据处理。通过对系统的测试可以看到, 这一设计实现了嵌入式 Web 服务、多机并行访问以及对十年历史监测数据的掉电存储功能。用户可通过网页浏览器访问被监测点的实时数据和报警情况。

关键词: MSP430; 嵌入式 Web 服务; 环境监测

中图分类号: TP277

文献标识码: A

Embedded environment monitoring system based on MSP430

ZHOU Jin Zhi, LI Jian, XU Xia, ZHENG Xi

(School of Information Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: This design implemented the embedded environment monitoring system, which offers the function of data acquisition and processing and remote network transmission. This system was constructed by the network transmission module, the environment information acquisition module, local LCD displays module and single-chip control module. The single-chip control module performed embedded Web services and data processing capabilities of environmental information. The design completed realized the embedded Web services and multi-machine parallel access capabilities, and also realized the history of decades of environmental information of the power-down data storage capabilities. Users can monitor real-time data and alarm situation about monitoring points through the Web browser.

Key words: MSP430; embedded Web service; environment monitoring

随着计算机技术与网络技术的发展, 以单片机为中心的数据采集、监测控制等系统的网络化成为一个重要的发展趋势。为实现单片机系统与互联网的数据通信, 本设计深入研究了利用 MSP430 单片机的有限资源, 在其中嵌入精简的 TCP/IP 协议以实现 Web 服务器功能, 通过网页浏览器访问并获取被监测点的各类信息, 进而实现对各类安防系统、家电设备运行情况、环境参数的远程监测。可广泛应用于家居环境、工业生产以及农业生产中。

1 系统总体设计

本系统主要由四部分组成: 单片机小系统、网络传输、环境信息采集及显示部分。小系统包括单片机、电源、JTAG。环境信息采集模块采集的数据经过单片机处理后分别送本地显示和网络端, 远程 PC 机可通过 Internet 访问 Web 服务器进行远程监测。当采集的信息满足报警条件时, 系统报警。系统框图如图 1 所示。

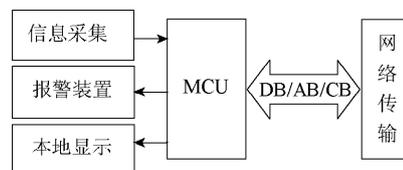


图 1 系统框图

2 硬件设计

2.1 单片机控制部分

MSP430F149 是一款 16 位的低功耗单片机, 具有 60 KB 的 Flash 存储器、2 KB 的 RAM 和 256 bit 的信息 Flash^[1], 它的空间可嵌入精简后的 TCP/IP 协议, 也可存储历史环境数据。较为丰富的内部资源在简化了外围电路的同时也提高了系统的可靠性。

单片机采用的 8 MHz 晶振作为系统主时钟。电源部分由 TLV1117-33 将 USB 提供的 5V 电源转换成 3.3V 对系

网络与通信

Network and Communication

统供电。JTAG 接口为标准的 14 针 5 线，TMS、TCK、TDI、TDO、RESET 引脚分别连接 MSP430F149 的对应引脚。

2.2 温湿度采集模块

本系统设计以对环境温度湿度数据采集为典型，采用瑞士 Sensiron 公司研制的 SHT10 型数字式湿度温度传感器，它体积小，无需标定即可互换使用。测湿精度为 $\pm 4.5\%RH$ ，范围 $0\%RH \sim 100\%RH$ 。测温精度在 $25^\circ C$ 时为 $\pm 0.5^\circ C$ ，温度范围为 $-40^\circ C \sim +123.8^\circ C$ [2]。

传感器 SHT10 工作电压为 3.3V。SHT10 共 4 个引脚，分别为电源、地、时钟接口、数据接口。2 片传感器的数据线分别接单片机的 P6.1 和 P6.3，数据线需接 $10\ k\ \Omega$ 电阻上拉。时钟线分别接单片机的 P6.0 和 P6.2。电源正和地之间加 1 个 $1.0\ \mu F$ 的电容。

2.3 显示模块

显示部分采用 LCD1602，用滚动的方式显示 2 片传感器采集的温湿度数据，该显示器功耗低，显示字符丰富，方式灵活，可显示 2 行 16 个字符，满足本系统的显示要求。

LCD1602 的工作电压及其信号的高电平都为 5V，因 MSP430 输出的高电平为 3.3V，故利用 SN74ABT162244 完成 3.3V 到 5V 的转换，即单片机对液晶显示器的控制通过对该转换芯片的操作来实现。

2.4 网络传输模块

该模块由以太网控制器 CS8900A [3] 和网络变压器 20F-01R 组成，该控制器芯片数据传输稳定性高、受外界干扰小、易实现、成本低、性能优越、集成度高、占用系统资源少、硬件连接简单 [4]。硬件电路框图如图 2 所示。



图 2 网络接口模块框图

系统中，以太网控制器工作在 8 位 I/O 模式，所有控制线均直接与单片机 I/O 口连接。其中低 8 位数据线分别连接单片机的 P5.0 ~ P5.7 口；低位 4 根地址线依次连接 P3.0 ~ P3.3 口；读写控制线分别接 P3.6 和 P3.7。此外，CS8900A 外部还需接 1 个 20 MHz 的无源晶振。

网络变压器 20F-01R 位于在以太网控制器与 RJ-45 接口之间，主要用于传输信号的电平转换，并将外部线路与 CS8900A 隔开，防止干扰和烧坏元器件，实现带电的插拔功能。

3 软件设计

系统软件采用 C 语言设计，程序主要完成对环境信息的采集、数据处理、LCD 显示、远程监测、数据存储、超温报警等功能，总流程如图 3 所示。

3.1 信息采集处理程序设计

信息(温湿度)采集及数据处理子程序在 MCU 采集到

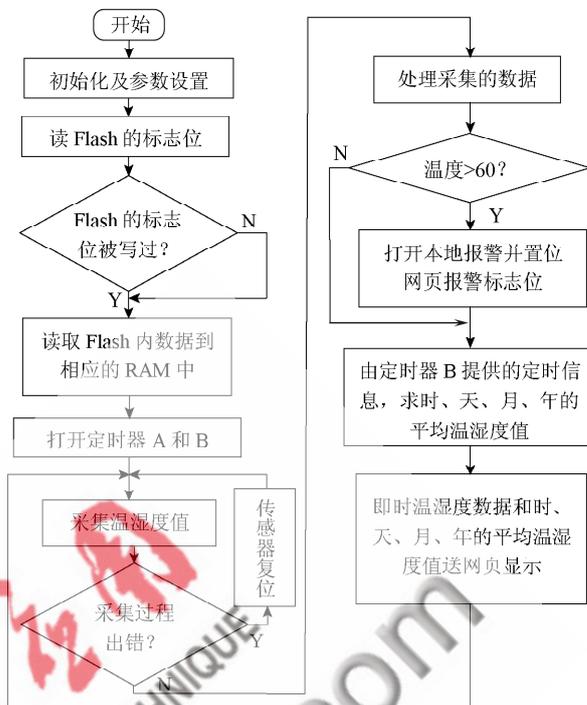


图 3 系统程序总流程图

温湿度数据后，根据 SHT10 数据手册中提供的温湿度转换和修正补偿公式进行修正，将测量值转换成相对湿度和摄氏湿度。显示子程序把处理后的数据送 LCD 显示。数据存储程序每经过 1 小时将其间温湿度的平均数据存入信息 Flash 作为历史记录的数据，掉电不会丢失，在下次开机时再从 Flash 中将数据读入 RAM，参与之后的平均值计算。

3.2 网络部分程序设计

网络部分程序分为以太网控制器控制程序和网络通信程序。

以太网控制器控制程序控制以太网控制器的数据收发，对其进行驱动，以函数的形式给其他模块提供读写其寄存器的接口、产生读写时钟等 [5]，程序流程如图 4 所示。

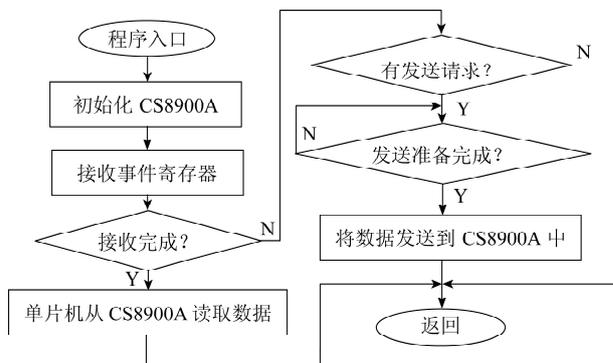


图 4 以太网控制流程图

网络通信部分的程序是本系统的设计难点。TCP/IP 协议栈分为链路层协议、网络层协议、传输层协议、应用层协议 4 大部分，标准的 TCP/IP 协议对于资源有限的

网络与通信

Network and Communication

单片机是难以实现网络通信的。为满足系统的通信要求,针对TCP/IP协议的不同层次的特点,选择实现的网络协议有ARP应答协议、IP协议、ICMP协议、PING应答协议、TCP协议和HTTP1.0,结构如图5所示。经过精简后的TCP/IP协议嵌入单片机使其对信息进行TCP/IP协议处理变成可在Internet上传输的IP数据包^{[6][7]},最终系统采集的实时信息、历史环境信息及报警情况以网页的形式呈现在浏览器上。系统的IP地址可在系统程序中设定或更改。

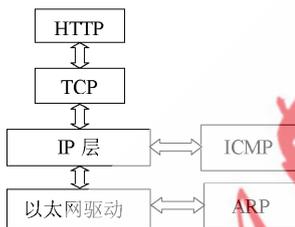


图5 TCP/IP协议结构图

4 系统功能调试

经测试,该系统已实现对环境信息(温湿度)的多点采集,可同时监测2个相距2m以上的点。系统有本地和远程网页2种显示方式,本地LCD显示实时数据,远程网页上显示实时数据和历史的近1小时、1天、1月和1年的平均数据及超温报警情况(本地为蜂鸣器),如图6所示。历史的统计数据长期保存,掉电不会丢失,系统可供10台远程PC机同时访问。

本设计在环境信息采集系统的基础上,成功地将精简TCP/IP协议嵌入到MSP430



图6 网页显示数据和报警

程监测的功能。数据通过网络传输成本低,传输范围广。系统在单片机剩余端口可设计实现对更多环境信息参数的监测,可扩展性强,应用面广。嵌入式Web服务器能够连接到Internet,可以方便、低廉地将信息传送到世界上的任何一个地方。

参考文献

- [1] Texas Instruments. MSP430x41x mixed signal microcontroller[M]. USA: Texas Instruments, 2004.
- [2] Sensirion. SHT10-digital humidity sensor(RH&T)[M]. Switzerland: Sensirion, 2005.
- [3] Cirrus Logic. CS8900A product data sheet[M]. USA: Cirrus Logic, 2004.
- [4] 葛辛欣.基于CS8900A的嵌入式网络接口模块设计[J].北京工商大学学报(自然科学版),2008,26(3):
- [5] 王怀德,郭文川.嵌入式Web服务器的研究与设计[J].计算机工程与设计,2008,29(10):
- [6] 鲁丽.RTU Internet网络接口技术研究[D].南京:河海大学,2007.
- [7] 季琦,金小辉.嵌入式TCP/IP协议栈的设计与实现[J].电子元器件应用,2008,10(8):

(收稿日期:2009-02-17)