

嵌入式 Web 服务器在蛋鸡舍网络环境监测系统中的应用

马亮 滕光辉 李志忠

(中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083)

摘要 为解决传统环境控制方式无法实现蛋鸡舍远距离环境实时监测的问题,开发了基于嵌入式 Web 服务器的鸡舍网络环境监测系统。采用 PIC 单片机加网络控制芯片方式和实现了裁减的 TCP/IP、HTTP 等网络通信协议,使连接到嵌入式 Web 服务器上的设备具备了网络功能。以每栋鸡舍为单元,采用嵌入式 Web 服务器作为智能节点把鸡舍接入养殖场网络,鸡舍管理人员和位于异地的企业高层管理者均可使用养殖场内部联网的计算机,通过访问嵌入式 Web 服务器的 IP 地址实时监测鸡舍内温度、湿度、光照及有害气体浓度等环境信息,Internet 上的用户通过授权同样可以对鸡舍进行实时监测。实验结果表明,系统实现了鸡舍环境信息实时、远程监测的功能;同时,系统的应用降低了养殖场的生产和管理成本,提高了养殖场的综合经济效益。

关键词 嵌入式 Web 服务器; 蛋鸡舍; 环境监测

中图分类号 TP 399; S 818.9

文章编号 1007-4333(2006)03-0088-05

文献标识码 A

Application of embedded Web server to environmental information monitoring system for laying house

Ma Liang, Teng Ganghui, Li Zhizhong

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract In order to solve the problem that a traditional environment control system for laying house couldn't send the message to remote area, a networked monitoring system for laying house based on embedded Web server was developed. Hardware constituent and software design of the embedded Web server was discussed in this paper. Using PIC microchip and network control chip as main hardware, the software realized thin TCP/IP and all of the equipments connected to the embedded Web server realized Web function. Using the embedded Web server as an intelligent node, laying house as a unit connected to the network of the poultry farm, the laying house managers and the remote senior managers can use the system by Internet in the same way. Through tests, computers in the network of poultry farm can supervise real time environmental parameters which including temperature, humidity, illumination intensity and harmful gas concentration through accessing the IP address of embedded Web server. This function can also be implemented by authorizing to Internet users. The system can realize the function of monitoring the real time and long-distance environmental information of laying house. As a result, the work efficiency was improved.

Key words embedded Web server; laying house; environmental monitoring

规模化蛋鸡养殖除了依靠育种、饲料等领域的科技进步外,急需改进养殖工程的养殖工艺及配套建设、设备及环境控制技术。西方农业发达国家鸡舍环境监控系统研究起步较早,很多学者从动物福

利和经济模型角度进行畜禽舍环境控制方面的研究,并且不断将新技术引入其中,使鸡舍环境监控系统不断向网络化、智能化方向发展^[1]。德国 Big Dutchman 公司研制的 Amacs 鸡舍环境监控系统

收稿日期: 2005-07-18

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2004BA514A-10);北京市教育委员会共建项目计划资助项目(XK100190550)

作者简介: 马亮,硕士研究生;滕光辉,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事生物环境控制与信息技术的研究, E-mail: futong@cau.edu.cn

统就是一个优秀的鸡舍环境监控管理平台^[2],它实现了鸡舍环境参数采集、采食量自动记录以及监控系统的网络访问等功能,符合鸡舍环境监控系统的发展方向。

国内关于鸡舍环境监控系统的研究大多仍采用 RS485、CAN 总线等传统的现场控制方式^[3-4]。畜禽养殖等农业生产企业大多存在着饲养基地与公司总部距离较远等地域性缺点,传统控制方式不能很好解决这一问题;而引进国外鸡舍环境监控系统则存在价格昂贵,不符合我国现有养殖场生产规模等缺点。利用实现了 TCP/IP、HTTP 等网络协议的嵌入式 Web 服务器通过互联网可对鸡舍、温室等农业设施环境进行远程实时监测,且成本较低^[5-6],故笔者基于嵌入式 Web 服务器构建了蛋鸡舍网络化环境监测系统。

1 蛋鸡舍网络环境监测系统总体结构

笔者研发的蛋鸡舍网络化环境信息监控系统主要包括鸡舍环境信息采集、鸡舍环境控制和鸡舍视频监控 3 部分,本文中仅介绍基于嵌入式 Web 服务器的蛋鸡舍环境信息采集部分,系统框图见图 1。以每栋鸡舍为单元,将鸡舍内部采集温度、湿度、光照、风速、氨气浓度等环境信息的传感器直接与嵌入式 Web 服务器的模拟输入口相连,传感器采集到的数据经过嵌入式 Web 服务器转化后发送到养殖场基地的局域网。局域网中的计算机通过浏览器访问嵌入式 Web 服务器的 IP 地址,以网页的方式获取鸡舍内部的实时环境信息。构成本系统的核心部分是嵌入式 Web 服务器的设计和开发。

将鸡舍内部采集温度、湿度、光照、风速、氨气浓

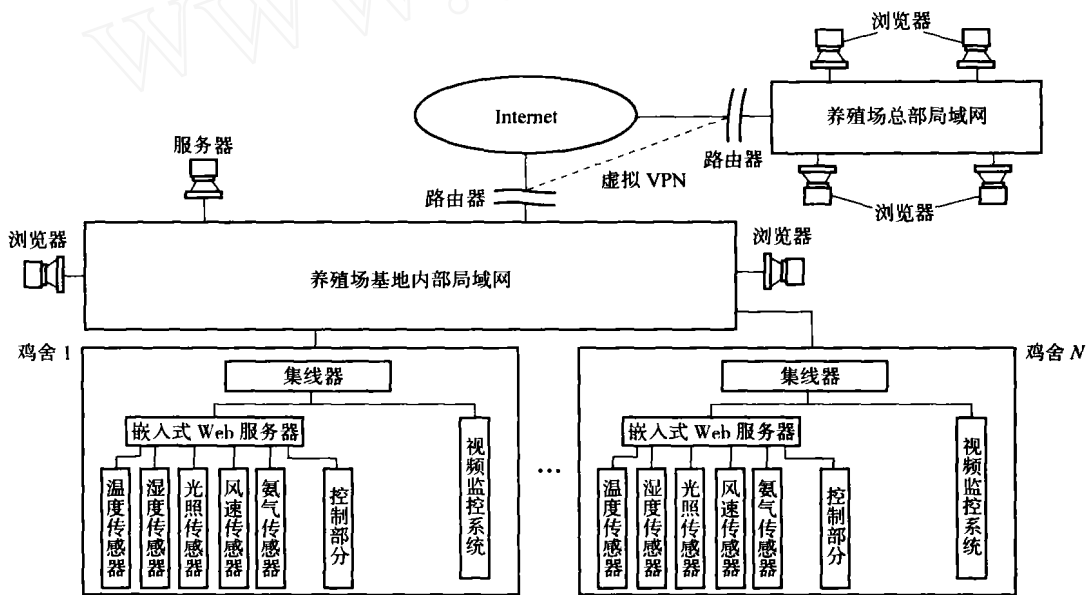


图 1 蛋鸡舍网络监测环境系统框图

Fig. 1 Schematic diagram of networked environmental monitoring and control system for laying house

度等环境信息的传感器直接与嵌入式 Web 服务器连接,传感器采集到的数据经过嵌入式 Web 服务器转化后发送到养殖场基地的局域网。局域网中的计算机通过浏览器访问嵌入式 Web 服务器的 IP 地址,以网页的方式获取鸡舍内部的实时环境信息。

2 嵌入式 Web 服务器设计

嵌入式 Web 服务器主要由数据采集单元、智能数据处理单元和网络数据通信模块单元组成(图 2)。与传统单片机控制设备不同之处在于,它嵌入

了经过裁剪的 TCP/IP 协议及 HTTP 协议等标准的网络通信协议。正是由于嵌入式 Web 服务器实现了这些标准的网络通信协议,才使普通的嵌入式单片机具有了网络控制功能,从而保证了蛋鸡舍环境监测系统通过互联网进行远程监测的功能的实现。

2.1 硬件组成

现有的单片机网络系统主要采用高性能单片机内置操作系统或普通单片机加网络控制芯片的方式^[7]。采用高性能单片机内置操作系统,开发简单,可以完成如网关控制和防火墙等许多复杂的功

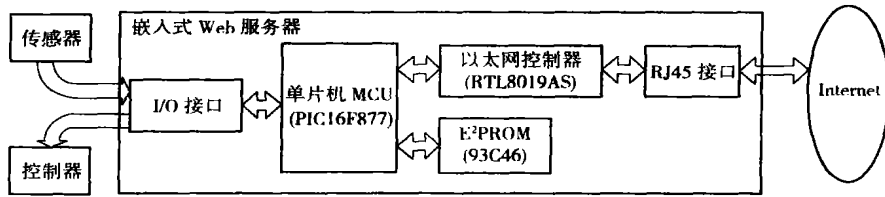


图 2 嵌入式 Web 服务器结构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of embedded Web server

能,但对硬件的要求很高,对于许多仅需要进行数据采集的用户其成本往往是不可接受的。本系统选用基于精简指令集的 PIC 单片机加网络接口控制芯片 RTL8019AS 的方式,来实现嵌入式 Web 服务器的功能。

采用美国 Microchip Technology Incorporated 公司生产的 8 位单片机 PIC16F877 作为嵌入式 Web 服务器的核心微处理器。PIC16F877 采用哈佛总线结构,单时钟指令周期,指令运行速度快,所有 I/O 管脚可以通过编程灵活控制。它具有低价、可靠、实用、指令少、简单易学等特点,其软件设计相对容易,产品也易推广。以太网接口控制芯片 RTL8019AS 是一个 10 Mbit/s 的全双工以太网控制器,支持 IEEE 802.3 协议,在嵌入式服务器中主要完成数据链路层的工作,负责数据帧的接收和发送。

根据蛋鸡舍环境信息监测系统的需要,嵌入式 Web 服务器需要采集的环境参数包括温度、湿度、光照、风速、氨气浓度等,传感器输出信号均为 4~20 mA 的标准电流。嵌入式 Web 服务器设计了 7 路标准 A/D 转换接口,其中 2 路接口备用。考虑到使用成本、现场环境和传感器在鸡舍内的安装位置等因素,本系统对模拟通道未采取光电隔离措施;因此,在实际安装使用时需注意传感器的布线及位置,以避免外部干扰串入,同时在软件设计中采取看门狗抗干扰措施。

在该嵌入式 Web 服务器的实现方案中,单片机主要负责实现剪裁的 TCP/IP 协议,处理传感器采集的环境信息和系统整体控制;网络控制芯片 RTL8019AS 主要负责处理以太网协议的数据交换;电擦除可编程存储器 E2PROM 93C46 作为外部存储器,存储系统需要的各种外部资源和各种必须的配置信息与参数,如 Web 服务器的地址、端口号、用户名和口令等。

2.2 软件设计

通过对 PIC16F877 编程实现接收和处理传感

器采集的数据和发送数据等功能。在处理数据步骤之前,需要对网络控制器进行必要的检测、复位和初始化。嵌入式 Web 服务器程序总体流程见图 3。嵌入式 Web 服务器的界面程序固化在单片机 PIC16F877 的程序存储器中,其采集参数、控制参数、状态参数等实时数据则存放在 PIC16F877 的内部随机存储器 RAM 中。在协议层经常需要对数据进行打包和拆包,因此采用地址指针方式交换数据,以避免因数据传递而降低系统性能。为避免系统因

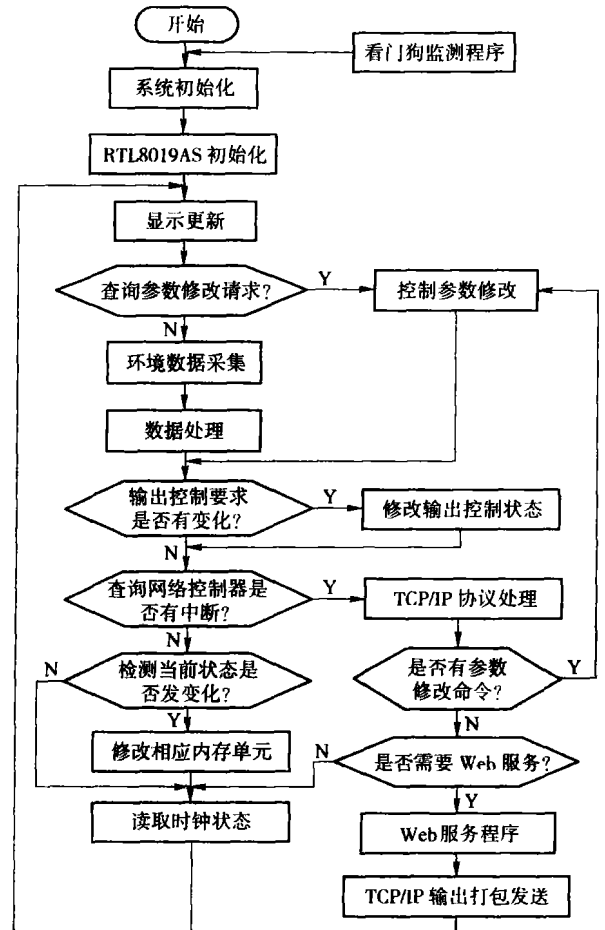


图 3 嵌入式 Web 服务器程序流程图

Fig. 3 Program flow chart of embedded Web server

干扰而陷入死循环,设置软件看门狗程序,当发现程序的非正常状态时,强制程序进入软件复位。

嵌入式 Web 服务器软件设计中一个主要部分是网络接口控制器数据接收和发送的实现。网络数据收发流程见图 4。网络接口通过 2 个 DMA(直接存储器存取)操作完成数据的接收和发送。远程 DAM 完成主处理器 PIC16F877 与网络控制芯片 RTL8019AS 内部缓冲区的数据交换,本地 DMA 完

成缓冲区数据发送。PIC16F87 发送数据时,先将 1 帧数据通过远程 DMA 通道送到 RTL8019AS 的发送缓冲区,然后发出传送命令启动本地 DMA 发送数据。当 RTL8019AS 收到 1 帧正确数据后,将其存放在接收缓冲区并置位相关寄存器或产生中断,启动远程 DMA 通道,将数据传递给处理器 PIC16F877,从而实现网络接口控制器的数据通信,完成嵌入式 Web 服务器的网络通讯过程。

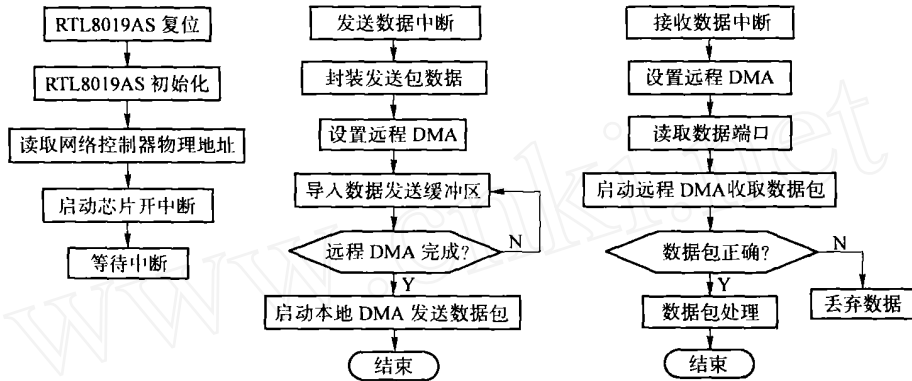


图 4 数据收发流程图

Fig. 4 Flow chart of data receiving and sending

3 蛋鸡舍网络环境信息监测系统的应用

基于上述思想实现了北京市德清源农业科技股份有限公司鸡舍环境信息网络监测系统,鸡舍管理人员通过访问嵌入式 Web 服务器的 IP 地址就可以实时监测鸡舍内部环境信息。图 5 示出管理员向嵌入式 Web 服务器发送一个查看鸡舍环境信息的

HTTP 请求的处理过程。普通管理员通过浏览器建立与嵌入式 Web 服务器的连接,嵌入式 Web 服务器对 HTTP 请求进行解析,提取相应的 Web 页面和实时环境信息参数返回给鸡舍管理人员,从而实现了鸡舍环境信息的实时监测。鸡舍管理人员通过浏览器可以实时观察到鸡舍内部的温度、湿度、有害气体浓度等环境信息。

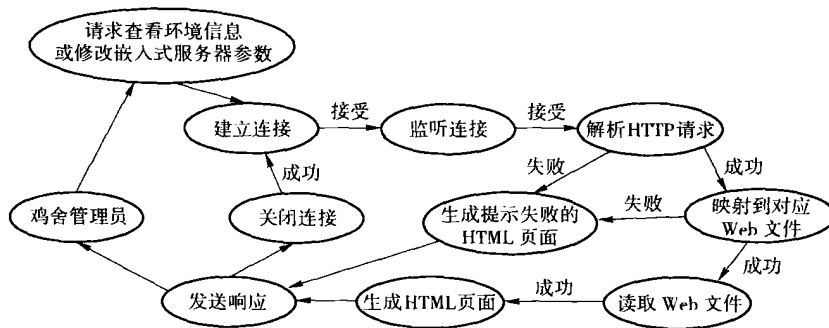


图 5 蛋鸡舍环境信息监测运行状态图

Fig. 5 Runtime status chart of monitoring environmental information of laying house by manager

本系统环境信息显示的刷新闻隔为 30 s,此参数可以通过修改嵌入式 Web 服务器的参数配置自行设定。嵌入式 Web 服务器的 IP 地址、网关地址等也可以在参数配置中进行修改,以满足应用于不

同环境的需要。

4 结束语

笔者设计的基于嵌入式 Web 服务器的鸡舍网

络环境信息监测系统,实现了鸡舍环境信息监控的网络化、实时化。鸡舍管理人员通过访问嵌入式 Web 服务器的 IP 地址就可以实时监测鸡舍内部环境信息。采用虚拟 VPN 解决方案,把公司总部与养殖基地虚拟成为一个局域网,使公司总部对系统的使用与养殖场内部局域网具有相同权限,企业高层管理人员可以对各种突发事件迅速做出决定,提高了工作效率,克服了农业养殖设施自身的地域性缺陷。Internet 上的用户通过授权同样可以获取鸡舍内环境信息参数,通过这一途径可以树立企业形象并为建立食品安全追踪体系打下基础。系统的应用降低了养殖场的生产和管理成本,提高了养殖场的综合经济效益。

参 考 文 献

- [1] Harrison J D, Smith D R, Toney A. Utah State University cooperative extension agriculture environmental management system[C]. 2004 ASAE Annual Meeting, Utah:ASAE,2004:048004
- [2] Big Dutchman. The Agro Management and Control System for modern egg production [EB/OL]. 2005-04-20. http://www.bigdutchman.com/bd_infos/produkte/amacs-e.pdf
- [3] 胡肆农, 窦少春, 王立方, 等. 蛋鸡规模化养殖场的自动监控系统[J]. 江苏农业学报, 2002, 18(3):176-180
- [4] 陆昌华, 吴孜, 王立方, 等. 规模化蛋鸡场现代化生产管理系统的建立与应用[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6):256-259
- [5] He D X, Hirafuji M, Fukatsu T, et al. An environmental measurement system using wireless networks and web-server-embed technology [C]. Proc of The Second International Symposium on Intelligent Technology in Agriculture. Beijing: China Agricultural Science & Technology Press, 2003:513-517
- [6] Stipanicev D, Marasovic J. Networked embedded greenhouse monitoring and control [J]. Control Applications, 2003, 2:1350-1355
- [7] 李磊, 杨柏林, 胡维华. 嵌入式 web 服务器的软件设计和实现[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(10):100-102