

基于嵌入式 Web Server 的粮仓温湿度监测系统设计

刘於勋¹, 李 智²

(1. 河南工业大学 信息科学与工程学院 工程系, 河南 郑州 450001;

2. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

摘 要:在分析了目前国内粮仓监测系统中存在一些缺陷的基础上,提出了用 ARM + μ CLinux + Web 服务器作为开发粮仓温湿度监测系统的软硬件平台的设计方案。在嵌入式系统中集成嵌入式 Web 服务器用户通过 Internet 网络可以实现远程监测嵌入式设备采集数据和工作状态,从而提高了监测效率,减低了监测成本。给出了在 μ CLinux 操作系统下构建 Boa 服务器的具体步骤。该系统能够提供粮仓温湿度等相关环境参数的变化,为有关部门采取相应措施提供决策依据。

关键词:嵌入式; Web server; CGI

中图分类号: TP316.8

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)07-0213-03

Design Granary Temperature and Humidity Measure System Based on Embedded Web Server

LIU Yu-xun¹, LI Zhi²

(1. Department of Engineering, School of Information Science and
Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;

2. School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: On the basis of analyzing some defectiveness in current domestic granary monitoring system, design was proposed to use ARM + μ CLinux + Web server as hardware and software platform to develop temperature and humidity monitoring system of granary. In embedded system integration of embedded Web server, Users can achieve remote monitoring equipment embedded data and working status through the Internet network, thereby enhancing the monitoring efficiency and reduce the cost of monitoring. The concrete steps of Boa server construction under μ CLinux operating system are given in this paper. Some environment parameters such as temperature, humidity, etc. in the granary can be monitored real-time. From the gathered information, the decision prevention can be made rightly by related governmental departments.

Key words: embedded; Web server; CGI

0 引言

目前,粮仓温湿度监测系统在我国的的应用已相当普及,国内粮情测控系统大多数采用 LONWORKS 和 CAN 两种现场总线结构,该结构由于采用了有线通信,存在着安装复杂、可扩性差、共享数据范围小等缺陷。随着微电子技术和嵌入式技术的快速发展,尤其是 ARM 系列 32 位微处理器的普及和嵌入式操作系统的不断发展,使得嵌入式 Web 服务器可以实现更加强大的功能和更高的运行效率。用户通过 Internet 浏览器对基于嵌入式设备进行远程配置和访问,嵌入式

设备采样数据、工作状态以 Web 形式显示,通过服务器端与客户端的信息交互,实现对嵌入式设备远程控制。这种 Web 访问方式具有功能强、实时性强、低功耗、可靠性高和结构小巧等优点。为此,笔者提出了一种基于嵌入式 Web server 的粮仓温湿度监测系统的设计思想。

1 嵌入式 Web Server

嵌入式 Web Server 采用 Browser/Server 的方式来工作,在这种工作方式下,客户端要有一个浏览器程序(如 IE),而服务器端则需要有一个 Web 服务器。客户端可以使用浏览器来访问 Web 服务器,并可通过网页来进行相应的设置和操作。嵌入式 Web 服务器监听客户端的服务请求,并根据客户请求的类型来提供相

收稿日期:2008-10-07;修回日期:2009-01-10

基金项目:河南省自然科学基金(200551411001)

作者简介:刘於勋(1963-),女,湖北人,副教授,研究方向为嵌入式系统的应用。

应的服务,并返回相应的处理。粮仓温湿度监测系统 中的嵌入式 Web server 是以实际应用为中心,以 TCP/IP 为底层通信协议^[1],在相应的硬件平台和软件系统的支持下,将用户的控制要求解释并传递给嵌入式现场设备执行,从而完成相应的操作。Web server 主要由嵌入式设备、实时操作系统、应用程序和网络协议四部分构成^[2]。

1.1 硬件平台

本系统嵌入式 Web server 硬件结构是由微处理器、SDRAM、NOR FLASH、NAND FLASH、以太网控制芯片等器件构成,器件间的逻辑关系如图 1 所示。

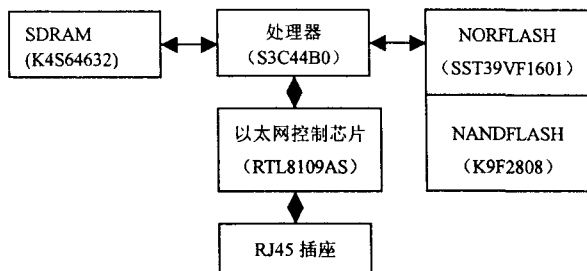


图 1 粮仓温湿度监测系统硬件逻辑结构图

其中:S3C44B0 微处理器是基于 ARM7TDMI 的 RISC 型 CPU,是一款性价比较高的嵌入式 32 位处理器^[3],它包含一个使用了 6MHz 和单周期精简指令处理 RM7TDMI,其内建 8k 高速缓存器,2 通道通用 DMA,2 通道外设 DMA 并具有外部请求引脚,2 通道 UART 带有握手协议,1 通道 SIO,1 通道多主 IIC—BUS 控制器,5 个 PWM 定时器,71 个通用 I/O 口等等,并且能够与常用的外围设备实现无缝连接,从而简化了外围电路设计,降低了产品成本、体积和功耗。内存 SDRAM 则采用 K4S64632,容量为 8M,8 路 10 位 A/D。外围有容量为 2M 的 NOR FLASH,其型号为 SST39VF1601,主要用于存 B00TLOADER 程序, μ CLinux 内核映像以及 ROMFS 文件系统。NAND FLASH 则采用 K9F2808,容量为 16M,主要用于存放应用程序。网口控制芯片则采用 Realtek 公司的 RTL8109AS,它是一个 10Mbps 的全双工以太网控制芯片^[4],支持 PnP,兼容 Ethernet II 和 IEEE802.3 的 10Base5、10Base2、10BaseT,完全可以满足实际要求。

1.2 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统采用 μ CLinux。 μ CLinux 是专门针对没有 MMU 的 CPU,支持多任务,适合嵌入式系统小型化应用。 μ CLinux 经过对标准 Linux 内核的改动,形成了一个高度优化、代码紧凑的嵌入式 Linux, μ CLinux 以保留了 Linux 的大多数优点,比如稳定、良好的移植性,优秀的网络功能,标准丰富的 API,它具有完备的 TCP/IP 协议栈并支持多种网络协议。支持

多种文件系统,如 ROMFS、NFS、FAT16/32,实际上, μ CLinux 已经成功应用于路由器、网络摄像机、机顶盒、PDA 等诸多领域^[5]。而且在 μ CLinux 系统上开发出应用程序可移植性很好,系统升级也非常容易。所以本系统选用了 μ CLinux 作为嵌入式操作系统。 μ CLinux 提供 2.0 和 2.4 两个内核版本。Linux 从内核版本号 2.2 开始,其内核与 IEEE POSIX 标准兼容,这意味大部分已有的 UNIX 程序,源代码不经修改就可以进行编译并移植到新的目标平台。本系统选择了 2.4 内核的 μ CLinux 作为平台操作系统。

1.3 boa 嵌入式 Web server

在 μ CLinux 操作系统支持下,有三个 Web 服务器:htpd,thttpd 和 boa^[6]。htpd 是最简单的一个 Web 服务器,功能也最弱,不支持认证、CGI 等。thttpd Web 服务器和 boa 服务器都支持认证、CGI 等,功能都比较全。本系统选用适合于嵌入式应用的 boa 服务器,boa 是一个单任务的 Web 服务器,源代码开放、性能高,在内部处理所有正在进行的 http 连接请求,对单独的 CGI 程序 fork 出新进程。它的优点是代码简单、速度快、适合于嵌入式应用^[5]。对于嵌入式系统来说,实现 Web 服务器主要是为了使用 www 浏览器,最终让用户通过局域网或广域网访问和控制嵌入式系统设备,针对具体应用,编写不同的 HTML 页面并结合 CGI 技术可以完成各种灵活、友好的交互功能。在 μ CLinux 下配置 boa 服务器的步骤为:

假定 Web server 的根目录为 home。

(1)修改 boa.conf 文件。

boa.conf 文件中的参数设置决定了 Boa 的运行,打开“/ μ CLinux—samsung/user/boa/src/boa.conf”文件,修改内容如:

(a)将 User root 改为 User 0;

(b)将 Group root 改为 Group 0;

(c)将 DocumentRoot/etc 改为 DocumentRoot/home。

(2)修改 mime.types 文件。

将 mimetypes/etc/mime.types 改为 mimetypes/home/mime.types,

将修改后的 boa.conf 和 mime.types 文件复制到“/ μ CLinux—samsung/romfs/home”目录下。

(3)修改 makefile 文件。

修改 \ μ CLinux \ dist \ vendors \ samsung \ S3C44B0x \ 目录下的 makefile 文件。在 ROMFS—DIRS=bin dev etc home lib mnt proc user var 的后面增加 home/web home/web/cgi—bin。修改完编译内核,在生成的根文件系统/ μ CLinux—samsung/romfs 中增

加了一个/home/cgi-bin目录。最后将#addtype application/x-httpd-cgi前面的#去掉使系统支持CGI方式。

(4)设置默认首页和CGI程序目录。

WWW默认首页为:\home\index.http;CGI程序目录为:Scriptalias/cgi-bin/home/web/cgi-bin/。

(5)重新编译内核。

编译时,选择Boa选项,将编译好的内核下载到开发板上。启动 μ CLinux,设置具体的IP地址,启动Boa Web server即可从IE浏览器中登录粮仓温湿度监测系统主页。

1.4 编写CGI应用程序

本系统在 μ CLinux操作系统下,采用了CGI技术更新网页内容。CGI(Common Gateway Interface)是外部应用程序与WWW交换的一种标准接口^[7]。按照CGI标准编写的外部应用程序能够处理客户端浏览器中输入的数据,完成客户端与服务器端的信息交互,实现动态更新网页内容^[8]。CGI应用程序与服务器之间通过QUERY_STRING环境变量、命令行参数和标准输入等方式进行通信^[9]。www浏览器、Boa服务器与CGI应用程序之间的工作流程如图2所示。

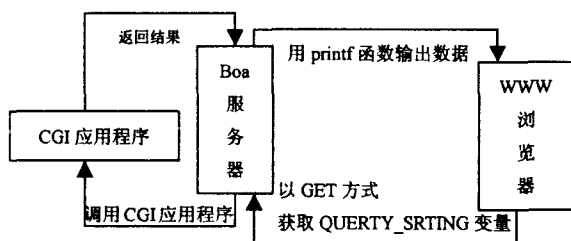


图2 CGI工作流程

CGI应用程序与Boa服务器之间进行数据交换分两步设计:

(1)设置静态表单属性。

用HTTP语言编写静态网页脚本,并以表单形式提交数据。为了使表单中的数据能够传递给CGI应用文件,必须将表单的Active属性设置为CGI应用文件名,Method属性设置为Get方式。这样,表单中的数据就被保存到环境变量QUERY_STRING中,以便CG应用文件获取^[10]。例如,在查询粮仓温湿度页面(文件名为index.html)表单中,输入粮仓嵌入式设备编号,按“确定”按钮提交数据。index.html文件代码如下:

```

<FORM METHOD=GET ACTION="/cgi-bin/cgitech">
<P>输入需要查询粮仓嵌入式设备编号,并单击“确定”查看
<INPUT NAME="sam" SIZE="6">
  
```

```

<INPUT TYPE="SUBMIT" VALUE="确定">
  
```

```

</FORM>
  
```

将index.html文件保存到\ uCLinux - disk \ romfs \ home \ 目录中,其中cgitech为服务器端CGI应用文件名,用来处理客户端发出的请求。

(2)编写服务器端CGI应用程序。

嵌入式服务器端CGI应用文件(例如:cgitech)可以选用C语言编写,经编译生成可执行文件后存放在\ uCLinux - disk \ romfs \ home \ cgi - bin \ 目录里。C程序通过调用Getenv函数获取环境变量中的数据,然后再对数据进行处理,最后利用printf函数将处理过的数据直接重定向到表单中。例如:cgitech程序的功能是在表单中显示对应粮仓嵌入式设备温湿度数据,程序代码为:

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(void)
{ char *data;
  long m;
  printf("<TITLE>温湿度嵌入式设备状态</TITLE>");
  printf("<H3>粮仓温湿度</H3>");
  data=getenv("QUERY_STRING");
  printf("<P>温度是:%ld度,湿度是%ld度。",readtemp1(data),
    readtemp2(data));
  return 0;
}
  
```

其中的readtemp1()是读取温度输出的函数,readtemp2()是读取湿度输出的函数。

(3)编译内核并下载。

在cygwin下使用arm-elf-gcc对该cgitech源程序进行编译,获得cgitech.exe,将该程序复制到\ μ CLinux - dist \ romfs \ home \ cgi - bin \ 目录下,确保前面的表单页面文件index.html位于\ μ CLinux - dist \ romfs \ home \ 目录里。编译内核并下载。

2 结束语

详细介绍了以S3C44B0微处理器+ μ CLinux+Boa Server为开发平台的硬件结构及服务器配置,实现了远程监测嵌入式设备的功能,用户通过浏览器可以查询嵌入式设备采样数据、工作状态或对嵌入式设备进行某种操作,它具有监测能力强、可靠性高和扩展性强等优点。

参考文献:

[1] 李玉峰,李玉宝. Lonworks技术在温度控制系统中的应用

(下转第219页)

利用蚁群聚类算法 LF^[9]对上数据源进行测试,当采用参数:蚂蚁数目 40,迭代次数 40, $\alpha = 0.2$, $k_1 = 1.3$, $k_2 = 1.4$ 时,相应的聚类结果如图 4 所示,其中图 4 横轴 x 为 LF 算法中网格内二维点的横坐标值,纵轴 y 为该点的纵坐标值。由图 4 可以看出,采用 LF 算法进行聚类其效果并不佳,它将数据源中 4 类数据划分成了 3 类,这主要由蚂蚁移动的随机性所致,为此有必要考虑算法的改进问题,此即为下一步目标。

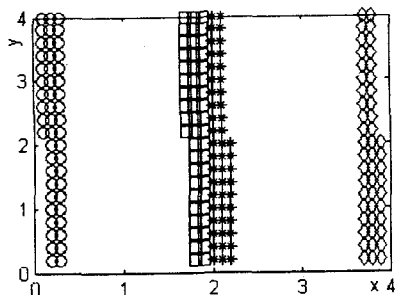


图 4 LF 作用后

5 结束语

从蚁群聚类数据源产生需求出发,利用 Matlab 当前最新版 R2008a 对 .Net 的强大功能支持,结合 C# 被广泛应用的背景,通过二者的混合编程方式实现了随机向量的动态生成和存储,并通过 LF 算法对产生的数据源 G 进行处理,从而说明该方法产生的数据源是

有效的。其为蚁群聚类算法改进提供了数据源,也为随机向量的产生提供了一种适用设计方法。

参考文献:

- [1] 孟繁娟,杜永平. VB 和 Matlab 混合编程方法 - MatrixVB [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(5): 76 - 78.
- [2] 熊 凌. 基于 .net 的 Matlab 网络动态数据交换的研究与实现 [J]. 微计算机信息, 2005, 20(8): 31 - 33.
- [3] 张建华,赵东东,江 贺,等. 一种基于信息素的蚁群聚类算法 [J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(3): 157 - 159.
- [4] 赵伟丽,孙艳蕊,张志国,等. 基于信息熵的蚁群聚类算法的改进 [J]. 沈阳化工学院学报, 2005, 19(4): 296 - 300.
- [5] Kanade P M, Hall L O. Fuzzy Ants as a Clustering Concept [C]// NAFIPS 2003, 22nd International Conference Proceedings. Chicago: North American Fuzzy Information Processing Society, 2003: 227 - 232.
- [6] 马荣国,李平凡. Matlab 接口技术及仿真随机数的生成 [J]. 长安大学学报, 2003, 23(6): 111 - 114.
- [7] 朱晓玲,姜 浩. 任意概率分布的伪随机数研究和实现 [J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(12): 116 - 118.
- [8] Phan J. Matlab C# Book [M]. America: Colorado State University LePhan Publishing, 2004.
- [9] Vazine A, Decastro L, Hruschka E, et al. Towards improving clustering ants: An adaptive ant clustering algorithm [J]. Informatica, 2005, 29(2): 143 - 154.

(上接第 212 页)

- [3] Wolfson Microelectronics plc. AC'97 Audio and Touchpanel CODEC WM9712L [S]. Edinburgh, United Kingdom: [s. n.], 2003.
- [4] 於少峰,严菊明,胡 晨. 基于 AC97 标准的嵌入式音频系统设计与实现 [J]. 电子器件, 2004, 27(4): 733 - 736.
- [5] 凌 杰,曹 强. 基于 IntelXscale 的嵌入式音频系统的研究与实现 [J]. 嵌入式应用系统, 2006, 5(2): 11 - 13.
- [6] Rubini A. Linux Device Drivers 3rd Edition [S]. Sebastopol, Calif., USA: O'Reilly Press, 2005.
- [7] 李英伦,杜 旭,项 杰. 基于 IntelXscale 和嵌入式 Linux 的视频模块设计与开发 [J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(9): 2282 - 2284.
- [8] 肖文鹏. Linux 音频编程指南 [S/OL]. 2004 - 02. <http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/1-audio/index.html>.
- [9] 黄晓峰. 多功能芯片驱动设计与实现 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.

(上接第 215 页)

- [J]. 天津科技大学学报, 2004, 19(1): 11 - 14.
- [2] 付保川,班建民,陆卫忠. 基于嵌入式 Web 的远程监控系统设计 [J]. 微计算机信息, 2005, 21(7): 58 - 60.
- [3] 马忠梅,徐英慧,叶勇建,等. AT91 系列 ARM 核为控制器结构与开发 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [4] 周立功. ARM 嵌入式系统软件开发实例 (一) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [5] 李善姬,朴相范,金弘哲. 粮食温度无线检测系统设计 [J]. 微计算机信息, 2005, 21(10): 93 - 94.
- [6] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [7] 周小兵. 嵌入式系统 Internet 方案的设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2004.
- [8] 罗淳榕,秦现生,马新刚. 基于 CGI 的嵌入式远程控制系统 [J]. 测控技术, 2006, 25(8): 50 - 52.
- [9] 王彦丽,陈 明,陈 峰,等. 基于 Web Services 企业应用集成的设计与分析 [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9): 212 - 215.
- [10] 韩树人,周贤娟. 基于嵌入式 Web 服务器的远程实时数据采集 [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(1): 206 - 209.