

嵌入式 Web 服务器在智能家居控制系统的实现

赵建华, 师振伟

(西安工业大学 电信学院, 陕西 西安 710032)

摘要:智能家居控制系统是通过计算机技术、网络技术以及控制技术实现的室内家居进行实时控制的系统。嵌入式 Web 服务器在智能家居控制系统中具有核心控制作用, 用户通过互联网登陆 Web 服务器对家居进行远程监控。文章主要介绍基于 S3C2440 进行智能家居控制系统的 Web 服务器实现方法, 系统基于 S3C2440 和嵌入式 Linux 操作系统制作, 以 Web 编程 (CGI) 为核心技术, 目的是实现一个简易的网络控制系统, 能够使用户通过 Web 浏览器和嵌入式硬件进行交互。本系统原理简单, 易搭建, 通用性好, 经修改完善后可用于实际项目。

关键词:智能家居; Linux 操作系统; Web 服务器; CGI

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)03-0164-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.03.041

Realization of Embedded Web Server in Smart Home Control System

ZHAO Jian-hua, SHI Zhen-wei

(Electronic and Information Engineering Institute, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: Smart home control system is the indoor household real-time control system through the computer technology, network technology and control technology. Embedded Web server plays a core role in smart home control system. The user can remotely control the household through the Web server on Internet. It mainly introduces the realization method of the Web server in the smart home control system based on the board of S3C2440. This system is based on S3C2440 and embedded Linux operating system made by Web programming (CGI) as the core technology, made to realize a simple network control system. The user can interact with embedded hardware through the Web browser, this system has simple principle and excellent versatility, easy to build, can be used to improve the actual project after modification and improvement.

Key words: smart home; Linux operating system; Web server; CGI

0 引言

由于计算机网络和现代通信技术的不断发展, 使得人们对生活质量的要求不断提高。家庭智能化已经越来越受到人们的青睐。智能家居是信息时代带给人们的一个高科技产物, 是人们追求高质量生活状态的一个必然要求, 智能家居将是未来生活的一个不可或缺的生活需求, 同时也具有更为广阔的市场前景, 智能家居发展的同时也会大力推进推动物联网发展^[1]。

智能家居网络系统功能是双向的: 一方面用户可以通过家庭内部设备采集室内温湿度数据, 以及家电, 防盗门窗等设备状态, 通过互联网对家庭内部各个

设备进行控制查询, 也可以对室内外进行视频监控; 另一方面当室内出现温湿度过高或者有非法闯入等非正常信号时, 室内设备可以及时触发报警装置, 能够最大程度地减少家庭用户的经济损失^[2]。从功能的角度来说, 实现家庭智能化将是未来发展的一个趋势。

1 智能家居控制系统设计

智能家居控制系统在整个智能家庭网络系统中既可以起到核心的管理控制作用, 又能够与外部进行网络通信。该系统在家庭内部通过家庭管理平台管理控制各个子系统, 对各个子系统进行连接管理; 同时系统可扩展各种物理接口, 能够对家庭内部和外部网络进行数据交换。因此在硬件结构设计上, 智能家居控制系统一方面为家庭内部提供通信接口, 主要完成对家庭设备的数据信息采集、处理、控制和调节; 另一方面也为外部提供网络接口, 实现家庭内部各个子系统和外部网络的连通, 用户可以通过互联网等方式访问家庭内部各个子系统, 对家庭内部各个子系统网络进行控

收稿日期: 2012-05-30; 修回日期: 2012-09-02

基金项目: 陕西省教育科研项目基金、西安工业大学校长基金 (XAG DJJ1013)

作者简介: 赵建华 (1958-), 男, 北京人, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为信号传输与信息处理、智能信号控制; 师振伟 (1986-), 男, 河南濮阳人, 硕士研究生, 研究方向为控制工程、嵌入式信息处理与控制。

制^[3]。智能家居控制系统整体的硬件结构图如图 1 所示:

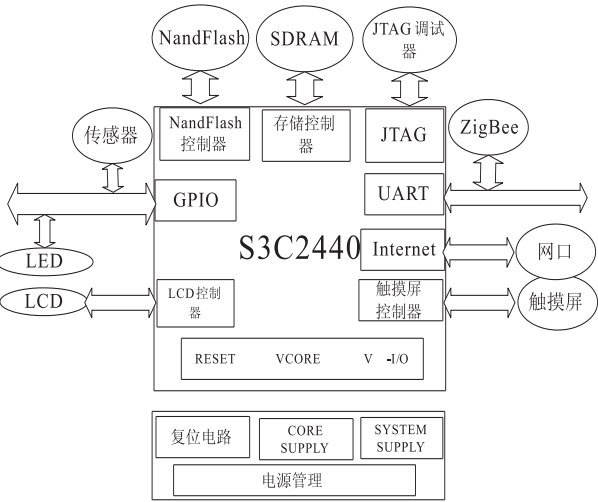


图 1 智能家居控制系统硬件结构图

系统选择 ARM9 S3C2440 芯片作为核心处理芯片。S3C2440 微处理器是一款由三星公司为手持设备设计的低功耗、高集成度的基于 ARM920T 核的微处理器,S3C2440 能够完成处理和支持整个系统的功能需求,对家庭子系统数据的采集、处理,同时能够让控制命令实时发出^[4]。从结构图上来说,处理器处于整个控制系统的核心部位。系统为完成各个功能,需要辅助外围设备开发设计,主要分为电源电路、网络控制电路以及传感器设计电路等。

系统软件以嵌入式 Linux 操作系统为平台进行开发设计,嵌入式 Linux 操作系统源代码开放,在遵循 GPL 声明的前提下可以自由地修改、移植,为系统的开发和调试带来极大的便利^[5],同时它内核小、功能强大有助于监测设备的任务调度。

2 嵌入式 Web 服务器的搭建

系统基于嵌入式 Linux 操作系统进行软件的开发,系统的整体软件结构控制图如图 2 所示:

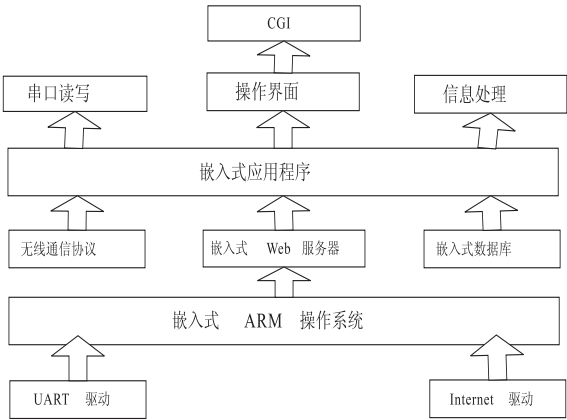


图 2 系统软件控制结构图

在系统软件结构图中可以看出嵌入式 Web 服务

器在整个控制系统中处于核心地位,Web 服务器在系统中的开发也将具有重要作用。Web 服务器的开发基于嵌入式 Linux 操作系统,在硬件平台上对操作系统进行裁剪移植,完成底层驱动的开发。

系统采用的 Web 服务器是 Boa 服务器,Boa 服务器是一个小巧高效的 Web 服务器,是一个运行于 unix 或 Linux 下的,支持 CGI 的、适合于嵌入式系统的单任务的 http 服务器,源代码开放、性能高。它比其他传统的 Web 服务器优越的是它具有很高的 HTTP 请求处理速度和效率。当有连接请求到来时,通过建立 HTTP 请求列表来处理多路 HTTP 连接请求,同时它只为 CGI 创建新的进程,这样就在最大程度上节省了系统资源^[6]。Boa 服务器全部代码大约有 60Kb,因此在嵌入式系统中它具有很高的应用价值。

服务器的移植分为两个部分:一个是在 x86 平台的移植,即是在虚拟机的 Linux 上;另外一个是在 ARM 平台上的移植。

首先从相关网站下载 Boa 服务器压缩包,然后在虚拟机 Linux 下解压,解压软件包,安装源代码:

```
$ tar xzvf boa-0.94-13.tar.gz - C /
```

将文件解压到根目录下,进入 src 目录,编译源代码。解压后 src 目录下有 Makefile.in 文件,但没有 Makefile 文件,为了编译源代码,需要先生成 Makefile 文件,在 src 目录下运行 configure 命令即可。

```
$ ./configure
```

```
操作完成后,通过 vi 编辑器修改 Makefile 文件,将  
CC=gcc  
CPP=gcc - E
```

改为:

```
CC=arm-linux-gcc  
CPP=arm-linux-gcc - E  
#make  
#arm-linux-strip boa
```

最后将电脑中的/etc/mime.types 文件拷贝到开发板的/etc 目录下,Boa 服务器移植成功,同时要正确设置文件的访问权限^[7]。

3 CGI 程序的开发

CGI 是“公共网关接口”(Common Gateway Interface)的简称,是 Web 服务器和主机应用程序之间进行信息交换的一种接口标准或规范。通过 CGI,Web 服务器可以激活一个应用程序,同时将用户提交的数据传递给这个程序^[8]。随后,又可将该程序的响应(输出)返回给浏览器。CGI 的工作原理如图 3 所示。

CGI 标准:CGI 程序是通过标准输入(STDIN)或环境变量来得到服务器的输入信息,并通过标准输出

(STDOUT)向服务器输出信息。CGI 是通过向服务器提交 HTML 文档中的 FORM 表,向服务器发出 HTTP 请求(CGI 请求)。

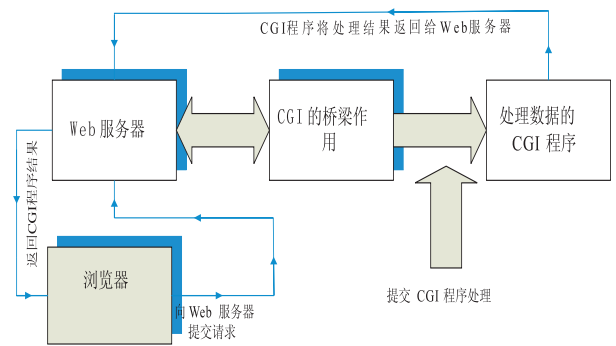


图 3 CGI 工作原理图

外部 CGI 程序通过环境变量、命令行参数、标准输入输出与 Web 服务器进行通信。

环境变量对于 CGI 相当重要,所有信息都要通过环境变量和 CGI 联系。服务器与 CGI 程序交换信息的协作方式是通过环境变量实现。表 1 列出了常用的环境变量,当通过浏览器访问 Web 服务器时所发出的请求一般是不同的,而环境变量保存着这些信息,通过 CGI 程序访问这些环境变量,就能正确处理客户端与服务器之间传送的数据。

表 1 常用 CGI 环境变量

与请求相关的环境变量	REQUEST_METHOD QUERY_STRING CONTENT_LENGTH CONTENT_FILE PATH_INFO PATH_TRANSLATED SCRIPT_NAME	服务器与 CGI 程序之间的信息传输方式采用 GET 时所传输的信息 STDIO 中的有效信息长度使用 WindowsHTTPd/WinCGI 标准时,用来传送数据的文件名路径信息 CGI 程序的完整路径名所调用的 CGI 程序的名字
与服务器相关的环境变量	GATEWAY_INTERFACE SERVER_NAME SERVER_PORT SERVER_SOFTWARE	服务器所实现的 CGI 版本服务器的 IP 或名字主机的端口号调用 CGI 程序的 HTTP 服务器的名称和版本号
与客户端相关的环境变量	REMOTE_ADDR REMOTE_HOST ACCEPT ACCEPT_LANGUAGE FORM	客户机的主机名客户机的 IP 地址列出能被请求接受的应答方式表明客户机可接受语言的 ISO 代码列出客户机的 Email 地址

命令行参数:命令行参数一般存在于 HTML 文档中。

标准输入和标准输出:它们是两个预定义的流或文件句柄,在激活具有 POST 方法的 CGI 程序时,CGI

程序通过标准输入流和有关环境变量来获取客户端传输数据;采用 GET 方式时,CGI 程序不使用 STDOUT 而直接通过环境变量获取客户端传输数据^[9]。当 CGI 程序要返回处理结果(一般为 HTML 文档)给客户端时,它通过标准输出流将该结果数据传递给服务器守护进程。

4 智能家居控制系统 CGI 控制程序的设计

智能家居控制系统中,CGI 程序的调用是嵌入在 Web 的 HTML 中。对 CGI 的程序调用有三种:表调用、超链接调用、SSI 调用。该系统调用 CGI 程序的方法是第一种,表调用,也就是 FORM。

用户填完表单并单击了提交(SUMMIT)按钮后,Web 浏览器先进行 URL 编码,编码方式如下:

变量名 1=变量值 1& 变量名 2=变量值 2& 变量名 3=变量值 3&……

编码过程中,“变量名”就是表单元素中的 NAME 属性值,“变量值”是用户在相应输入框中所输入的数据或者是用户所选择的数据(就是 CHECKBOX, OPTION 中的 VALUE 值)。编码完成后 Web 浏览器将表单数据传送给 Web 服务器。Web 服务器本身并不处理数据,而是先通过 CGI 传送给 CGI 应用程序,用 CGI 应用程序来处理这些数据,CGI 应用程序回传给服务器,服务器将结果返回给浏览器^[10]。整个过程已在 CGI 的工作原理图中进行了清晰的表示。

CGI 程序必须具有以下三个标志:第一个是 Content-type,表明设定输出数据为 MIME 输出类型, MIME 输出类型用来定义 Web 浏览器接收和 Web 服务器传送的信息类型,使用 Content-type:text/html;第二个是 Location,表明输出的文档名称;第三个为 Status,是 HTTP 的状态码,Status 必须占一行。这三个标志所在的行之后必须有一个空行“\n”,空行用来将头部信息与信息体分开,只有这样 Web 服务器才能解释 CGI 产生的文档结果。

智能家居控制系统的 CGI 程序主要分为两部分:输入部分和输出部分。

输入部分主要指的是 Web 浏览器对 Web 服务器提交的程序,主要包括以下几个内容:

1. CGI 程序从 CGI 环境变量 REQUEST_METHOD 中获取 CGI 程序的提交方式;提交方式主要有 POST 和 GET 两种;

2. 根据提交方式取出变量名和变量值,环境变量为 CONTENT-LENGTH,设置提交方式为 POST,是从标准输入输出中读取相应的字符串;

3. 根据 CGI 编码规则取出字符串中的数据(变量名和变量值对)。

当服务器接到 CGI 输入部分后,得到所有的变量名和变量值对,然后对 CGI 程序输出。

输出部分主要完成以下几个内容:

1. 输出的信息体前加上一个头部信息,该头部信息由若干行 ASCII 文本构成。在 CGI 程序中加入 `printf("Content-type:text/html\n\n")`,表示返回 HTML 文档。因 Web 服务器需在实际的文本信息开始前先看见一个空行,所以这个头信息中有 2 个换行符;

2. 对 CGI 应用程序的调用,在智能家居控制系统中主要对 LED 程序的调用,在实验结果中完成远程对家庭内部 LED 控制;

3. 输出 CGI 程序的执行结果。

智能家居控制系统中,CGI 程序的执行结果有两个部分:登陆部分以及控制部分。在登陆部分中,用户远程登录智能家居控制服务器,输入用户名以及用户密码,正确则登录到家庭控制系统的内部,对家庭内部设备进行控制 and 处理;错误则无法登陆。控制部分主要包括对家庭内部设备的开关控制。

CGI 程序编写完成后,在 PC 机上调试完成,最后在虚拟机的 Linux 操作系统下进行交叉编译,生成 `login.cgi`,`main.cgi`,通过 USB 将生成的文件下载到 `boa.conf` 配置中所指定的 CGI 文件夹中,同时也将相应的 Html 文件和其他相关文件放到指定的文件夹中^[11]。

实验阶段将目标板与 PC 机通过网线进行网络连接,设置 PC 机 IP 地址与目标板 IP 地址处于同一网段。在 PC 机上打开浏览器,输入目标板的 IP 地址,则可以进行网络访问控制,在登陆界面中输入用户名和密码,即可登录到控制主界面,对目标板上的 LED 进行控制,完成了 Web 网页与底层硬件的交互,同时也可以通过其他智能终端通过互联网进行访问。整个智能家居控制系统设计完成,后续功能可以进一步完善和开发。

5 结束语

由于现代科技的高速发展,各种高科技终端随之

产生,智能手机、PDA、ipad 等,用户将会更加方便地远程登录智能家居控制系统 Web 服务器控制家居。同时智能家居网络系统以后将具有更为广阔的发展前景,将会推动物联网的发展。在未来几十年内智能家居将会取得长足发展,将会更加人性化、智能化,同时也会更加复杂化^[12]。文中只是研究系统中的一部分,实现了系统的部分功能,以后需要对系统进行更深入的研究。

参考文献:

- [1] 闵丽娟,卢捍华,陈玲,等.智能家居的系统结构及相关无线通信技术研究[J].计算机技术与发展,2011,21(8):169-172.
- [2] 闫哲.智能家居控制系统的设计与实现[J].自动化技术与应用,2010,29(2):93-95.
- [3] 于昕梅,彭鹤挺.智能家居控制系统设计[J].电脑开发与应用,2009,62(58):58-60.
- [4] 李海芳,潘志安,何海鹏.基于 S3C2410 的家庭网关 Web 服务器的研究与实现[J].电脑开发与应用,2010,23(1):18-20.
- [5] Furber S. ARM System-on-Chip Architecture [M]. 2nd ed. [s. l.]:Addison-Wesley Press,2000.
- [6] Doolittle L, Nelson J. Boa Installation and Usage [EB/OL]. 2006. <http://www.boa.org/documentation/>.
- [7] 蓝箭,徐亮亮.基于 CGI 技术远程网络控制方法的研究[J].仪表技术,2011,23(1):18-20.
- [8] 刘於勋,李智.基于嵌入式 Web Server 的粮仓温湿度监测系统[J].计算机技术与发展,2009,19(7):213-215.
- [9] 许世博,杨世武.嵌入式 Web 服务器在铁路信号设备监控中的应用[J].铁路计算机应用,2008,17(1):44-46.
- [10] Tanenbaum A S. Computer Networks [M]. 4th ed. America: Pearson Education,2004.
- [11] 譙倩,毛燕琴,沈苏彬.嵌入式 Web 访问控制系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2011,21(8):229-232.
- [12] 曾松伟,章云,邱伟强.基于物联网的智能家居控制系统设计[J].现代电子技术,2011,34(9):168-171.

(上接第 163 页)

计与实现研究[D].青岛:中国海洋大学,2009.

- [10] 黄琰,徐英博,朱善安.基于 GPRS 无线网络的拉床故障诊断系统[J].传感器与微系统,2010,29(3):65-67.
- [11] 彭蛔,张文普,牟宇飞.基于 ARM 的远程无线瓦斯监控

系统[J].仪表技术与传感器,2012(1):68-70.

- [12] 蒋林岑,季一木.物联网业务模型描述语言的研究与设计[J].计算机技术与发展,2012,22(2):249-252.

嵌入式Web服务器在智能家居控制系统的实现

作者: [赵建华, 师振伟](#)
作者单位: [西安工业大学 电信学院, 陕西 西安 710032](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201303043.aspx