

基于嵌入式系统的 Internet 接口开发

The Internet Interface Based on Embedded System

施卫强 吴敏 曹卫华 (中南大学 信息科学与工程学院 湖南 长沙 410083)

摘要:针对目前大部分基于单片机、DSP 和 PLC 等底层设备直接上网存在的困难,本文提出一种基于嵌入式系统的 Internet 接口实现方法,实现了低端设备与因特网的互连,为智能家电、智能大厦和远程监控等领域提供了一个经济快捷的通用接口,大大缩短了系统原有的开发周期。

关键词:嵌入式 Linux ARM9 Web 服务器 通用网关接口 (CGI)

1 引言

随着以太网在 Internet 上取得的巨大成功,其应用领域也在不断扩大,正逐渐向工业控制、信息家电、智能大厦等领域扩展。目前在以上领域中应用最多的控制器为单片机 (SCM)、DSP 等,由于这些芯片在存储容量和处理速度上的限制,所以很难实现对 Internet 的直接连接。

嵌入式系统以其体积小、功能多、支持以太网技术等优点在很多领域中被广泛应用^[1]。本系统开发的嵌入式 Linux Internet 接口充分利用以太网技术和嵌入式系统的特点,以嵌入式 Linux 作为操作系统,很好地解决了单片机、PLC 等工业底层设备上网困难的问题。由于该接口具有体积小、功能强大和使用方便等特点,因此可以应用在机顶盒、智能仪表、控制面板等设备中。

2 目标平台介绍

嵌入式系统 (Embedded System) 是以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁减,满足系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等严格要求的专用计算机系统^[1]。

本系统以 SAMSUNG 公司开发的 S3C2410 系统为目标平台。该平台使用 ARM920T 芯片作为处理器,主频最高可达 200MHZ,是 SAMSUNG 公司专门为 PDA、Internet 设备和手持设备等专门开发的微处理器。同时,该芯片还包含有 16KB 一体化的 Cache/MMU,这一特性使得开发人员能够将 Linux 和 Vxwork 移植到基于

该处理器的目标系统中。

本文采用 Linux_for_S3C2410 操作系统。它是通过裁减标准 Linux 内核而得到的,支持内存管理单元 (MMU)^[2]。此外,为了把嵌入式系统设置成网络服务器,本文还移植了一个支持通用网关接口协议 (Common Gateway Interface, CGI) 的微型 Web 服务器软件 Mini_httpd-1.19。

3 建立开发环境

基于嵌入式系统的应用开发环境一般是由目标系统硬件 (开发板) 和宿主 PC 机所构成。目标硬件开发板用于运行嵌入式操作系统和各种控制程序,而目标板所用到的操作系统的内核编译、应用程序的开发和调试则需要通过宿主 PC 机来完成 (称为交叉编译)。将嵌入式系统分别通过网线和 RS-232 串口线与主机相连,主机运行 Redhat9.0 Linux 操作系统。具体步骤如下:

(1) 在主机上利用 vi 或者 Emace 等编辑器编写基于嵌入式系统的 C 程序。

(2) 通过 arm-linux-gcc 工具对编写的 c 程序源代码进行编译、连接,从而生成可以在嵌入式系统上运行的可执行程序。

(3) 配置嵌入式系统的网络环境。首先,配置 ip 地址、网关,确保嵌入式系统可以 ping 通主机 (ifconfig eth0 192.168.0.43); 然后,在主机上建立 ftp 服务器 (/sbin/service vsftpd start); 最后,嵌入式系统通过 ftp 客户端下载主机服务器上的程序 (ftp 192.168.0.1), 并运

行该程序。

(4) 运行成功后,在主机上把前面的程序编译进内核,并随同内核一起下载到嵌入式系统的 Flash 中。

4 系统的总体设计

嵌入式系统结构如图 1 所示。嵌入式系统通过 RJ45 接口连接到 Internet 上。用户以 IE 浏览器作为客户端,通过 Internet 发送请求到嵌入式系统的 Web 服务器;然后服务器通过分析用户请求,调用相应的 CGI 程序来完成用户的请求。在 CGI 程序中,通过分析用户具体不同请求来调用相应的监控程序。监控程序通过数据采集模块来实施控制。最后 CGI 程序把监控程序的结果以网页的形式发送给用户。本文移植了一个嵌入式 Web 服务器,开发了后台 CGI 程序和相应的监控程序。

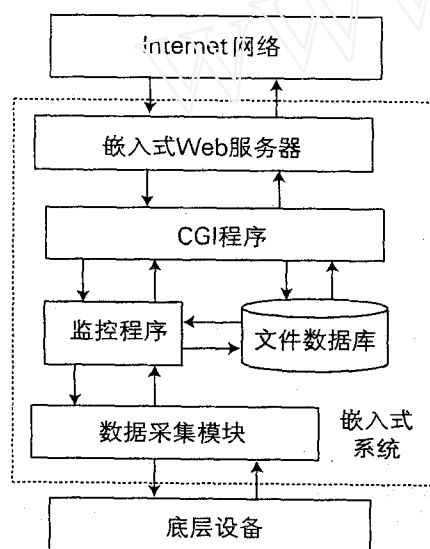


图 1 系统总体结构

4.1 Web 服务器的移植

Linux 下面的 Web 服务器有很多种,其中 Apache 就是一个非常好的 Web 服务器^[3],功能强大,安全性好。但是,由于嵌入式系统资源有限,不可能采用这么大的服务器。Mini_httpd -1.19 是一个非常微型的 Web 服务器,且仍具有功能强大、速度快的优点,非常适合作为嵌入式系统的 Web 服务器。

通过对 Mini_httpd -1.19 进行适当的裁减和修改,实现了本系统的 Web 服务器功能。具体方法如下:

- (1) cd Mini_httpd -1.19 //进入目录
- (2) vi Makefile //打开 Makefile 文件
- (3) 修改其中的编译器选择项目 CC = Arm - Linux - Gcc,保存并退出 vi
- (4) make //生成可执行文件 Mini_httpd
- (5) 通过 ftp 将生成的 Mini_httpd 文件下载到嵌入式系统中。

4.2 客户端与服务器信息交互实现

客户端与服务器之间的信息交互主要采用 CGI 程序来实现。由于嵌入式 Linux 不支持 PHP、ASP 等高级语言,所以只有采用 C 语言^[4]来编写。CGI 程序主要完成用户递交过来的请求,包括对设备的各种状态的监视、数据采集以及对系统各个管脚的控制。其工作流程图如图 2 所示。

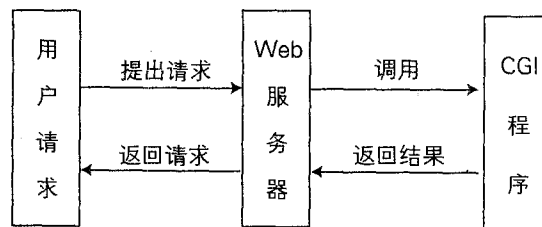


图 2 客户端与服务器端通过 CGI 程序交互

从图 2 中可以看出,CGI 程序是本文的核心部分。传统的设计方法为:服务器根据用户不同的请求设计不同的 CGI 程序来完成相应的功能。这种方法不仅使得程序容量增加,浪费了嵌入式系统宝贵的存储空间,而且使得设计的 Internet 接口不具有通用性。本文通过采用模块化编程技术来解决这个问题。即通过把 CGI 程序和控制程序分开设计,只设计一个 CGI 主程序,在 CGI 主程序中针对不同的用户请求调用相应的监控子程序来实现监控。程序流程图如图 3 所示。首先,对 Web 服务器发送过来的用户请求进行 CGI 预处理,分析出各种参数和具体请求信息,并进行身份认证。然后针对不同的用户请求,利用 vfork 函数^[5]创建子进程,并在子进程中利用 exec 函数调用相应的监控进程来处理请求。最后,CGI 程序把处理后的结果以网页的形式发送给 Web 服务器。

4.3 服务器配置及主页显示

Mini_httpd Web 服务器默认以当前目录作为根目

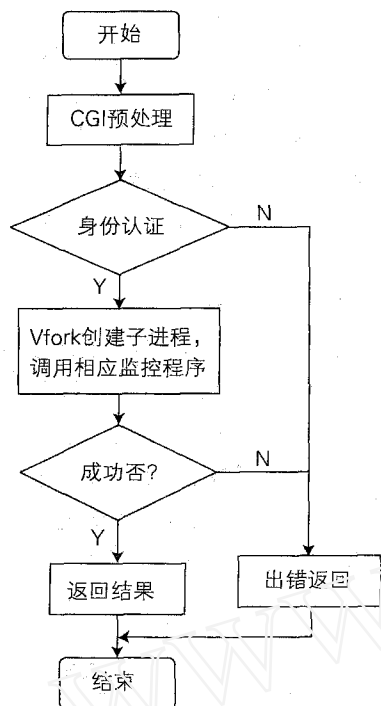


图 3 CGI 监控处理程序

录。为方便管理,设计配置文件/etc/Mini_httppd.conf 文件内容如下:

```

Port = 80 // 监听端口
Dir = /root/web // 主页所在目录
Cgipat = /root/web/cgi-bin // CGI 目录
其它配置选项参阅 Mini_httppd 的 man 文档。
  
```

采用超文本传输语言 (HTML) 编写主页 index.html, 放在 /root/web 目录下。用户在远程浏览器中输入嵌入式系统的 IP 地址后, 即可登陆到系统的主页, 如图 4 所示。主页上包含对嵌入式系统上 LED 灯的控制, 及对各个管脚信息的读取等功能。当用户需要使用监控功能时, 必须经过身份验证, 用户名和密码通过文件形式存放, 并通过对密码进行加密处理来保证系统的安全性。

用主页来显示监控画面, 不仅利用现有的 IT 技术, 节省了购买和开发监控显示软件的费用, 而且使用户不再受地域的限制。利用本系统设计的嵌入式 Internet 接口, 只需将底层设备的 I/O 端口和该嵌入式 Internet 接口的数据采集模块相连, 即可实现上网功能。

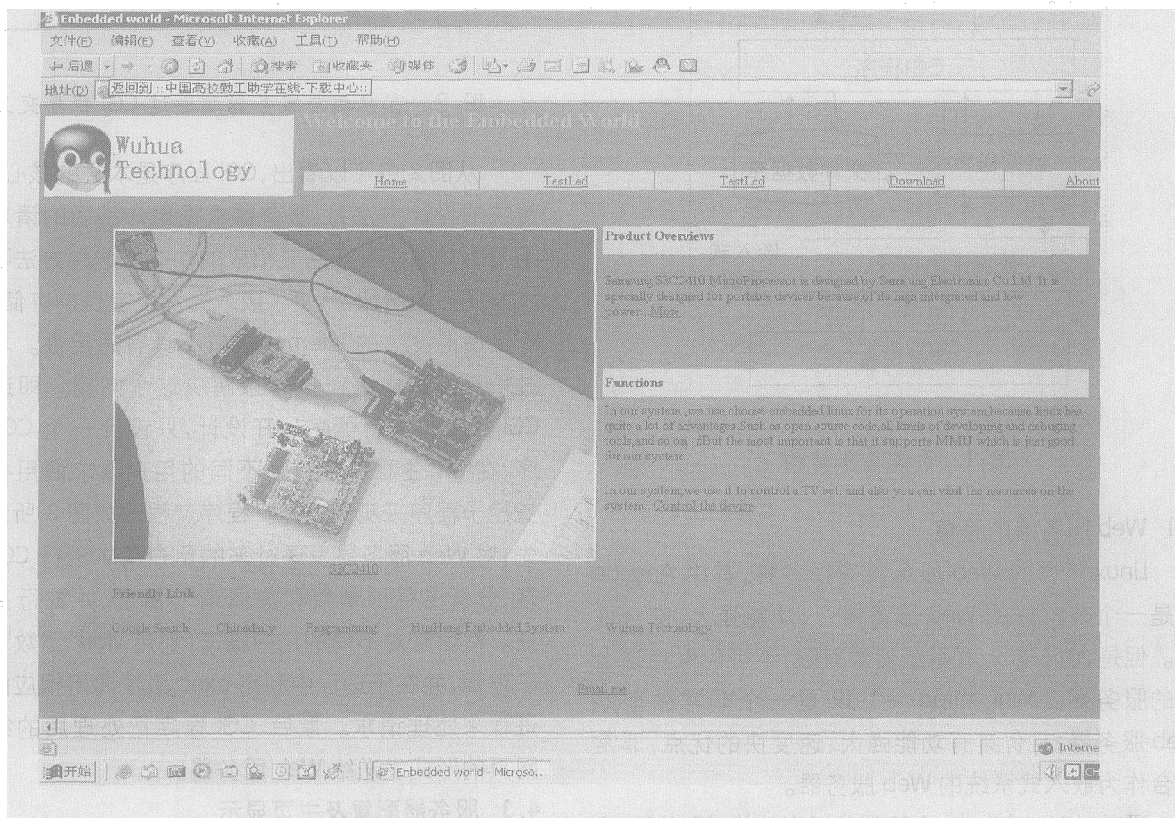


图 4 系统控制主页

(下转第 94 页)

用程序 programxml2. apsx 的源代码略。

在此例中,首先读入 XML 文件“客户.xml”的内容到数据集 DataSet 中,然后将数据绑定到 Web 控件 DadaGrid 中,最后在 Web 页面上显示。其显示效果如图 3 所示。

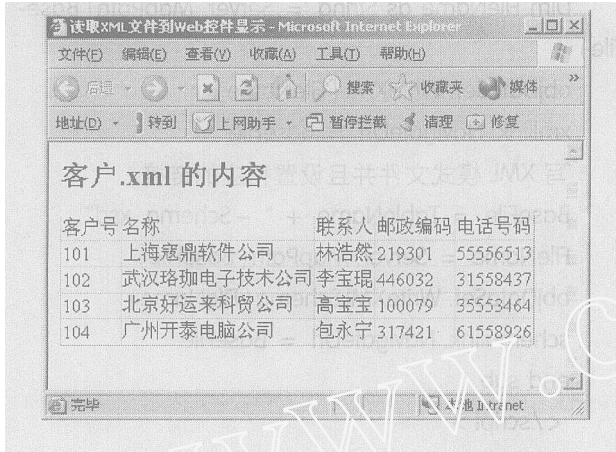


图 3 读出 XML 文件在 Web 页面上显示

5 XML 文件中读出数据到数据集,并且将数据写入数据库

从 XML 文件中读出数据到数据集,并且将数据输出到数据库。如果没有给出 XML 模式,数据集将尽力推测出数据的模式。实现此功能的应用程序为 programxml3. apsx,代码略。

6 其它 XML 数据的传送与转换

在 Web 服务应用中,ASP. NET 和 ADO. NET 一起配合使用,可以提供更广泛的应用。例如:ADO. NET 数据集 DataSet 可以将数据顺序地从 Web 服务中传入或传出。用 ASP. NET 编写的 Web 服务可以从一个调用的应用程序中接受数据集,然后处理这些数据,最后返回已经修改过的数据。

ASP. NET 的 System. Xml. Xsl 命名空间包含一些类,这些类可以通过 XSL 样式表传送 XML 数据。这些 XML 转换可以将 XML 数据从一个 XML 模式转换成另一个模式,并且能转换成 HTML 到浏览器中去显示。

ASP. NET 的另外一个类是 XmlDocument,它是 XmlDocument 的一个子类,它提供了 DOM (Document Object Model) 来存取 XML 文档。XmlDocument 通过 Xpath 语句操作 XML 数据,然后按顺序传送

到数据集中。由于篇幅关系,对这些功能的实现不做具体的讨论。

参考文献

- 1 王健兵、夏春和,基于模式的 XML 文档在关系数据库中的存储的设计[J],计算机工程与设计,2005,26(11):3024-3027。
- 2 秦杰等,XML 数据库技术研究[J],计算机科学,2003,30(8):6-9。
- 3 万淑娇等,异构数据库集成中的 XML 技术探讨[J],计算机应用研究,2004,21(1):94-97。
- 4 James Clark, et al. XML Path Language 1.0 [EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/1991/REC-xpath>, 1999-11-16/2004-08-05。
- 5 陈运海主编,ASP. NET 网页开发实用教程[M],北京机械工业出版社,2005:218-226。

(上接第 90 页)

5 总结

利用 Internet 技术和 IT 技术对传统控制领域进行革新,是市场的需求。在这个过程中,嵌入式系统以其体积小,处理能力强,支持以太网技术(Internet)和网络服务器等功能,无疑将扮演重要的角色。相信 Internet 与嵌入式系统的结合将是后 PC 时代的新的市场技术增长点。而嵌入式系统 Internet 接口的设计将大大缩短远程控制系统的开发时间,所以嵌入式系统 Internet 接口将会有更大的市场前景。

参考文献

- 1 李驹光、聂雪媛,ARM 应用系统开发详解,北京清华大学出版社,2003。
- 2 邹思轶,嵌入式 Linux 设计与应用,北京清华大学出版社,2002。
- 3 牛锦中,WWW 服务器技术——Apache 使用指南与实现原理,北京中国水利水电出版社,2002。
- 4 毛曙福,Linux C 高级程序员指南,北京国防工业出版社,2001。
- 5 李卓桓、瞿华,Linux 网络编程,北京:机械工业出版社,2000。