

嵌入式 Web 服务器在控制系统中的设计与实现^①

焦双伟, 喻金科

(南昌航空大学 信息工程学院, 南昌 230039)

摘要: 嵌入式 Web 服务器具有很好的安全性和稳定性的特点。论文实现的嵌入式 Web 服务器主要应用于控制系统中, 是根据控制系统的特点, 通过对小巧的单任务 Boa 服务器进行改进来实现的, 它具有丰富的硬件接口, 可以用来适配数据采集设备和控制设备。阐述了嵌入式 Web 服务器的硬件平台的搭建、软件系统开发、以及技术支持等方面遇到的各种问题, 完成了解决方案的设计, 实现了嵌入式 Web 服务器的基本功能。

关键词: 嵌入式 WEB 服务器, Boa, HTTP 协议, CGI S3C2440

Design and Implementation of Embedded Web Server in the Control System

JIAO Shuang-Wei, YU Jin-Ke

(Nanchang Hangkong University, Nanchang 230039, China)

Abstract: Embedded Web server has very good security and stability. The embedded web server in this paper is mainly applied in control system. It is based on the feature of control system, through to the small single task Boa server on improvement to realize. Its rich hardware interfaces can be used to adaptive data acquisition device and control equipment. This paper expounds the embedded web server hardware platform and software system development, and technical support and so on. All sorts of problems are encountered, complete the solutions to design and realize the embedded web server's basic functions.

Key words: embedded Web server; BOA; http protocol; CGI S3C2440

传统的 Web 服务器的功能只是接受请求和发送处理结果, 并不具备单独的数据处理能力。目前, web 服务器越来越多的应用于嵌入式系统, 而嵌入式系统有一个弱点, 那就是系统资源有限, 在目前的条件下, 增加系统资源是不现实的, 只能考虑如何充分的利用现有的资源, 如果在嵌入式系统中独立开发完成控制功能模块, 势必会增加系统开销, 占用更多的系统资源, 这对嵌入式系统开发是极为不利的, 所以研发一种具备特定功能的 web 服务器来解决这个问题, 已经成为 web 服务器开发的新趋势。本论文提出一种方案, 将控制模块和数据处理模块同 web 服务器结合起来, 开发出一款具有控制 and 数据处理功能的 web 服务器, 可以有效的缓解嵌入式系统资源有限的矛盾, 并且能够很好地完成控制系统的相关功能。

1 嵌入式 web 服务器设计思想

嵌入式 web 服务器有它自身的特点。首先, 嵌入式系统由于数据处理能力和存储器容量有限等外部条件的制约, 嵌入式 web 服务器不能支持占用资源太多的程序, 也对客户端的访问流量有限制, 但要能够为客户端远程访问、管理和监控设备提供必要的服务支持, 并且嵌入式的 web 服务器要做到尽可能的小。其次, 为了实现远程访问和监控设备的功能, 必须使得客户端同本地系统之间能够进行交互, 在嵌入式控制系统中, 达到这个目的最适合的方法就是采用 CGI(通用网关接口)技术。再次, 嵌入式系统对安全性能有较高的要求, 对动态应用内容的安全和验证是它必须要解决的问题。最后, 嵌入式设备大多没有硬盘, 为实现基于文件的 HTTP(超文本传输协议)协议带来

^① 基金项目:安徽省教育厅自然科学基金(2005KJ004ZD)

收稿时间:2010-11-25;收到修改稿时间:2011-01-10

很多困难，嵌入式的 web 服务器必须用辅助的软件来实现文件的映射问题。基于以上原因的考虑，嵌入式 Web 服务器必须能在嵌入式系统的制约条件下，满足管理和监控嵌入式系统的需要。因此，它应该实现 HTTP1.1 协议的标准功能，实现 HTTP 认证协议中的相关内容，并实现对 CGI 接口的支持。

2 嵌入式 Web 服务器的技术

本设计采用 HTTP 协议以及通用网关接口 CGI 技术来实现客户端浏览器、Web 服务器和 CGI 程序之间的交互工作，以此来实现动态网页的功能。浏览器、web 服务器、CGI 程序以及系统数据间的关系如图 1 所示。

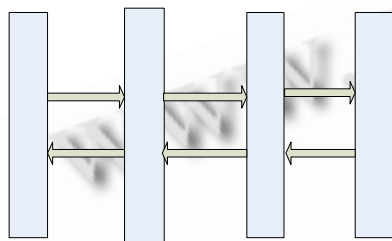


图 1 浏览器、WEB 服务器、CGI 程序间的交互关系

CGI 接口是外部 CGI 程序与 Web 服务器交互的接口标准，Web 服务器是 web 浏览器与外部 CGI 程序之间的通道；客户端浏览器通过 HTTP 协议向 web 服务器发送 HTTP 请求，外部 CGI 程序通过环境变量和标准输入与 Web 服务器通信，然后通过 API 接口采用函数调用的方法来访问系统数据，数据处理完成后，再将处理结果通过环境变量和标准输出返回给 Web 服务器；Web 服务器再将结果通过 HTTP 协议送回客户端浏览器^[1]。该过程就实现了客户端通过 web 服务器控制前端设备的功能。

3 嵌入式 Web 服务器的实现

目前，比较常用的 WEB 服务器主要有 3 个，即 Httpd、Thttpd 和 Boa，其中 Boa 是一个非常小巧的单任务 WEB 服务器，可执行代码只有 60KB 左右，源代码开放，运行速度快，系统安全性性能优秀，特别适合在嵌入式控制系统中应用，因此在本设计方案中采用基于 Boa 服务器来实现嵌入式 WEB 服务器^[2]。Boa 的执行流程图如下图 2 所示。

3.1 硬件系统的设计

硬件系统中以 S3C2440 微处理器为核心，并采用 HTTP 响应

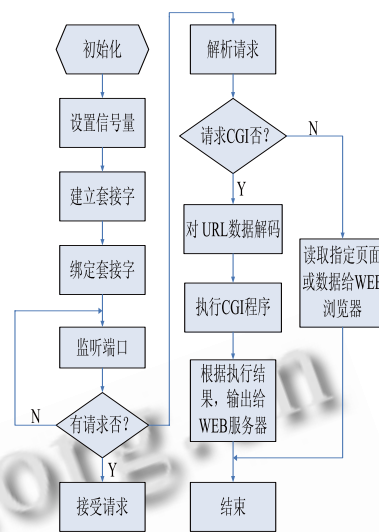


图 2 Boa 的执行流程图

专业稳定的 CPU 内核电源芯片和复位芯片来保证系统运行时的稳定性，工作频率 400MHz，扩展 64MBSDRAM 为程序运行空间，扩展 2MB NoRFlash、256MB NANDFlash 存储器用于程序和数据存储，采用 IMP706 芯片作为系统硬件看门狗极大地提高了系统可靠性，该系统提供了丰富的接口资源来适配不同工业数据采集和控制设备，其中有一个百兆的以太网 RJ-45 接口(采用 DM9000 网络芯片)实现同互联网的连接，提供 SD 卡接口方便数据的移动存储。硬件平台设计框图如图 3 所示。

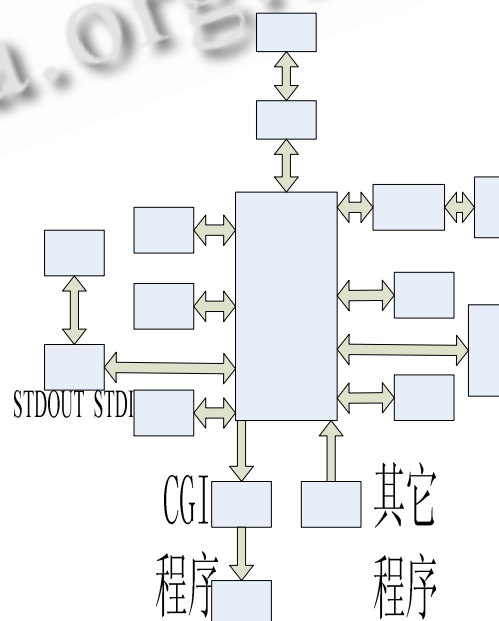


图 3 嵌入式 Web 服务器硬件系统结构图

3.2 系统软件设计

根据嵌入式 web 服务器的技术要求和实现特点, 在本论文中提出了一种实现嵌入式 web 服务器软件系统的设计方案, 该方案由以下三个模块组成, 即守护模块、消息头处理模块、请求处理模块。各模块间的关系以及数据的处理流程如图 4 所示。

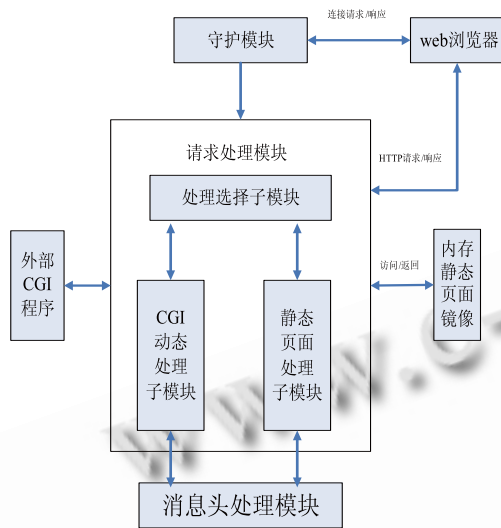


图 4 改进后的 Web 服务器 boa 软件系统结构图

(1) 守护模块: 该模块主要用来完成系统的初始配置、服务器初始化、系统设备初始配置和被动连接建立等功能。它首先读取内存中的各种配置文件, 完成初始化工作, 创建环境变量, 设置系统信号量。然后创建监听进程, 接收连接请求并创建新任务。最后该模块检测各连接状态, 如产生错误, 则关闭连接或重启服务器。

(2) 消息头处理模块: 根据请求处理模块传递来的不同的请求头, 按照 HTTP1.1 协议要求进行处理, 并将处理结果返回给请求处理模块。

(3) 请求处理模块: 该模块主要用来接受和解析 HTTP 请求、进行授权认证、选择处理模块、生成响应信息和发送响应。它又可细分为 3 个子模块, 即处理选择子模块、CGI 动态处理子模块和静态页面处理子模块。处理选择子模块: 它首先为本连接创建连接、请求和响应结构体, 并为连接创建私有环境变量和超时计时器。然后它接收、解析客户端的数据, 并将合法的请求信息填入请求结构体, 并根据请求结构体中的信息进行授权认证, 根据 URL 选择 CGI 动态处理

子模块或静态页面处理子模块进一步处理请求。最后将处理结果按照 HTTP1.1 的要求发送给客户端浏览器。CGI 动态处理子模块: 根据已解析的 HTTP 请求, 首先调用消息头处理库模块的函数处理请求, 初始化并填写 CGI 环境变量。然后执行 CGI 函数, 等待执行结果。最后根据 CGI.1 规范解析返回的结果, 将生成的响应信息填写在响应结构体中返回给处理选择子模块。静态页面处理子模块: 根据已解析的 HTTP 请求, 首先调用消息头处理库模块的函数处理请求。然后查询内存中的静态页面镜像, 将生成的响应信息填写在响应结构体中返回给处理选择子模块。

3.3 嵌入式 Web 服务器的配置和移植

为了能使设计好的嵌入式 web 服务器能够在硬件系统上运行, 需要对其运行环境、参数等进行设置, 并且把相关的配置文件、CGI 程序以及 html 文件放在系统对应的文件中, 然后把 boa 服务器添加到系统自动启动的服务中, 在这些工作完成以后, 再通过镜像制作工具生成镜像文件, 并把该镜像文件下载到嵌入式系统的 flash 存储器中, 然后重启系统, 嵌入式 web 服务器就可以自动运行了^[3]。

4 结语

至此该论文已经实现了嵌入式 web 服务器的基本功能, 后续开发人员可以根据自己的需要开发扩展的应用程序来实现具体的控制功能, 该 web 服务器已经应用在智能家居的控制系统当中, 事实上也证明了嵌入式 web 服务器的优势, 其稳定性和安全性是一般 web 服务器所无法相比的。

参考文献

- 1 王国涛, 杨晋生. 基于 ARM 的嵌入式 web 服务器的研究与实现[硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2007.
- 2 杨兴伟. 基于 ARM-LINUX 的嵌入式 web 服务器的设计. PLC&FA, 2010.4:83-85.
- 3 黄红燕, 侯彤璞. 基于 ARM 的 web 服务器的设计与应用. 计算机与数字工程, 2010.(4):157-159.
- 4 孙纪坤, 张小全. 嵌入式 LINUX 系统开发技术详解. 北京: 人民邮电出版社, 2006.12.
- 5 Lupa. LINUX 软件工程师(C 语言)实用教程. 北京: 科学出版社, 2009.
- 6 Comer DE. Internet working With TCP/IP, Vol1:Princip ls, Protoce ls and Architecture, 2nd edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.