

# 基于嵌入式 Web 服务器寻星仪监控系统的设计

汪 鹏

(南京邮电大学 通信与信息工程学院,江苏 南京 210000)

**摘 要:**现代卫星通信和计算机技术发展迅猛,卫星通信业务的需求也越来越大。嵌入式系统是现代通信网络技术的重要平台,越来越多的基于嵌入式 Web 服务器的监控系统被开发。嵌入式 Web 服务器监控系统具有许多优点,如:结构简单、功耗低等。把嵌入式设备接入互联网可以实现方便、实时地通过网络监控设备的工作状态,再将数据以直观、形象的网页方式显示在 PC、PDA、Phone 等设备上,不需要专门的应用软件。针对卫星寻星仪监控系统所使用的 ARM9 系列芯片,在控制板硬件移植了 Linux 操作系统,在监控系统内设置合适的应用层 Web 服务器,并通过 Ajax+CGI+Boa 的方式实现以网页监控卫星寻星仪。实验结果表明,用户在终端浏览器上输入网址进行访问,就可以对便携式卫星寻星仪进行实时、方便的监控。

**关键词:**便携式卫星寻星仪;嵌入式 Web 服务器;B/S 架构;Boa

**中图分类号:**TP302

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2017)04-0150-03

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2017.04.033

## Design of Satellite Finder Monitoring and Control System with Embedded Web Server

WANG Peng

(College of Telecommunications and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210000, China)

**Abstract:** Modern satellite communications and computer technology have developed rapidly, so the demands for satellite communications business are becoming larger and larger. Embedded system is an important platform of modern communication network technology, and more monitoring systems based on embedded Web server have been developed which are endowed with diverse advantages, such as simple structure, low power consumption and so on. The embedded devices connected to internet can make real-time monitoring operation of relevant equipment easy convenient by which data can be displayed with PC, PDA, mobile phone and other instruments without special operation software. Linux operating system is embedded on ARM9 chip of the satellite finder monitoring system investigated. The appropriate application layer Web server is installed in the monitoring system, by which satellite finder can be monitored on Web pages via satellite Ajax+CGI+Boa manner. Experimental results indicate that monitoring function can be achieved conveniently and easily after input of URL on browser to access portable satellite finder.

**Key words:** portable satellite star finder; embedded Web server; B/S architecture; Boa

## 0 引 言

随着互联网<sup>[1]</sup>的不断发展和广泛应用,人们获取信息的主要方式也变成了网页形式,而今许多国内外厂商研制的卫星寻星仪产品,大多数都是采用 C/S(客户端/服务器)模式,需要定制专门的监控软件。因此,越来越多的客户希望通过网页的方式进行操作,而这种方式正是通常所说的 B/S(浏览器/服务器)模式。客户通过终端上浏览器,比如:IE、Google、360 等。

在地址栏输入 URL(统一资源定位符)后连上服务器,提供 Web 服务的服务器就会将存储在其上的资源发送给浏览器,浏览器将资源以网页的形式展现出来。

在现代社会中,这种 Web 服务器<sup>[2]</sup>模式和美观的网页设计技术也在嵌入式系统中得到了广泛应用,用于对其他设备的管理、监视和控制<sup>[3]</sup>。为此,结合目前广泛使用的 ARM 芯片,提出一种卫星寻星仪基于嵌入式 Web 的实现方案。它采用嵌入式 Linux 操作系

收稿日期:2016-05-23

修回日期:2016-09-08

网络出版时间:2017-03-07

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61271234)

作者简介:汪 鹏(1990-),男,硕士研究生,研究方向为卫星通信技术;导师:谢继东,博导,研究方向为卫星通信技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170307.0921.044.html>

统,源代码开放,应用丰富,内嵌嵌入式 Web 服务器,可实现对卫星寻星仪状态信号的采集、控制。

1 系统平台

系统为一个便携式卫星寻星仪监控系统的 Web 监控系统,包括 Web 服务器、数据处理单元、传输网络、数据库、监控终端等几个功能模块<sup>[4]</sup>。

监控终端采用 PC 或者手机等移动设备,设备上的浏览器工作在 TCP/IP 协议的应用层,使用 Http 协议进行通信。它可以向服务器发送监控命令或者从服务器获得卫星寻星仪的状态。数据传输部分可以采用两种方式:如果监控终端为 PC 机,将用一根网线将服务器和 PC 机连接起来,实现点对点通信;如果采用的是手持移动终端,可以利用无线射频模块组建的局域网,通过 Wifi 通信来实现数据传输。数据处理模块采用 Atmel AT91SaM9G45 微处理器<sup>[5]</sup>,其主要功能是运行伺服控制程序和 CGI(Commom Gateway Interface)程序。数据库主要用来存储对星的参数。

该系统采用 SQLite 轻型数据库<sup>[6]</sup>,CGI 程序利用它提供的 API 函数完成数据库的查询、插入和修改等常用功能。图 1 为系统的工作流程。

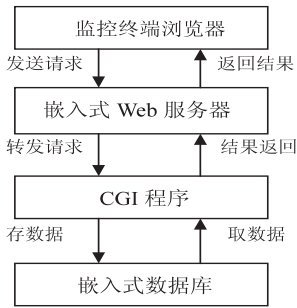


图 1 系统工作流程

2 Web 服务器的选择

一般而言,嵌入式设备上的资源都是有限的,并且不能同时处理很多用户的请求,所以对于嵌入式设备有专门的嵌入式 Web 服务器。这些服务器自身占用存储空间都很小并且运行时所占用的空间也非常小,十分适合嵌入式的应用场合。常见的嵌入式 Web 服务器<sup>[7]</sup>有: Lhttpd、Thttpd、minihttpd、Shttpd、appweb、mathopd 和 Boa 等。

Lhttpd 是由德国人领导的开源 Web 服务器软件,其根本目的是提供一个专门针对高性能网站,安全、快速、灵活并且兼容性好的 Web Server 环境,并且还具有模块丰富、内存开销低、CPU 占用率低、效能好等特点。Lhttpd 是轻量级的 Web Server 中较为优秀的一个,它支持 FastCGI, Auth, 输出压缩, URL 重写, Alias, CGI 等功能。

Thttpd 是 ACME 公司设计的一款开源的比較精巧的 Web 服务器,是一款小巧、简单、快速、易移植和安全的 HTTP 服务器;Thttpd 也是一个非常小巧的轻量级 Web Server,仅仅 400 k 左右,非常简单,对于并发请求不是用 fork()来派生子进程处理,而是采用多路复用(Multiplex)技术去实现,因此效能很好。此外,Thttpd 全面支持 HTTP 1.1 协议(RFC 2616)、HTTP 基本验证(RFC2617)、CGI 1.1 及大部分的 SSI(Server Side Include)功能。

Shttpd 也是一个开源的轻量级的 Web Server,具有比 Thttpd 更丰富的功能特性,支持 CGI, cookie, SSL, MD5 认证,还可以嵌入(embedded)到现有的软件里,并且不需要配置文件。

Boa<sup>[8]</sup>是一种非常小巧的 Web 服务器,其代码量非常少,可执行代码只有 60 kB 左右,是一种单任务 Web 服务器。Boa 只能依次完成用户的请求,而不会 fork 出新的进程来处理并发连接请求。支持身份认证和动态网页 CGI,具有稳定,适用性强,功能全面,安全性高等特点。

考虑到嵌入式系统资源和运行能力的限制,该系统采用 Boa 服务器<sup>[9]</sup>作为 Web 服务器。

3 Web 服务器 Boa 的工作流程

Boa 工作流程图如图 2 所示。Boa 从到达的套接字获得 HTTP<sup>[10]</sup>请求(存储在一个 request 结构中),并将其保存到队列中。首先, get\_request() 函数将从套接字获取的数据全部保存到 request→header\_line, 然后调用 process\_request() 函数来处理队列中的每一个请求。根据 request 结构体中 status 所表示的不同状态进行不同处理。如果这个请求符合 HTTP 协议,则会

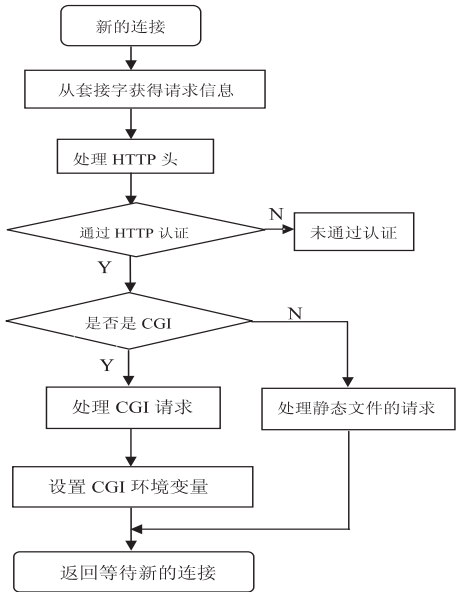


图 2 Boa 的工作流程图

调用 `process_option_line()` 函数,将一些头部信息填写到 `request` 结构体中,完成 CGI 环境变量的设置,随后 `process_header_end()` 函数对用户进行验证。如果验证通过,则判断 `request` 结构体中的 `is_cgi`,为非 0 时是 CGI 程序,调用 `init_cgi()` 函数进行处理,为 0 时是静态页面,则调用 `init_get()` 函数进行处理。

## 4 网页设计技术简介

客户机和服务器之间交互的载体是网页,网页中不但有文字,也有图片,甚至还能将视频文件嵌入网页中,网页能提高用户体验。

系统采用的主要网页设计技术包括 HTML、CGI 程序、Javascript 脚本语言和 CSS 样式等,而这些技术综合起来就是人们常用的 Ajax 技术。

CGI 又叫通用网关接口<sup>[11]</sup>,它是组成 WWW 技术的一种,运行在服务器端,为 HTML 文件在服务器端和客户端提供了更多的交互,使网页具有了交互功能。CGI 仅仅是一种规范,可以采用多种编程语言来编写 CGI 程序,如: C、C++、Perl、VB 和 C Shell 等。该系统采用 C 语言进行 CGI 编程。

CGI 的处理过程<sup>[12]</sup>:首先客户端把用户请求发给服务器;服务器接收到客户端请求后,将它交给相应的 CGI 程序处理;接着 CGI 程序把处理结果传给服务器;最后服务器把结果转发给客户端。

Ajax<sup>[13]</sup>不仅仅是一种特定的客户端技术,还是一种设计技巧。对于传统的网页(没有使用 Ajax)如果需要更新内容,必需重载整个网页;而采用 Ajax 的网页可以只向服务器发送并取回必需的数据,通过在后台与服务器进行少量的数据交换,实现网页的异步更新,即在不刷新整个页面的前提下更新数据,允许浏览器与服务器进行通信而无需刷新页面,这使得 Web 应用程序能够更加迅速地回应用户动作。Ajax 与服务器的交互过程一般只需要三步即可完成:首先 Javascript 脚本创建一个 XMLHttpRequest 对象;然后利用 XMLHttpRequest 对象的 `send()` 和 `open()` 方法向服务器端的 CGI 程序发送请求;最后利用 XMLHttpRequest 对象的 `responseText` 或 `responseXML` 属性来获得服务器的响应。

CSS<sup>[14]</sup>技术主要针对页面进行布局,并设计出整洁、美观的网页,提供给用户。

## 5 页面设计流程图

便携式卫星寻星仪的页面总体设计流程如图 3 所示。主要包括四个网页,即登录页面、监控页面、参数设置页面、数据库页面。

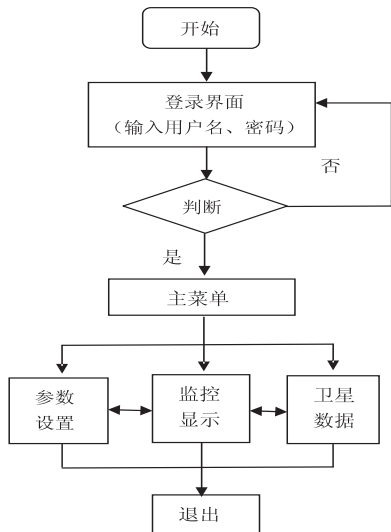


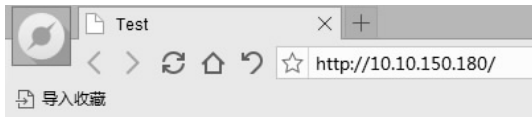
图 3 页面总体设计流程图

## 6 测试 Web 服务器 Boa

静态网页测试,测试环境的相关说明。编写测试代码 `index.html`,并放在指定文件夹 `/var/www/html/`。用户使用网线将一台 PC 机和便携式卫星寻星仪控制板互联。必须确保试验用 PC 机和控制板处于同一个网段,所以设置 PC 机的 IP 地址为 10.10.150.55,子网掩码设置为 255.255.255.0,便携式卫星寻星仪的 IP 地址设置为 10.10.150.180。最后打开 PC 机的浏览器输入以下网址: `http://10.10.150.180`,看是否出现需要的网页,若出现如图 4 所示的网页,则 Boa 服务器的移植与配置正确。

`index.html` 代码如下:

```
<html>
<head>
<title>Test</title>
</head>
<body>
<h1>Hello,World! </h1>
</body>
</html>
```



Hello, World!

图 4 结果验证图

## 7 结束语

为了实现以网页方式监控卫星寻星仪,系统采用 Ajax+CGI+Boa 的方式完成监控。当网页触发事件后,

(下转第 156 页)

的基础。鉴于足底压力进行身份识别的研究尚处于起步阶段,基于 FOOTSCAN 足底压力测量分析系统所采集的足底压力数据,初步探究分析了足底压力的稳定性。分析结果表明,人类个体在自然行走状态下的足底压力是基本稳定的,为今后利用足底压力进行身份识别奠定了科学基础。

#### 参考文献:

- [1] Toshev A, Szegedy C. Deeppose: human pose estimation via deep neural networks[C]//IEEE conference on computer vision and pattern recognition. [s. l.]: IEEE, 2014: 1653–1660.
- [2] Velloso E, Schmidt D, Alexander J, et al. The feet in human-computer interaction[J]. ACM Computing Surveys, 2015, 48(2): 1–35.
- [3] Rozado D, Moreno T, San Agustin J, et al. Controlling a smart-phone using gaze gestures as the input mechanism[J]. Human-Computer Interaction, 2015, 30(1): 34–63.
- [4] Amjad A, Nasir S. GLCM-based fingerprint recognition algorithm[C]//Proceedings of 2011 4th IEEE international conference on broadband network and multimedia technology. [s. l.]: IEEE, 2011: 207–211.
- [5] Viola P, Jones M J. Robust real-time face detection[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 57(2): 137–154.

(上接第 152 页)

Ajax 向服务器发送数据并取回必需的数据,通过在后台与服务器中的 CGI 程序进行少量的数据交换,实现网页的异步更新,即实现对卫星寻星仪便捷、实时的监控。所建立的嵌入式平台系统对基于嵌入式 Web 服务器监控系统的开发有一定的借鉴作用。

#### 参考文献:

- [1] 王 兴. Linux 网络服务器应用教程[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 徐春艳. 嵌入式 WEB 服务器的研究与实现[D]. 南京:南京理工大学,2008.
- [3] 谢新民,丁 峰. 自适应控制系统[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [4] 吴士力. 嵌入式 Linux 应用开发全程解与实战[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [5] INTELSAT SSOG 210. Earthstation verification tests[S]. [s. l.]: [s. n.], 2000.

- [6] Frucci M, Nappi M, Riccio D, et al. WIRE: watershed based iris recognition[J]. Pattern Recognition, 2015, 52: 148–159.
- [7] Malcangi M, Maroulis G. Robust speaker authentication based on combined speech and voiceprint recognition[J]. Computational Methods in Science & Engineering, 2009, 48(1): 872–877.
- [8] 高 毅. 论步法追踪技术的综合运用[J]. 森林公安, 2008(6): 9–11.
- [9] Shi C P, Li H G, Xu L, et al. Multi-resolution local moment feature for gait recognition[C]//Proceedings of the fifth international conference on machine learning and cybernetics. Dalian: [s. n.], 2006: 3709–3714.
- [10] Zheng S, Huang K Q, Tan T N, et al. A cascade fusion scheme for gait and cumulative foot pressure image recognition[J]. Pattern Recognition, 2012, 45(10): 3603–3610.
- [11] 汤澄清, 史力民, 黄 愿. Footscan 步态分析系统在足迹检验中的应用初探[J]. 刑事技术, 2008(4): 18–20.
- [12] 陈惠明. 图像欧氏距离在人脸识别中的应用研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(14): 3735–3737.
- [13] 方 正, 张兴亮, 王 超, 等. 基于青年人足底压力测试的步态实验研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2014, 31(6): 1278–1282.
- [14] 杨小勇. 方差分析法浅析—单因素的方差分析[J]. 实验科学与技术, 2013, 11(1): 41–43.

- [6] Agilent Technologies. User's/programmer's reference[M]. USA: Agilent, 2006.
- [7] 吕 鑫. 基于 ARM 和 Linux 嵌入式 Web 服务器的设计[D]. 大庆: 大庆石油学院, 2008.
- [8] 张 勤. Linux 服务器配置全程实录[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [9] 吴玉成, 侯良伟, 冷建筑. 嵌入式 Linux 下 Web 服务器的设计与实现[J]. 数据通信, 2008(6): 43–46.
- [10] 王丽娜. 卫星通信系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [11] Stevens W R, Rago S A. Advanced programming in the UNIX environment[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [12] Helstrom C W. Statistical theory of signal detection[M]. Oxford: Pergamon Press, 1996.
- [13] Kraus J D, Marhefka R J. Antennas: for all applications[M]. New York: New McGraw-Hill, 2001.
- [14] Bridge W M. Cross coupling in a five horn monopulse tracking system[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1972, 20(4): 436–442.