

# 基于 Android 的嵌入式 Web 服务器设计

刘伟江, 李振汉, 唐余亮, 黄联芬

(厦门大学信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 随着 Internet 技术的兴起, 在嵌入式设备的管理与交互中, 基于 Web 方式的应用成为目前的主流。本文主要论述了基于 Android 系统环境, 在家庭网关中实现嵌入式 Web 服务器的设计方法, 介绍了 i-jetty 嵌入式 Web 服务器, 及其 Web 应用功能的实现。

**关键词:** Android; 嵌入式 Web 服务器; i-jetty; SQLite

**中图分类号:** TP399

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-6236(2013)09-0004-03

## Web server design of the embedded system based on Android

LIU Wei-jiang, LI Zhen-han, TANG Yu-liang, HUANG Lian-fen

(School of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** By the internet technology rising, the application of Web becomes the mainstream in the management and interactive for embedded devices. The paper mainly presents a design method which implements the embedded Web server based on Android. A kind of embedded Web server called i-jerry and the realization of the web application function are introduced

**Key words:** Android; embedded Web server; i-jerry; SQLite

只要在嵌入式设备中集成了 Web 服务器, 就能实现用户与嵌入式设备低成本、高通用性的信息交流, 即客户端利用 HTTP 浏览器, 在任何时间、任何地点都能实现与嵌入式设备的信息交互<sup>[1]</sup>。可以说, 嵌入式 Web 的应用极大地促进嵌入式设备, 特别是家电设备、通信终端、仪器仪表的信息交互和远程控制功能。

在三网融合的大背景下, 通过家庭网关实现外部网络即电视网、电信网、因特网与家庭内部电话、电视、电脑以及家庭电器设备的通讯, 是当前家居智能化、现代化的重要发展趋势。本文的主要内容是研究基于家庭网关的嵌入式系统, 实现简单实用的 Web 服务器功能, 为外部网络提供一个方便快捷地访问和控制家庭内部资源的平台。由于 Android 操作系统能方便地将各种应用程序嵌入网络, 以及开放性好、支持硬件丰富的特点, 本文选择 Android 操作系统作为家庭网关设计的软件平台来建立 Web 服务器。

## 1 Android 系统介绍

Android 移动设备平台是基于 Linux 内核再度开发的一个开源的操作系统和软件平台, 最早期由 Google 公司进行研究和开发的。后来 Google 为了推广此技术, 它和中国移动、HTC、三星、摩托罗拉等几十家手机通信运营商和制造商, 建立了开放手机联盟, 共同开发 Android 移动设备平台。

收稿日期: 2012-11-14

稿件编号: 201211111

基金项目: 厦门市科技计划项目资助(3502Z20113005); 厦门大学大学生创新创业训练计划资助(0630-ZX11A1)

作者简介: 刘伟江(1990—), 男, 福建泉州人, 硕士研究生。研究方向: 无线通信、嵌入式系统与应用。

-4-

Android 采用了软件堆层的架构, 主要分为三部分: 其最底层是基于 Linux 内核进行再度开发的, Linux 内核只提供最为基础的功能; 中间层包括由 C++ 开发的虚拟机 Virtual Machine (VM) 和函数库 Library; 最上层是各种应用软件, 包括通话程序、短信程序等。应用软件则由各公司自行开发, 以 Java 编写, 每个 Android 应用程序都在 VM 的一个实例中运行, 这个实例驻留在一个由 Linux 内核管理的进程中。

本文实现的 Web 应用虽然基于 Android 操作系统, 但并不像通常的 Android APP 那样, 需要一个 AndroidManifest.xml 文件包含必要的配置信息, 且需要一个 Activity 类来提供 UI。因为是 Web 服务不需要用户图形界面, 只要用到 Android 提供的接口而已, 即 android.jar, 这是一个 Java 归档文件, 其中包含构建应用程序所需的所有的 Android SDK 类。而且, 由于 Android VM 的原因, 不能直接使用 .class 文件, 需要转换为 .dex 文件, 这些内容将在下文详细介绍。

## 2 系统设计

在嵌入式系统中, 主控制芯片的选择对于整个系统性能和良好运行有着至关重要的影响, 在选择主控芯片的过程中, 需综合考虑芯片自身的性能、兼容性、价格以及后续的升级等因素。综合考虑以上因素, 本文设计的家庭网关采用了 Cortex-A8 处理器作为硬件平台。因为 Cortex-A8 支持大型的操作系统, 高频率、高级存储管理及丰富的外设接口, 为

Android 系统的运行提供了良好的硬件基础。

一个 Web 服务器也被称为 HTTP 服务器,它通过 HTTP 协议与客户端通信。这个客户端通常指的是 Web 浏览器。Web 服务器监听浏览器的服务请求,根据用户请求的类型提供相应的服务;Web 服务器在接收到用户端的请求后,处理用户请求并返回需要的数据。这些数据通常以格式固定、含有文本和图片的页面出现在用户端浏览器。本文 Web 服务器系统的设计架构如图 1 所示。

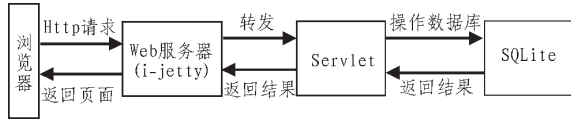


图 1 嵌入式 Web 服务器系统设计架构

Fig. 1 Design architecture of Web server system

目前常用的嵌入式 Web 服务器主要有 boia,thttpd、mini\_httpd、shttpd 和 lighttpd 等,但它们都不能直接应用于 Android 系统上。本文选用代码精炼、扩展性强的开源 i-jetty Web 服务器,它可直接运行在 Android 系统上,为 Servlet 提供运行环境,这就让动态网页实现和后台操作(例如数据库操作)成为可能。

Servlet 是一种独立于平台和协议的 Web 服务器端的 Java 应用程序,可以生成动态的 Web 页面<sup>[2]</sup>。与传统的从命令行启动的 Java 应用程序不同,Servlet 由 Web 服务器进行加载。

一个 Web 服务器系统是离不开数据库的支持.SQLite 是一款轻型的数据库,是遵守 ACID 的关联式数据库管理系统,它是针对嵌入式产品而设计的,它占用资源非常的低,在嵌入式设备中,可能只需要几百 K 的内存就够了<sup>[3]</sup>。Android 平台集成了 SQLite 数据库,并提供了操作的 API。所以,只要在 Servlet 中引入开发 Android 程序提供的 API,就能实现用 Servlet 操作 SQLite。

本文下面主要介绍 i-jerry web 嵌入式服务器的搭建,以及如何实现 Servlet 对 SQLite 数据库的操作。

## 2.1 i-jetty Web 服务器及其安装

i-jetty 是一个将开源 Web 容器 Jetty 移植到 Google Android 手机平台的开源项目,可以使嵌入式设备上运行 Web 应用。Jetty 是一个 100%由 Java 实现的、开源的 HTTP 服务器和 javax.servlet 容器,它不仅作为一个独立服务软件(如 Tomcat)被使用,而且其优良的组件(Componet)设计、高内聚低耦合、高扩展性等特性使得 Jetty 非常易于作为嵌入式工具使用<sup>[4]</sup>。总之,Jetty 具有的优点包括:

- 1)配置使用简单;
- 2)设计模块化,代码简练易懂;
- 3)Tomcat 的应用移植到 Jetty 基本不用修改;
- 4)非常适合嵌入式产品,可扩展性好;

i-jetty 是使用 Java 语言编写的,它的 API 以一组 JAR 包的形式发布。开发人员可以 j 将 Jetty 容器实例化成一个对象,可以迅速为一些独立运行(stand-alone)的 Java 应用提供网络和 web 连接。使用简单、配置简单,体积很小,但它的功

能齐全,并且还是一个 Servlet 容器,这就让动态网页实现和后台操作(例如数据库操作)成为可能。同时,i-jetty 可以使用 Android 的接口,这就降低了开发的难度和复杂度。i-jetty 与其他主流的服务器一样,只要将已经做好的 Web 项目发布到服务器的 Webapps 目录下,就能实现网站的正常运行,十分的方便。

下面介绍 i-jerry 服务器的安装:

首先,在 eclipse 里创建 i-jetty 的 android 项目,将下载的 i-jetty 源码覆盖进去。然后,将下面目录下的 jar 引入到 i-jetty 项目中:C:\Documents and Settings\org\eclipse\jetty,还需要 servlet-api-2.5.jar。最后,编译 i-jetty,并将其安装到设备中。此后,即可对服务器进行各种配置。若想要使用自己的 Web 应用,则可以将自己的 Web 工程打包成 war 包,并将 war 包直接放到/sdcard/jetty/webapps/目录下。

## 2.2 Servlet 和 SQLite 的设计与使用

Servlet 是位于服务器端的 Java 应用程序,它由 Web 服务器进行加载。Servlet 的主要功能在于交互式地浏览和修改数据,生成动态 Web 内容。Servlet 可以用来扩充 Java-enabled Server 的基本功能,目前最常使用的是增加 Web 服务器的互动性。但它可以被用来扩充任何种类的服务器,如 FTP 服务器。

最早用来产生动态网页服务的方法是 CGI(Common Gateway Interface)。它的做法是透过 Web 服务器将客户端的请求送给一个进程,这个进程再将请求的执行结果传回客户端,只要是一个新的请求,不管它是否和先前的请求相同,CGI 都产生一个新的进程来处理,这样非常耗费系统资源。在 Servlet 中每一个请求都是由同一个进程下的线程所服务,而且相同的请求会由同一个线程所执行。同时 Servlet 使用 Java 语言来开发的,具有跨平台特性,而这个优点更是 CGI 所没有的。因此,Servlet 提供了强有力且具有效率的技术来取代 CGI。

要在一个 i-jetty 的 web 工程中支持 servlet,大致的步骤如下:

- 1)在 eclipse 中新建 Android 项目,并添加 servlet 的支持文件;
- 2)在项目中新建 servlet 并配置 web.xml,编写 servlet;
- 3)编译完成后会自动生成.class 文件,需要将.class 文件转换成 Android 能执行的.dex 文件;
- 4)将.dex 文件和 web.xml 等文件按一定顺序保存在一个 web 工程目录下,然后打包成一个 war 包。

SQLite 是一款轻型的数据库,能够跟很多程序语言相结合,比如 Tcl、C#、PHP、Java 等,还有 ODBC 接口,同样比起 Mysql、PostgreSQL 这两款开源世界著名的数据库管理系统来讲,它的处理速度比它们都快<sup>[5]</sup>。不像常见的客户端/服务器结构范例,SQLite 引擎不是个程序与之通信的独立进程,而是连接到程序中成为它的一个主要部分。所以主要的通信协议是在编程语言内的直接 API 调用。这在消耗总量、延迟时间和整体简单性上有积极的作用。整个数据库(定义、表、索引

和数据本身)都在宿主主机上存储在一个单一的文件中。Android操作系统采用标准SQLite数据库,提供管理数据库相关的API<sup>[6]</sup>。所以,只要在Servlet中引入开发Android程序提供的API,就能实现用Servlet操作SQLite。Servlet调用SQLite数据库的方法如下:

首先是数据库的建立,在Android中使用SQLiteDatabase的静态方法openOrCreateDatabase(String path,SQLiteDatabase.CursorFactory factory)打开或者创建一个数据库。然后创建表,为数据库添加插入数据,删除数据,修改数据,查询数据等功能。最后是Servlet的设计,在eclipse中建立Android project,在Web工程中导入android.jar,再引入需要的操作数据库的类:

```
import android.database.Cursor;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
在工程编写相应的程序操作数据库,关键代码如下:
public void doGet (HttpServletRequest req, HttpServletResponse res)
throws ServletException, IOException {
String u=req.getParameter("username");
String p=req.getParameter("passwd");
String username=null;
String password=null;
SQLiteDatabase
db=SQLiteDatabase.openOrCreateDatabase
("/sdcard/jetty/webapps/web.db",null); //打开数据库
Cursor cursor =
db.query ("usertable", null, null, null, null, null, null); //定义查询游标
if(cursor.moveToFirst()) {
for(int i=0;i<cursor.getCount();i++) //顺序查询
{ cursor.move(i);
int id = cursor.getInt(0);
username=cursor.getString(1);
password=cursor.getString(2);
}
}
if ((u.equals (username))&&p.equals (password)) //判断是否为合法用户
{
res.sendRedirect ("/temp/Homepage.html");
}
else{
JOptionPane.showMessageDialog (null, "出错了,请再试一次");
res.sendRedirect ("/temp/index.html");
}
}
}
```

### 3 系统方案的测试

将装载了Android系统的嵌入式设备连接网络,查找到其网络连接的IP地址为192.168.137.96,将嵌入式web服务器i-jetty安装到该设备,并且将设计好的web工程放在SD卡中的/jetty/webapps/目录下。打开服务器,设置好HTTP的通信端口,开启服务。

可知,家庭网关服务器端的地址为192.168.137.96。启动i-jetty后,在浏览器地址栏输入192.168.137.96:8080/temp,可以看到系统登陆页面,如图2所示。



图2 登录界面

Fig. 2 Login screen

这是一个用户登陆界面,输入用户名和密码后,主页会将输入信息提交到Login.java的Servlet里,由此Servlet来查询数据库,判断该用户是否合法。当用户合法后,可以进入主页界面,如图3所示。



图3 系统首页

Fig. 3 System home

### 4 结束语

本文首先简要介绍了Android系统,然后论述了实现嵌入式Web服务器和相关Internet技术,指出了在Android系统下实现Web服务器应要注意的事项。接着介绍了i-jetty的优点以及编译安装方法,了解了i-jetty是为数不多的可以在Android下运行的Web服务器,并且还是一个Servlet容器。将传统的CGI与Servlet做了比较,说明了Servlet在Android系统下的优势;Servlet在动态网页的实现方面更有效率。在后台操作方面,Android并不支持类似PHP的网页脚本语言,所以,Servlet是一个很好的选择。在嵌入式系统里存储信息,SQLite以其方便的操作,无需额外配置,体积小等优点,得到了广泛的应用。

#### 参考文献:

- [1] 冯松军. 基于Web的网络管理模型及实现技术研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2012.

(下转第10页)

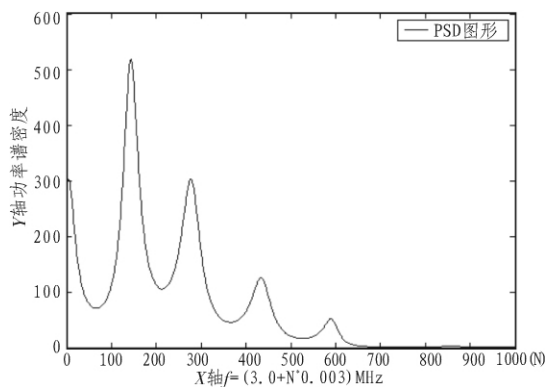


图6 由超声回波信号得出的PSD图形

Fig. 6 Obtained by the ultrasonic echo signal PSD graphics

图7是对20组数据进行AR-PSD分析后的频谱图。

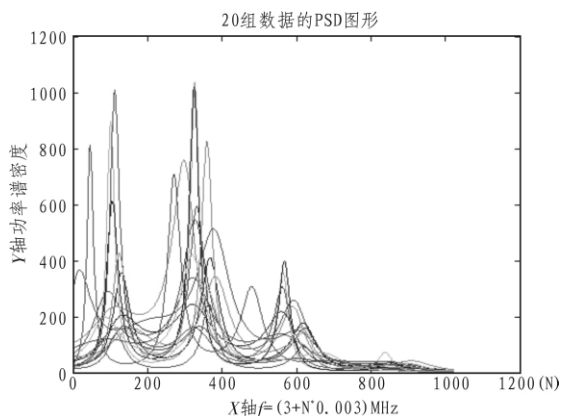


图7 由20组数据得到的PSD图

Fig. 7 PSD FIG from 20 sets of data obtained

由图7可以看出,每一组PSD图像中的谐振波峰都有一点点的移动,这正是所需要的频谱移动图像,从中便可以很容易的提取出温度信息。

### 3 结论

本文描述了利用诊断脉冲超声波无损检测人体组织内部温度技术的算法理论研究及计算机仿真。理论研究已经证明能从超声回波信号的频谱中提取出温度信息。而且从PSD中提取的频移和温度变化的这种线性关系已由计算机仿真及实验得到定量的证明。

#### 参考文献:

[1] 任新颖,吴水才,曾毅. 基于组织超声回波时移的无创测温技

(上接第6页)

- [2] 王晖. Web性能测试及优化技术研究与应用[D]. 郑州:郑州大学,2012.
- [3] 张洋. 基于SQLite的数字博物馆导游器的设计与实现[D]. 广州:华南理工大学,2010.
- [4] 危阜胜,郑晓光,党三磊,等. 基于嵌入式Web server的用户侧智能终端设计[J]. 电子设计工程,2012,20(17):98-103.
- WEI Fu-sheng,ZHENG Xiao-guang,DANG San-lei, et al. -10-

术及系统设计[J]. 北京生物医学工程,2005,19(6):42-46.

- REN Xin-ying,WU Shui-cai,ZENG Yi. Based on ultrasonic echo shifts of noninvasive temperature measurement technology and system design[J]. Beijing Journal of Biomedical Engineering, 2005, 19(6):42-46.
- [2] 夏雅琴,贾丽芹,彭见曙,等. 一种用于超声测温的双超声脉冲发射接收电路的设计[J]. 中国医疗器械杂志,2002,26(4):58-61.
- XIA Ya-qin,JIA Li-qin,PENG Jian-shu, et al. A method for ultrasonic measurement of double ultrasound pulse transmitting and receiving circuits design[J]. Chinese Journal of Medical Instrumentation, 2002, 26(4):58-61.
- [3] ZU Wen-qia. Method for measuring the temperature in the body of human or animal with acoustic inversion [M]. United States Patent Application Publication, 2005.
- [4] 吴熙,钱盛友,孙福成,等. 基于B超图像处理的无损测温方法研究[J]. 计算机工程与应用,2007,43(32):178-179.
- WU Xi,QIAN Sheng-you,SUN Fu-cheng, et al. Based on B ultrasound image processing study of noninvasive temperature measurement[J]. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(32):178-179.
- [5] 宋平,钱盛友,冯艳玲,等. 基于超声散射回波分析的测温方法研究[J]. 微计算机信息,2007,23(11-1):267-269.
- SONG Pin,QIAN Sheng-you,FENG Yan-ling, et al. Based on ultrasonic scattering echo analysis of temperature measurement method research[J]. Micro Computer Information, 2007, 23(11-1):267-269.
- [6] 刘正,候树勋,任东风. 高强度聚焦超声治疗过程中测温技术的研究进展[J]. 中国骨肿瘤骨病,2010,9(1):84-87.
- LIU Zheng,HOU Shu-xun,REN Dong-fen. High intensity focused ultrasound in the treatment of process measurement technology research progress[J]. Chinese Journal of Bone Tumor, 2010, 9(1):84-87.
- [7] Arthur RM, Straube WL, Trobaugh JW, Moros EG. Non-invasive estimation of hyperthermia temperatures with ultrasound[J]. International Journal of Hyperthermia, 2005, 21(6):589-600.

User-side intelligent terminal design based on embedded Web server[J]. Electronic Design Engineering, 2012, 20(17): 98-103.

- [5] 刘蓉. 基于SQLite的移动嵌入式数据库同步系统的研究和开发[D]. 长沙:华中师范大学,2009.
- [6] 林城. Android 2.3应用开发实战 [M]. 北京:机械工业出版社,2011.