

# 基于 OpenWrt 的网络校时自动打铃器<sup>※</sup>

沈理钢

(江苏省启东市第二中专, 启东 226200)

**摘要:** 简要地介绍了开源路由系统 OpenWrt 平台下的小型项目开发。该项目采用 OpenWrt 路由器为硬件平台, 通过 opkg 软件包系统安装 WEB 服务器、php 解析器、mysql 数据库、NTP 客户端、MP3 播放器, 然后编写 php 程序和必要的 shell 脚本, 完成各项功能调用和管理配置, 实现项目所需的各项功能。本项目具有硬件投入少、开发效率高、对开发者技术要求低等优点。这种短平快的开发方式, 在一些特定的开发场景中, 具有一定的应用价值。

**关键词:** OpenWrt; 自动打铃器; 网络校时; 开源路由系统

**中图分类号:** TP273.5

**文献标识码:** A

## Automatic Bell with Network Timing Based on OpenWrt<sup>※</sup>

Shen Ligang

(Qidong No. 2 Vocational School, Qidong 226200, China)

**Abstract:** This paper briefly introduces the development of small projects on open source routing system OpenWrt platform. The project adopts the OpenWrt router as hardware platform, through the opkg package system it installes WEB server, php parser, mySQL data-base, NTP client, MP3 player, then it writes the php program and the necessary shell script to complete all function calls and configuration management and it realizes various functions needed for the project. This project has the advantages of low hardware investment, high efficiency of development, and low technical requirements for developers. This kind of short term rapid development way has certain application value in specific development scenarios.

**Key words:** OpenWrt; automatic bell device; network proof time; open source routing system

## 引言

本文将以开源路由系统中最普及的 OpenWrt 系统为例, 以一个自动打铃器项目为例, 详细探讨其作为嵌入式平台二次开发的潜力。

## 1 项目概况

### 1.1 问题引入

目前市场上的自动打铃器, 主要有两种形式。

一种是专用电子设备。其依赖面板开关、按键配置, 需学习专门指令, 使用不便; 系统封闭, 功能不可扩展, 不能更改预置的铃声; 没有自动校时机制, 时钟可能出错; 必须现场操作, 不能远程管理。

另一种是 Windows 平台的软件, 安装于 PC, 功能丰富。但需采购软硬件, 初始投入成本高; PC 功耗较大, 24 小时开机, 运行费用也较高。

为避免以上两种形式自动打铃器的弊端, 本项目利用廉价的 SOHO 路由器, 加以改造实现自动打铃器的功能。此功能与 PC 软件方式类似, 但是其成本、功耗、运行费用都较低。

### 1.2 基本原理

以 DB120-WG 路由器作为嵌入式系统硬件平台, 在其上安装基于 Linux 的开源 OpenWrt 路由器系统, 配置搭建 WEB 管理平台, 利用路由器的 USB 接口挂载声卡和移动存储设备, 当编写软件实现定期校验时, 准时驱动声卡发出铃声。其原理图如图 1 所示。

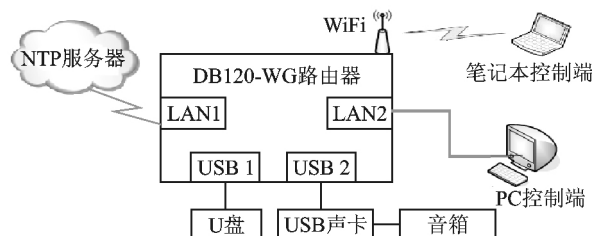


图 1 自动打铃器原理图

### 1.3 硬件平台

自动打铃器的硬件主要由三大部件组成:

①大亚科技公司的 DB120-WG 无线路由器, 用作控

制平台。其具有内置 250 MHz MIPS32 内核的主芯片, 16 MB Flash, 32 MB DDR 内存, 2 个支持 USB 2.0 规范的 USB 接口(其中 1 个向下兼容 USB 1.1), 4 个 10/100 Mb/s 以太网接口, 1 个 802.11g 54 Mb/s WLAN 接口和 1 个 TTL 电平串口。

②USB 声卡, 用于音频输出。

③U 盘, 用于存储铃声音乐。厚度仅为 4 mm, 因 DB120-WG 的两个 USB 接口垂直间距很小, 使用普通 U 盘会导致无法同时插入 U 盘和声卡, 故特意使用此超薄型 U 盘。

## 1.4 软件平台

本项目基于 Linux 的开源路由软件 OpenWrt(backfire 10.0.3), 在其上安装 lighttpd + php + mysql、NTP 客户端和 MP3 播放器 madplay。其软件平台结构如图 2 所示。



图 2 软件平台结构

## 1.5 基本功能

基本功能如下:

①使用 NTP 客户端定期与网络上的 NTP 服务器同步, 保持精确时钟。

②使用 php 编写动态页面, 完成上传 MP3 文件并存储于 U 盘, 管理播放列表等。这也是本项目软件开发的主要内容。

③后台程序按预定时间调用播放器播放 MP3 文件, 输出铃声音频信号。

## 2 PC 开发环境的准备

### 2.1 在 Vmware 虚拟机中部署 x86 版 OpenWrt 实验环境

本项目使用 php 语言可跨平台运行, OpenWrt 本身跨平台具有 x86 版本, 因此可在 PC 虚拟机中直接开发程序, 然后移植到路由器中运行, 极大地提高了开发效率。使用镜像文件在虚拟机中安装 OpenWrt, 需从 OpenWrt 官网下载 OpenWrt-x86-generic-combined-ext2.img.gz 文件, 再从 gz 文件中解压出 img 文件, 然后 ltraISO 将其转换为 iso 文件, 以便在 Vmware 虚拟光驱中加载使用。接下来的安装与其他 Linux 发行版本类似。

### 2.2 建立本地 opkg 源

OpenWrt 未使用 yum、rpm 等流行的软件包管理系统, 而是采用轻量级的包管理系统 opkg。安装软件时需连接互联网软件源下载安装。建立本地源, 可加快软件安

装速度, 减少重复下载。

先从 OpenWrt 官网下载所有软件包, 然后在 PC 虚拟机上搭建 WEB 服务器, 将所有软件包放置于 WEB 主目录, 发布该目录。当 OpenWrt 配置文件/etc/opkg.conf 时, 修改 src/gz packages 选项, 如改为“http://本地软件源主机 IP/packages”, 则 OpenWrt 默认从本地源下载软件包, 将明显节约时间。

### 2.3 建立运行环境

安装 lighttpd WEB 服务器。使用 opkg 安装 lighttpd 软件包, 然后配置相关参数。由于 OpenWrt 默认安装 httpd 服务器运行管理界面, 为避免与其占用的 80 端口相冲突, 配置 lighttpd WEB 端口为其他端口, 如 81。

安装 php 解析器。php 解析器所需软件包较多, 主要有 php5、php5-fastcgi、php5-mod-pdo、php5-mod-mysql、php5-mod-pdo-mysql、php5-mod-ctype、php5-mod-session、php5-mod-tokenizer、lighttpdd-mod-access、lighttpdd-mod-alias、lighttpdd-mod-cgi、lighttpdd-mod-fastcgi。

php 解析器的主要配置: 启用 mod\_fastcgi、mod\_cgi; 把 index.php 加入默认显示文件系列; 启用 fastcgi 服务配置, 启用 php 解析; 设置 php 主目录; 启用常用 so 模块的支持, 如 ctype.so、pdo.so、pdo-mysql.so、session.so、tokenizer.so; 修改时区为 Asia/Shanghai

mysql 的软件包主要有 mysql-server、libpthread、libmysqlclient、ucLibcxx、libncurses。mysql 的主要设置: 建立数据目录并设置其权限; 修改字符集为 utf8, 避免中文乱码; 建立系统数据库; 设置 mysql 自启动; 指定可登录管理 mysql 的客户端 IP 和用户。

安装 Samba3, 将 WEB 主目录作为共享目录发布, 在 Windows 中将该目录映射为网络驱动器。这样可直接在 WEB 主目录中新建项目, 和本地 PC 虚拟机上开发完全一样, 相比通常以交叉编译为主的嵌入式开发方式, 极为便利。Samba3 软件包安装完成后为解决中文乱码问题, 需将字符集由默认的 ISO-8859-1 设定为 utf8。

## 3 路由器相关软件包和驱动程序的安装配置

### 3.1 NTP 客户端安装与配置

NTP 协议全称网络时间协议(Network Time Protocol), 它的目的是在国际互联网上传递统一、标准的时间。具体的实现方案是在网络上指定时钟源设备, 为网络中的计算机提供授时服务, 通过这个时钟源产品使网络中的电脑和网络设备保持时间同步。OpenWrt NTP 客户端包含在 ntpclient 软件包中, 安装后需做以下配置: 更改系统时区为东八区, 区名为“Asia/Shanghai”; 修改/etc/crontabs/root 文件; 每隔 10 min 启动一次 ntpclient 和

NTP 服务器同步,保证时间精确。

### 3.2 硬件驱动安装、madplay 安装与使用

安装声卡驱动程序,包括 USB 声卡驱动程序 kmod-usb-audio 和 Linux 核心声音处理软件包 kmod-sound-core。在实际使用中发现,DB120 的两个 USB 口规格有差异,下面 USB 口可兼容 USB1.1 和 USB2.0,上面 USB 口只兼容 USB2.0。所以,USB1.1 的设备必须使用下面的 USB 口,包括本项目使用的 USB 声卡。在 shell 中运行 `ls /dev` 枚举已安装设备,如查询到 `/dev/dsp` 设备,则声卡加载成功。

OpenWrt 默认安装 USB 存储设备驱动和对 FAT32、NTFS 等文件系统的支持。安装 madplay 播放器,包括 3 个软件包,其中 libmad 是 MP3 解码库,libid3tag 是 MP3 文件头解码库,madplay 是 MP3 播放器软件。

## 4 自动打铃器软件开发

### 4.1 数据库结构设计

新建名为 songdb 的数据库可供自动打铃器软件使用,用于存放曲目数据和播放时间等数据。songdb 数据库总体结构中有两个表和一个视图。

表 tbpl 用于存放响铃(播放项目)数据,主要字段有响铃名称、响铃开始时间、响铃持续时间、播放曲目 ID 等。表 tbsong 用来存放曲目数据,主要字段有曲目名称、文件大小等。视图 vpl 是用 IDsong 键把表 tbpl 左连接到表 tbsong 构成的,以方便查询操作。

### 4.2 php WEB 界面设计

WEB 界面分 4 大功能模块,即公用模块、曲目管理、播放列表管理和系统配置。软件功能模块框图如图 3 所示。

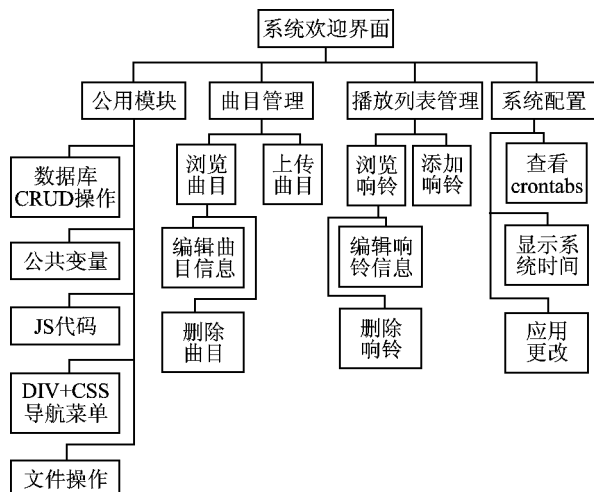


图 3 软件功能模块框图

#### 4.2.1 公用模块

公用模块包含以下功能:

①实现数据库相关的 CRUD 操作(create、retrieve、update、delete),网上有很多成熟的数据库操作类代码可供借鉴,只需修改连接字符串,并将代码适当精简即可,无需自行编写。本项目数据库类名为 pdo。

②公用的系统配置参数变量如路径名等,公用的后台处理函数如文件上传处理等都保存在 public.php 中,供其他 php 函数调用。

③常用的 js 脚本,完成输入验证和菜单特效。

④文件操作和封装文件读写,存于 fsc.php 文件。为操作 cron 配置文件作准备。

#### 4.2.2 曲目管理

##### (1) 曲目上传

曲目上传的界面放置“浏览”按钮供用户选择本地 MP3 文件上传,上传时对文件的有效性进行检查。检查通过后,存入 U 盘,同时将 MP3 文件信息存入 mysql 数据库。所有操作完成后,显示操作成功提示信息。最后,链接将跳转至浏览曲目页面,供用户查看。

##### (2) 浏览曲目

在页面中显示曲目名、曲目文件大小等信息。调用 disk\_total\_space 函数查询 U 盘的总存储空间大小,调用 disk\_free\_space 函数查询 U 盘的空闲空间大小,以便用户掌握。当曲目较多时,将结果分页显示,且在每条曲目信息右侧加入删除和播放的按钮。“试听”按钮由 php 的 exec() 函数调用 madplay 程序实现 MP3 曲目播放;“删除”按钮调用 pdo 类中的 delete 函数,从数据库中删除相应记录,同时在 U 盘中删除相应 MP3 文件;删除前应查询响铃数据表,如果数据表中有响铃项目使用该曲目,则弹出禁止删除的提示信息。

#### 4.2.3 播放列表管理

##### (1) 添加响铃(即播放项目)

放置表单采集播放项目信息,包括播放项目名称(如第一节上课、第一节课下课等)、播放开始时间、播放持续时间、播放曲目名等。曲目名通过查询数据库曲目数据表获得,同时隐含曲目 ID 信息。时间参数使用 js 脚本产生 html select/option 标签,生成下拉框,避免错误输入。

提交时先查询数据库中已有的播放项目,避免新增项目与现有项目时间上出现重叠错误。表单提交后对数据的有效性进行验证,而后存入数据库。成功写入数据库后,显示操作成功提示信息,并将链接跳转至浏览响铃页面,方便用户查看。

##### (2) 浏览响铃

按时间先后顺序显示所有响铃项目,项目较多时,分页显示。在每个响铃项目后加入删除和编辑按钮,可删除响铃记录或将链接跳转至响铃编辑页面实现此功能。

### (3) 编辑响铃

此页面功能与添加响铃功能类似,只不过在页面显示前先查询出该响铃数据,填充至页面相应标签显示。提交操作同添加响铃操作一致。

## 4.2.4 系统配置

### (1) 显示路由器当前时间

使用 php 的 `exec()` 函数调用 Linux shell `date` 命令,取得路由器当前时间,经格式化显示于页面。

### (2) 查看 cron 文件内容

读取 U 盘中 cron 配置文件内容,经格式化后显示于页面,验证响铃动作是否正确。

### (3) 应用更改

在对播放列表进行增、删、改操作后使用本页面。更新 `/etc/crontabs/root` 配置文件,并备份于 U 盘。使用 `exec(" /etc/init.d/cron reload")`,重启 cron 进程。

## 5 向 DB120-WG 部署程序

软件开发完毕后,需向 DB120-WG 路由器部署程序。

### 5.1 OpenWrt 刷机

通过 WEB 界面刷机较便利,适合初学者,但固件大小不能超过 8 MB。比较大的特殊固件可使用 TTL 串口刷机。本文仅介绍 WEB 刷机步骤。路由器断电,按住 RST(复位键)不放,开电源,直到电源灯常亮红灯。把 PC 网口的 IP 地址设置为与 192.168.1.1 同一网段的 IP 地址,用网线连接电脑和路由器 LAN4 接口(靠近电源开关)。使用浏览器访问“<http://192.168.1.1>”,帐号为 `telecomadmin`,密码为 `nE7jA%5m`。找到 CFE 更新页面,按提示进行上传固件(一个 bin 文件)。上传完成后,路由器自动刷新固件,而后重启。期间约等待 2 min 左右。待路由器重启完毕后,将网线插到路由器的其他 LAN 口,访问“<http://192.168.1.1>”,即可看到 OpenWrt 的 WEB 管理界面。

### 5.2 WinSCP 的安装

OpenWrt 默认安装有 SSH 和 SFTP 服务。为便于向路由器输入指令和上传文件,安装 WinSCP 软件。WinSCP 是一个 Windows 环境下使用 SSH 的开源图形化 SFTP 客户端,同时支持 SCP 协议。基于 `putty`、`filezilla`、`openssl` 等开源软件,它的主要功能就是在本地与远程计算机间安全的复制文件。

### 5.3 代码上传和修正

使用 WinSCP 新建 WEB 主目录,上传自动打铃器

WEB 界面的 php 代码文件,并针对虚拟机环境和真实路由器目录结构的差异作适当修改。

### 5.4 数据库的移植

先导出虚拟机中的数据库,在命令行下利用 `mysqldump` 工具,可把数据库导出。代码如下:

```
mysqldump-u root-p songdb>songdb.sql
```

然后在路由器中导入数据库,在远程登录路由器后,在命令行下启动 `mysql`,在 `sql` 命令行下输入导入数据库的命令:

```
>create database songdb;
```

```
>use songdb;
```

```
> source songdb.sql
```

至此,RouterRing 项目已能在路由器上正确运行。在实际使用中,无论用户是通过有线还是无线方式接入网络,也不管是在内网或是外网,只要能与路由器所在的网络通信,就能通过 WEB 界面方便地进行控制。用户可以在校园网内任意办公室控制放置于播音室的路由器。上传 MP3 曲目,设置好特定的响铃时间,路由器就能准时响铃。即使发生断电等意外情况,因为 MP3 和配置文件都存放于 U 盘,数据不会丢失。待恢复供电后,系统重新读出配置文件,NTP 客户端也会重新与服务器同步,获取当前准确时间,因此意外断电不会影响系统正常工作。

## 结 语

采用 OpenWrt 平台开发,编程简单,数据处理方便,实现更为容易,开发效率得到了较大的提高。它不但能够应用于本文的自动打铃器,也可广泛应用在其他各种应用场景中。SOHO 路由器不到一百元的价格,却具有如此强大的开发潜力,一定会有良好的应用前景。

编者注:本文为期刊缩略版,全文见本刊网站:[www.mesnet.com.cn](http://www.mesnet.com.cn)。NE

### 参考文献

- [1] OpenWrt UCI Configuration [EB/OL]. [2012-04-10]. <http://wiki.openwrt.org/doc/uci/>.
- [2] OpenWrt 系列教程汇总[EB/OL]. [2012-04-10]. <http://www.openwrt.org.cn/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=60&extra=page%3D1>.
- [3] OpenWrt 中文网资源汇总[EB/OL]. [2012-04-10]. <http://www.openwrt.org.cn/bbs/forum.php?mod=viewthread&tid=7121&extra=page%3D1>.
- [4] 王书杰,陈震.基于校园网络的自动打铃系统设计[J].科学技术与工程,2011(11).
- [5] 巫莉.机顶盒的 USB 多媒体自动播放系统的设计与开发[D].成都:电子科技大学,2010.

沈理钢(讲师),主要从事计算机教学工作。

(责任编辑:杨迪娜 收稿日期:2013-04-10)