

# 嵌入式 LCD 情报板网关系统设计与开发

宁哲<sup>1</sup>, 屈军锁<sup>1</sup>, 杨树强<sup>2</sup>, 房田<sup>3</sup>

(1. 西安邮电大学 通信与信息工程学院, 西安 710061; 2. 电信科学技术第四研究所, 西安 710061;

3. 山东大学 外国语学院, 济南 250100)

**摘要:** 针对 LED 情报板显示规模小、控制难、信息无法实时发布的问题, 进行了显示方式、控制方法和通信模式的分析, 提出了一种嵌入式 LCD 情报板网关系统的设计方案; 该系统由智能显示模组、网关、后台数据库和 WEB 界面四部分组成, 智能显示模组包括 LCD 显示屏、触摸屏、S3C2440 嵌入式微处理器、人机界面处理系统和 RS232 通讯接口; 网关是以嵌入式 Linux 操作系统 OpenWrt 和嵌入式微处理器 RT5350 为平台, 实现了 802.11 b/g/n 高速无线局域网、以太网 WAN 和 RS232 串口通信相互转换的功能; 后台数据库是以 html 和 php 语言为软件支撑, 管理员可以通过 WEB 界面灵活的管理情报板内容和配置网关参数; 在校园搭建情报板网关系统并进行测试, 结果表明, 该系统能够将底层服务与上层管理紧密结合, 扩大信息覆盖面, 提高信息利用率和发布效率, 在信息发布技术的发展上有一定的参考、推广价值。

**关键词:** 情报板; 网关; 嵌入式系统; 串口通信; 后台管理

## Design and Development of Embedded LCD Bulletin Board Gateway System

Ning Zhe<sup>1</sup>, Qu Junsuo<sup>1</sup>, Yang Shuqiang<sup>2</sup>, Fang Tian<sup>3</sup>

(1. School of Telecommunication and Information Technology, Xi'an University of Posts and

Telecommunications, Xi'an 710061, China;

2. Fourth Research Institute of Telecommunications Technology, Xi'an 710061, China;

3. School of Foreign Languages and Literature, Shandong University, Jinan 250100, China)

**Abstract:** The embedded LCD bulletin board gateway system is designed after the analysis of the display mode, control method and communication mode to solve the problems of small size, difficulty in control and postponement of information occurring to LED bulletin board. This system is comprised of four parts namely smart display module, gateway, background data base and WEB interface. The smart display module includes LCD display screen, touch screen, S3C2440 embedded microprocessor, human-computer interface processing system and RS232 connector. Gateway can realize the function of conversion between 802.11b/g/n high-speed wireless LAN, Ethernet WAN and RS serial port communication based on the embedded Linux operating system OpenWrt and embedded microprocessor RT5350. Background data base is established using html and php languages and the administrator can have an easier control on the bulletin board information and set the parameters of gateway. This bulletin board gateway system has been established and tested at the XUPT campus. The test results indicate that it can construct a close relationship between service and top management, expand the coverage of information, improve information utility as well as the efficiency of information distribution, thus providing a reference for the development of information distribution technology and having values for promotion.

**Keywords:** bulletin board; gateway; embedded system; serial port communication; background management

## 0 引言

随着信息化和网络化的高度统一, 信息传播速度的不断加快和信息发布技术的不断完善和发展。LED 情报板已成为人们获取信息的重要方式之一, 它可以循环播放文字、图形和图

像信息。但在某些场合和领域, 传统的 LED 情报板也表现出一定的局限性, 例如, 在高校, 教学管理特点决定了高校管理部门需要向学生和老师发布大量信息, 单一的 LED 情报板显示规模小, 不能覆盖整个校园信息网络, 若需大量信息的显示, 必然造价昂贵, 并且其控制方式多以单一 LED 情报板控制为主流, 若在满足覆盖面的基础上, 操作和更新大量显示信息极其不便。在这种背景下, 应用嵌入式和通信网络技术, 本文提出了一种嵌入式 LCD 情报板网关系统设计方案, 改善了传统 LED 情报板表现出的局限性。

## 1 系统整体设计方案

该系统主要由智能显示模组、网关、后台数据库和 WEB 界面四部分组成。智能显示模组包括 7 寸 TFT LCD 液晶显示

收稿日期: 2015-12-30; 修回日期: 2016-01-29。

作者简介: 宁哲 (1990-), 男, 硕士生, 主要从事移动通信及物联网方向的研究。

屈军锁 (1968-), 男, 硕士生导师, 教授, 主要从事移动通信网、宽带信息网、物联网及应用等方向的研究。

杨树强 (1967-), 男, 教授级高工, 主要从事移动通信网络方向的研究。

屏、S3C2440 嵌入式微处理器、电阻式触摸屏、人机界面处理系统和 RS232 串口通信接口, 可独立完成图形、文字界面的显示和与外界通信、控制的工作; 网关是以嵌入式 Linux 操作系统 OpenWrt 作为软件支撑, 采用嵌入式微处理器 RT5350 作为硬件平台, 主要实现 WIFI、以太网 WAN 和 RS232 串口通信相互转换的功能; 后台数据库和 WEB 界面组成管理系统, 可为用户提供简单、便捷的操作方案, 管理人员仅需通过 WEB<sup>[1]</sup> 界面, 即可灵活、便捷的管理情报板内容、查询情报板的工作状态和配置网关参数。该系统整体部署如图 1 所示。

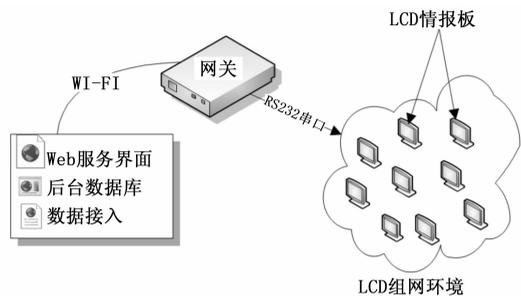


图 1 系统整体部署结构图

该系统主要实现功能如下:

- 1) LCD 采用多窗口显示机制, 可实现内容的分块、滚动和刷新显示;
- 2) 实时监测触摸屏信息量变化, 完成情报板终端信息的触摸输入与参数修改;
- 3) 网关实时监听远程服务器端的连接请求, 通过 TCP 协议接收服务器数据, 并实现情报板终端可识别的协议转换功能。
- 4) 通过 WEB 界面实现情报板显示窗口布局的任意设置和内容的任意修改 (例如文字的样式, 内容显示格式等)。

## 2 硬件系统设计

### 2.1 智能显示模组

为了整个系统的稳定性, 选用 Greatal 生产的可编程式 TFT LCD。该模组包含 7 寸液晶显示屏、S3C2440<sup>[2]</sup> 嵌入式微处理器、触摸屏和 RS232 通讯接口。LCD 采用 AUO A070VW08 系列 WVGA 商业级 TFT 彩屏, 分辨率为 800 \* 480。触摸屏采用四线电阻式, 此触摸屏应用广, 最为普及。其中通信接口采用串行通信方式, 由于其成本低, 线路少, 在短距离传输大量信息时速度快, 与网关相结合, 可保证信息传输过程中的稳定性、可靠性。

嵌入式微处理器采用架构为 ARM9 核的 S3C2440 芯片, 在此硬件平台上嵌入式 Linux 实时操作系统, 可提高屏幕窗口化显示的刷新速度和页面的切换效率, 以及多任务的稳定切换。

### 2.2 网关系统设计

网关系统的总体结构由软件层和硬件层组成。硬件层包括嵌入式微处理器、以太网接口和串口模块。嵌入式微处理器采用 32 位 RT5350 处理器, 结合 WIFI 无线通信<sup>[3]</sup> 技术, 嵌入 Linux 操作系统 OpenWrt, 实现服务端与客户端的数据传输、

WEB 远程服务功能和通信协议的转换, 串口模块采用内部 RS232 通信接口, 波特率为 115 200 Mbps。其具体结构如表 1 所示。

表 1 网关总体结构

硬件层	RS232 串口通信接口	RT5350 路由芯片	WIFI 无线接口
软件层	应用服务程序		
	串口通信协议	网络通信协议	管理服务配置
	Linux 内核		

RT5350 集成了 360 MS 的 MIPS 24KEc 内核的完整 SoC<sup>[4]</sup>。集成的 RT2872 无线模块以 2T2R 架构可实现 300 Mbps 的数据速率, 具有丰富的通信接口, 例如 UART、PCI 等, 与本文 LCD 情报板 RS232 通信接口相结合, 完成 WIFI 与串口的相互转换, 以保证服务器通过 TCP/IP 协议发送的数据包传输给 LCD 情报板。网关系统框架如图 2 所示。

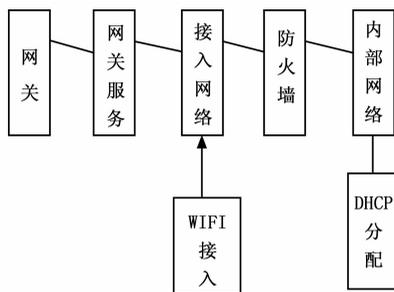


图 2 网关系统框架

## 3 软件系统设计

### 3.1 情报板系统设计

LCD 情报面显示界面开发软件采用图形嵌入式界面开发工具, 此工具涵盖多种控件元素, 并集成了 Windows 端可视化界面开发环境, 支持 JS 脚本, C 语言脚本, 通过该工具可完成静态外观 (如字体、窗口和样式等) 和动态行为的界面效果, 以及多任务系统设计。

界面显示采用多窗口机制, 内容模块化以及加入信息量判别标志。以便高效利用各窗口动态切换并显示信息, 防止窗口在未接收到信息显示指令时空白显示。信息显示流程如图 3 所示。

情报板上电后, 会完成全局脚本的初始化操作, 并且进入空闲循环等待状态。当接收到有效的对象控件事件触发时, 会立即执行控件中的动作脚本, 执行完毕后返回空闲循环等待状态, 情报板脚本执行过程如图 4 所示。

### 3.2 网关操作系统移植

OpenWrt 是基于 Linux 的高度模块化、自动化的嵌入式路由操作系统。其网络组建强大, 扩展性特别强。OpenWrt<sup>[5]</sup> 能够很好地支持 ARM 架构微处理器, 通过 MAKE 命令即可制作特定功能的嵌入式系统固件, 而 OpenWrt SDK 更加使开发工序方便易行。

OpenWrt 开发主要包含如下几个过程:

- 1) 创建 linux 的交叉编译环境;

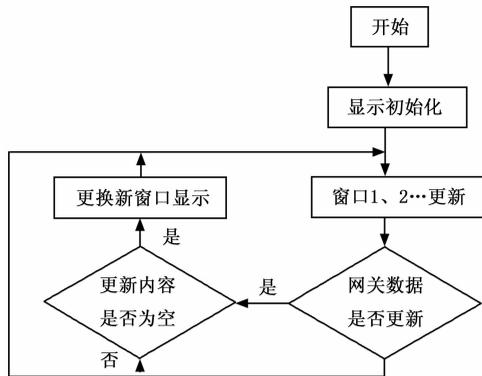


图 3 信息显示流程图

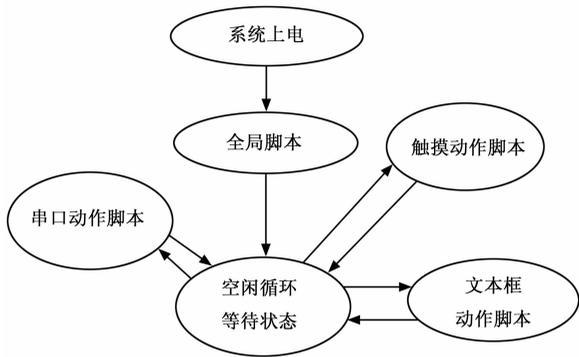


图 4 情报本脚本执行过程图

2) 移植 RT5350 Tool-Chain 工具链:

```
Step1:install toolchain
cp RT535x_SDK/toolchain/buildroot-gcc342.tar.bz2/opt
tar jxvf buildroot-gcc342.tar.bz2
mkdir /opt/buildroot-gdb
mkdir /opt/buildroot-gdb/bin
Step2:install LZMA Utility
tar xvf RT535x_SDK/toolchain/lzma-4.32.7.tar.gz
cd RT535x_SDK/toolchain/lzma-4.32.7
./configure
make
make install(auto install lzma to /usr/local/bin)
```

Step3:install mksquashfs utility

3) 移植 Bootloader:

```
Step1:Uboot Configuration(set the DRAM size,LAN/WAN Partition)
Step2:Build the uboot image
Step3:Burn the uboot image
```

4) 移植 linux 内核 (版本采用 Linux-2.6.2)

```
cd RT535x_SDK/toolchain/mksquashfs_lzma-3.2
make install (auto copy lzma_alone mksquashfs_lzma-3.2 to /opt/buildroot-gdb/bin)
```

5) 建立根文件系统:

```
cd RT535x_SDK/source
make menuconfig
```

Step1:选择板型号

Step2:选择 flash 和 SDRAM 大小

Step3:保存并退出

Step4:Compile Linux image

3.3 通信协议设计

该系统通信过程中采用了 TCP/IP 通信和 RS232 串口通信, 因此需要构建通信协议帧结构, 以保证信息传输的可靠性和完整性. 帧格式如表 2 所示.

① 帧头: 表示一帧开始, 内容规定为 FFAA.

② 帧长: 表示整帧内容的长度.

表 2 通信协议帧结构

帧头	帧长	窗口标识	数据协议	奇偶校验	帧尾
2byte	单位:byte	4byte	256 byte	1 bit	1 byte

③ 窗口标识: LCD 情报板有多个窗口, 并且每个窗口命名一个名字长度为 4 字节.

④ 数据协议帧结构格式:

[object name].[object property name]=[object value], [object name] 为控件自定义名称, [runtime property name] 为控件特定属性, [object value] 为空间对象值, 如 name.text="ABCDE", 此数据协议内容为名字是 name 的文本控件, 其值为 ABCDE.

⑤ 奇偶校验位: 采用奇偶校验方法以保证降低通信误码率.

⑥ 帧尾采用回车符, 表示一帧的结束, 长度为一个字节.

4 实验测试与验证

通过开发嵌入式 LCD 情报板网关系统实际产品并进行测试, 测试方法为: 在校园教室以及实验室等人流量较大的办公点安置此设备, 构建校园无线 VLAN, 通过 PHP 搭建的后台服务器定时给情报板发送内容, 并且不定期通过 WEB 界面实时对情报板显示内容、文本样式和窗口结构修改. 经测试, 情报板能够稳定的进行数据显示和高速的刷新数据内容, 网关能够可靠地完成数据协议之间的转换, 并且可以实时接收并解析后台发送的数据包, 整个系统运行良好.

5 结束语

嵌入式 LCD 情报板网关系统能够有效地提高信息发布的效率、扩大信息覆盖面和准确的进行信息显示. 操作者可以方便、快捷的通过 WEB 界面多台情报板进行内容修改和信息发布, 解决了目前通信方案中无法在一个大网络环境下控制多显示屏的难题, 该系统实际应用效果良好.

参考文献:

[1] 施忠华. 基于嵌入式 Linux 和 Sqlite 的 Web 服务器的研究与应用 [D]. 南昌: 南昌大学, 2012.

[2] Samsung Corporation. S3C2440A 32-bit RISC microprocessor user's manual [RB/OL]. http://www.samsung.com, 2009.

[3] 王 殊, 阎毓杰, 胡富平, 等. 无线传感器网络的理论及应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.

[4] 王庆波, 叶锡恩, 王贤礼. 基于 RT5350 的家庭网关的设计与实现 [J]. 无线电通信技术, 2015 (6): 61-64.

[5] 马 成. 基于 Linux 的嵌入式智能家居服务器的研究与设计 [D]. 南京: 江苏科技大学, 2013.