

# 基于 ARM11 的无线 AP 模式下的通信设计

任康磊<sup>1</sup>, 卢雷<sup>1</sup>, 林金星<sup>1</sup>, 蔡术亚<sup>2</sup>

(1. 南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京 210023;

2. 江苏英达思自动化技术有限公司, 江苏 南通 224600)

**摘要:** 主要对 Linux 系统进行适当的裁剪、编译后, 移植到 ARM11 微处理器中, 并直接通过 Linux 2.6.38 内核对网卡进行图形化界面的配置, 使系统能够完全支持 AR9271 网卡, 然后再利用 hostapd 应用程序与其配置文件 hostapd.conf 相配合, 开启 AP 模式, 在无需路由器的情况下即可构建一定范围内的无线局域网, 增强了整个系统的可扩展性和移动性; 同时, 在 socket 套接字基础上, 设计了 C/S 模式下的网络通信, 使远程 PC 与 ARM11 远程服务器实现无线通信。实验结果表明, 设置在 AP 模式下的 ARM11 不仅能在不同场景下与远程 PC 构成稳定、可靠的无线网络化通信, 而且针对常见的通信弊病, 因构建的小范围局域网能够扩展通信范围, 对通信具有一定的改善效果。

**关键词:** ARM11; 移植; 配置; hostapd; AP; socket

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2018)02-0178-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2018.02.038

## Communication Design in Wireless AP Mode Based on ARM11

REN Kang-lei<sup>1</sup>, LU Lei<sup>1</sup>, LIN Jin-xing<sup>1</sup>, CAI Shu-ya<sup>2</sup>

(1. School of Automation, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China;

2. Jiangsu Yingda Si Automation Technology Co., Ltd., Nantong 224600, China)

**Abstract:** The Linux system is properly cut and compiled, and transplanted into the ARM11 microprocessor. After graphical interface configuration for network card directly through the Linux 2.6.38 kernel, the system can fully support the AR9271 card, and then uses the hostapd application matched with its configuration file hostapd.conf, opening the AP mode. In the absence of the routers, we can construct a range of wireless local area network, which can enhance the scalability and mobility of the entire system. At the same time, based on the socket to design the C/S mode of network communications, it makes the remote PC and the remote server ARM11 constitute wireless communication. Experiments show that ARM11 in the AP mode can not only establish a stable and reliable wireless network communication with remote PC in different scenarios, but also improve the effect of communication to a certain extent for common communication ills due to the construction of a small area LAN expanding the communication range.

**Key words:** ARM11; porting; configuration; hostapd; AP; socket

## 0 引言

随着通信和网络技术的迅猛发展, WiFi 技术的发展尤为突出。随着 WiFi 在生活中应用的进一步深化, 各行各业都对无线网络部署提出了“全覆盖、高速率、简单管控”的需求<sup>[1-3]</sup>。但是, 在学校、大型商场、公共场所等一些场景下, 无线覆盖往往面对着信号盲区、速率低下、管控复杂等挑战。在此情况下, 在部署 WLAN 时, 应根据现场环境中的信号障碍因素、无线覆盖范围、吞吐量等进行评估, 可使用无线 AP (access

point) 作为另一种无线通信的选择<sup>[4-6]</sup>。

近年来, 科研人员对无线网络化的研究主要集中在 WiFi、ZigBee、3G 等场景中, 价格昂贵且系统软件实现复杂。而对无线 AP 的研究相对较少, 无线 AP 具有功耗低、价格适中、易安装、辐射范围广且传输速率高等优点<sup>[7-8]</sup>。

综上所述, 将无线 AP 与嵌入式技术相结合进行无线网络通信的研究, 对未来的学术科研具有一定的参考价值。

收稿日期: 2017-03-07

修回日期: 2017-07-19

网络出版时间: 2017-11-15

基金项目: 国家自然科学基金(61473158); 江苏省基础研究计划(自然科学基金)资助项目(BK20141430)

作者简介: 任康磊(1993-), 男, 硕士, 研究方向为网络化控制; 林金星, 副教授, 研究方向为混杂奇异时滞系统控制与滤波、交流电机调速系统优化控制、复杂火力发电机组多模型控制等。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20171115.1436.052.html>

## 1 整体设计

文中设计的基于 AP 模式的远程 PC 与 ARM11 通信的总体结构如图 1 所示。将 S3C6410 作为控制核心, AR9271 无线网卡作为通信媒介, 开启 AP 模式, 无需路由即可构建远程控制的无线局域网, 基于 socket 套接字实现与远程 PC 的无线通信。

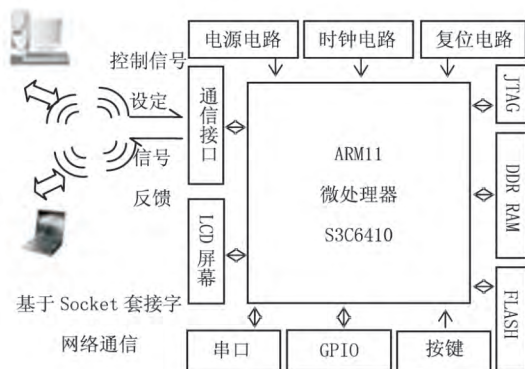


图 1 平台整体框架

## 2 硬件设计

### 2.1 开发板资源

选用的 ARM11 系列微处理器是 Samsung 公司近年推出的新一代 16/32 位 RISC 处理器, 并且采用新指令架构 ARMv6, 以 ARM1176JZF-S 为内核, 微处理器芯片为 S3C6410, 其核心时钟频率最高可达 667 MHz; 拥有的外部存储器有 Nand Flash、DDR RAM 等; 同时, S3C6410 内部还内置大量的片上接口, 常用的有 PWM 接口、4 通道定时器、GPIO、USB 以及 SD 主设备等<sup>[9-10]</sup>, 内部功能结构如图 2 所示。为减少 S3C6410 对内存的占有, 延长 Nand Flash 的使用寿命, 方便用户使用, S3C6410 还可将 Linux 系统导入 SD 卡中, 使 ARM 直接从 SD 卡启动。

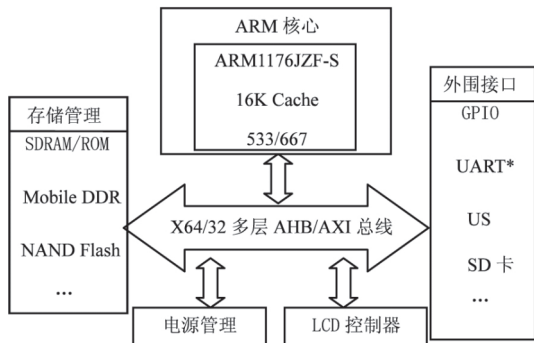


图 2 S3C6410 内部功能结构

### 2.2 USB 无线网卡选型

为实现 PC 与 ARM11 的远程通信, 选用型号 AR9271 的 USB 无线网卡。该网卡工作频率可以达到 2.4~2.483 5 GHz, 支持 IEEE 802.11n/g/b, 传输效率高达 300 Mbps, 并采用差分二进制相移键控等调制方式, 能够满足局域网内数据传输控制的要求。

## 3 软件设计

### 3.1 嵌入式 Linux 操作系统

#### 3.1.1 交叉编译环境的建立

利用计算机上丰富的封装库资源来设计程序, 再安装适合编译环境的交叉编译工具链, 编译生成可执行文件, 最后下载到目标板上进行测试<sup>[11]</sup>。文中 VM-ware 虚拟主机上的 Linux 为 Redhat 6, 交叉编译器为友善之臂公司提供的 arm-linux-gcc-4.5.1。建立交叉编译工具链的步骤如下:

```
#cd/tmp
#tarxvzfarm-linux-gcc-4.5.1.tgz-C/
#gedit /root/.bashrc
修改 export PATH=$PATH:/opt/FriendlyARM/
toolschain/4.5.1/bin
```

#### 3.1.2 配置和编译 U-boot

所涉及到的 u-boot 配置和编译, 使用的是 u-boot-s3c6410, 该版本支持 S3C6410 从 SD 和 Nand flash 两种方式启动, 因考虑到 Nand flash 的使用寿命和实验便捷的需要, 采用 SD 卡启动方式<sup>[12]</sup>。

编译结束后, 在当前目录下会生成后缀是 bin, 且支持 SD 卡驱动的文件, 只需将它烧写到 SD 卡中, 设置开发板从 SD 卡启动即可。

#### 3.1.3 内核移植

所谓移植就是在一些现成内核的基础上, 根据硬件配置及实验目的需要, 利用 make menuconfig 进行适当的剪裁, 保存关闭即可<sup>[13]</sup>, 如图 3 所示。



图 3 make menuconfig 配置界面

内核选用的是 Linux 2.6.38。移植过程如下:

```
#cd /opt/FriendlyARM/6410/linux/linux-2.6.38
#cpconfig_linux_s3c6410.config
#make zImage
```

编译结束, 在所对应的 boot 目录下生成内核文件 zImage, 将其烧到 SD 卡中。

#### 3.1.4 文件系统的制作

根文件系统是用来存放系统运行时所需的各种

脚、配置文件、库文件和相关工具软件的。它是系统启动时运行的第一个文件系统。该部分选用的是 yaffs2 格式的文件系统,制作步骤如下:

```
# cd/opt/FriendlyARM/6410/linux
#mkyaffs2image-128M\rootfs_qtopia_qt4\rootfs_qtopia_qt4.
img
```

把 rootfs\_qtopia\_qt4 目录压制为 yaffs2 格式的 rootfs\_qtopia\_qt4.img 映像,将其烧到 SD 卡中。

综上所述,将配置、编译完成的 U-boot、zImage、yaffs2 烧写到 SD 卡中,并将 SD 设置成引导启动。当开发板启动时将会自动加载 Linux 系统。

### 3.2 网卡驱动配置和接入功能的实现

Linux 2.6.38 内核已支持无线网络通信功能,但需要进行配置后才可使用。因此,使用图形界面对内核进行配置,使内核支持 USB2.0 协议、IEEE802.11 协议、TCP/IP 协议和读写 E<sup>2</sup>PROM。完成以上配置后,系统就能完全支持 USB 接口的网卡。内核配置无线网络驱动方法如下:

(1) 执行 make menuconfig 命令,分别对内核中 Networking support 和 Device Driver 作适当的裁剪,分别勾选出对应的 Wireless 和 Wireless Cards 相关配置项,再编译并下载至 S3C6410;

(2) 将后缀名称为 fw 格式的无线网卡文件放到库文件 firmware 下。

建立远程 PC 客户端与 ARM 服务器的通信,需要 USB 网卡工作在 AP 模式,开启无线接入功能,使系统无需路由器即可构建局域网。USB 网卡的无线接入可利用 hostapd 实现,hostapd 可以是一种 AP 的认证服务器,负责控制管理站的接入和认证,也可以是一种在 Linux 上构建无线接入点较为方便的工具。通过 hostapd 可以将无线网卡切换为 AP 模式,通过修改配置文件,可以建立一个开放式的 WEP、WPA 或 WPA2 无线网络<sup>[14]</sup>。具体步骤如下:

(1) 配置、编译 hostapd。

```
#cd hostapd-2.0/hostapd
#cp defconfig .config
```

用 GCC 编译后,利用 make、make install 编译、安装 hostapd,将生成的 hostapd 复制到 bin 目录下。

(2) hostapd 必须与后缀名为 conf 的配置文件相互配合才能运行,且还需对配置文件 hostapd.conf 作适当裁剪。代码主要部分为:

```
ssid=S3C6410
wpa_passphrase=zxc12345
wpa_key_mgmt=WPA-PSK
.....
```

(3) 修改/etc/mdev.conf 的配置文件,每次启动系统时,该无线 AP 就能动态分配 IP。而配置文件又依

赖于脚本文件 auto\_wifi\_ap.sh。因此,还需对脚本文件进行修改,关键代码如下:

```
if[ $ ACTION = "add" ];
then
hostapd - B /etc/hostapd.conf
ifconfig wlan0 192.168.0.103
dhcpcd - cf /etc/dhcpcd.conf wlan0
else
killall hostapd
killall dhcpcd
fi
```

### 3.3 服务器/客户端通信应用程序设计

该网络采用的是基于 TCP 协议的可靠传输。TCP 流套接字是一种面向连接、可靠的数据传输的套接字类型,该类型套接字可实现数据无重复、无差错、无丢失,为稳定可靠的通信提供保障。

在嵌入式 Linux 系统中,socket API 是一种处于用户空间与内核空间之间通信交互的接口,且屏蔽了具体底层细节,用户可迅速上手<sup>[15]</sup>。基于 socket 网络通信程序流程如图 4 所示。

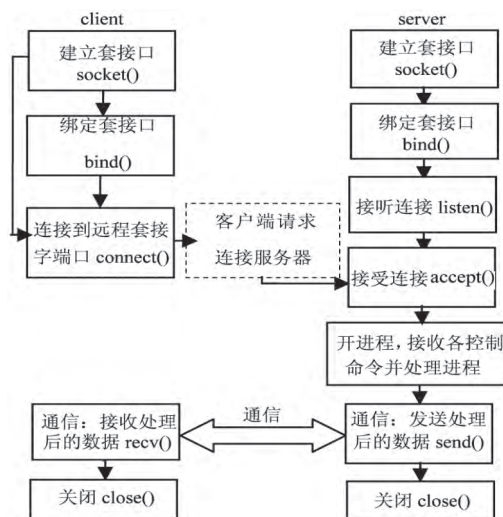


图 4 基于 socket 网络通信的工作流程

## 4 实验及性能分析

将开启 AP 模式的 ARM11 作为服务器,远程 PC 作为客户端。外界因素都会对无线通信系统的性能造成影响。因此,本次试验主要从远近距离和障碍物间隔对通信时延进行测试分析。

将远程 PC 虚拟机 IP 设置为: 192.168.0.102, ARM11 的 IP 地址设置为: 192.168.0.103,且客户端和服务端需设置在同一个网段内。

### 4.1 远近距离测试

远近距离测试时,分别选择 100 组采样数据进行实验,近距离选择在 10 m<sup>2</sup> 的室内,远距离选择在 30 m 左右的地点,对它们通信时延状况进行分析,如图 5

所示。

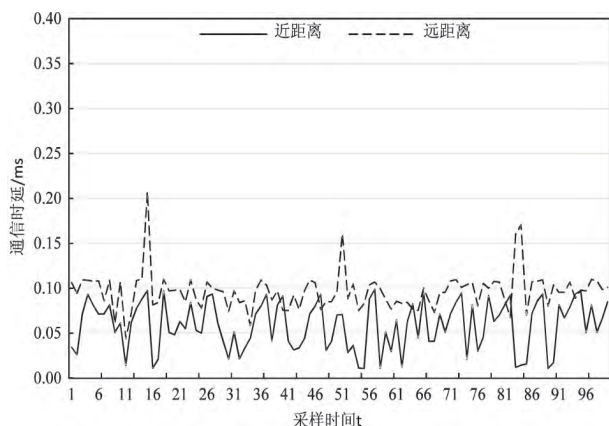


图5 远近距离测试图

由图5可知,进行远、近距离采样传输测试时,近距离数据传输时延稳定在0.1 ms以下,通信质量很好;而远距离通信时延也能基本维持在0.1 ms附近,但有些数据会出现稍长的延迟,但基本满足无线通信的要求,对通信传输的影响较小。

#### 4.2 障碍物测试

选择墙面较多的地点进行障碍物间隔测试,如图6所示。在墙面障碍物较多的地点进行数据通信测试时,出现了明显变化,在多个时间点处出现大量时延“毛刺”,但大多数还是能稳定在0.1 ms处。

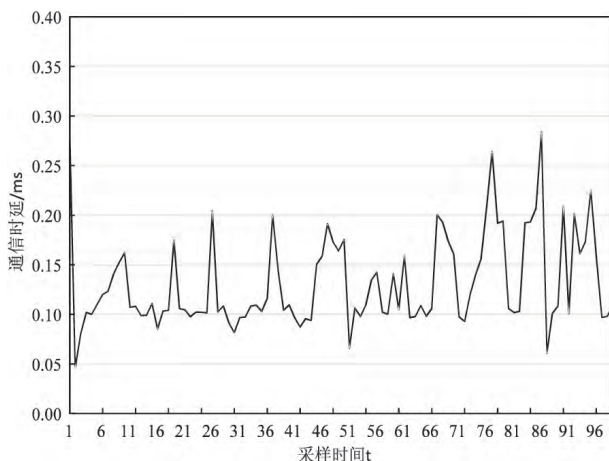


图6 障碍物阻碍测试图

综上所述,无论是远近距离测试,还是在障碍物较多地点进行测试,在无线AP网络环境下,都能够稳定、可靠地进行数据传输。

### 5 结束语

主要结合 hostapd 工具,将 ARM11 设置为 AP,构建成一定范围的局域网,使局域网络的灵活性、可拓展性得到提高,并且能够覆盖在通信过程中所遇到的“通信死角”。由不同场景下的通信测试可知,所设计

的基于 ARM11 无线 AP 模式下的通信能够稳定、可靠地进行,对未来的科研、生产及生活都具有一定的实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 孙勇,陈小惠. WIFI 与 GPRS 在远程医疗中的应用及研究[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(8): 200-203.
- [2] 杨顺,李明. 基于 ARM 和 WiFi 技术的远程自动抄表系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2013, 21(11): 3068-3071.
- [3] 何少佳,史剑清. 基于 ARM 的家居远程视频监控平台[J]. 计算机系统应用, 2014, 23(9): 47-51.
- [4] HEYDARIAAN M, GNAWALI O. WiFi access point as a sensing platform [C]//Global communications conference. [s.l.]: IEEE, 2016: 1-6.
- [5] KANG X, CHIA Y K, SUN S, et al. Mobile data offloading through a third-party WiFi access point: an operator's perspective [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2014, 13(10): 5340-5351.
- [6] CAO J, TU G, LIANG L, et al. Design of power grid environment monitoring system based on WLAN [C]//Second world congress on software engineering. [s.l.]: IEEE, 2010: 30-33.
- [7] 程金晶,魏东岩,唐阳阳. WLAN 指纹定位中 AP 选择策略研究[J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(3): 1-5.
- [8] 蔡立三. 基于 ARM 的无线 AP 的设计[D]. 北京: 中国科学院研究生院(空间科学与应用研究中心), 2009.
- [9] SHAO H, YANG C, ZONG N, et al. The design of a hospital environment data acquisition system based on ARM11 and embedded Linux [C]//Proceedings of the 2nd international conference on computer science and electronics engineering. [s.l.]: Atlantis Press, 2013.
- [10] 韦东山. 嵌入式 Linux 应用开发完全手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [11] 蔡利平,任家富,董锐,等. 基于 ARM 的 NandFlash 启动分析与移植[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(3): 931-935.
- [12] 杜世昌. 基于嵌入式 Linux 的设备驱动程序设计的研究[D]. 西安: 中国科学院研究生院(西安光学精密机械研究所), 2013.
- [13] 胡祖宝,董国通. 基于 S3C2440 的嵌入式 Linux 内核移植及字符设备驱动开发[J]. 工业控制计算机, 2015(12): 14-15.
- [14] 王提升. 基于 ARM 和 WLAN 的移动机器人远程监控系统研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- [15] 邴哲松,李萌,邢东洋. ARM Linux 嵌入式网络控制系统[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012.