

基于 ARM 的无线网卡设备驱动设计

0 引言

随着移动通信和便携通信的发展,无线局域网 WLAN 日渐普及。系统中无线局域网的接入,既可以实现对嵌入式系统的无线控制和数据传输,又可以满足一些特殊应用的场合。这里通过对 USB 无线网卡的 Linux 设备驱动的深入理解和分析,成功地移植在 Atmel 9261 arm 处理器上实现了嵌入式系统的无线局域网接入。利用该平台,可以进一步设计完善医用伽马相机和小型 SPECT 设备的手持数据采集系统,使得控制人员能够远离数据采集现场,而通过远程终端来控制现场数据和各种控制信号,较好地解决了安全性问题。

1 硬件系统构成

1.1 USB 无线网卡介绍

无线网卡是无线局域网(WLAN)的重要组成部分,WLAN 的物理层及 MAC 层是用无线网卡的硬件及其软件完成的,而 LLC 层以上各层均由计算机软件来实现。WLAN 包括进行通信的网络接口卡(简称无线网卡)和接入点/桥接器(AP/网桥)。其中,无线网卡提供了最终用户设备(手持设备)与接入点/桥接器之间的接口。目前,无线网卡主要以 PCMCIA, CompactFlash(CF)卡的形式广泛应用。大多数可用的无线网卡都是基于 Intersil Prism 或 Lucent Hermes 芯片组的,其中 USB 设备的无线网卡则由 Atmel 芯片组支持。该系统采用 D-Link 的 WL-122 无线网卡,芯片组为 Prism2,它通过 USB host port 接入。

1.2 系统构成

主控制器采用 Atmel 9261,工作频率 180 MHz,具有 16 KB 数据 cache 和 16 KB 指令 cache,外接 64 MB NAND FLASH 和 64 MB SDRAM,外围接口由 10/100 Mb/s 自适应以太网卡,3 个 USB 2.0 接口,2 个通用异步收发器(UART),LCD 接口以及串行外围接口(SPI)等组成,可以方便地外接工作设备。操作系统采用 Linux 2.6.15; Bootloader 采用 U-boot; 根文件系统采用 ramdisk。系统启动后挂载 yaffs 文件系统,该系统采用 Atmel 公司的 Atmel 9261 开发板,外围接口包括 2 个 USB host 接口,其中一个外接 USB 无线网卡。无线路由器采用 Cisco-Linksys 的 WRT160N,支持 802.11g 标准、TCP 协议和 TFTP 协议,如图 1 所示。

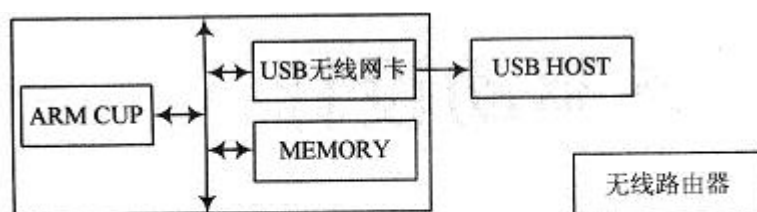


图 1 硬件结构

2 USB 无线网卡驱动

2.1 Linux USB 驱动模块结构

对于接入系统中的 USB 无线网卡，从 CPU 的角度首先看到的是 USB 总线，然后才是网卡芯片，所以 USB 驱动要先于网卡驱动实现。USB 设备接口有主机端与设备端区别，因而 USB 驱动程序也有 USB 主机端驱动程序与 USB 设备端驱动程序之分。在主机端方面，主要有 UHCI 和 OHCI 两种规范。

上层的应用软件对系统的 USB 设备进行访问是通过文件系统的形式进行的。每个连接到系统总线上的 USB 设备可以同时对应一个或多个驱动程序，即每个 USB 设备可以在 Linux 系统上设置一个或多个节点供应用程序使用。

由于 USB 接口为主从方式和多设备连接的树状网络结构，所以 USB 主机必须具备对所有连接在总线上不同类型的 USB 设备进行配置管理的功能。Linux USB 主机驱动程序可以同时支持多路 USB 总线功能，每路 USB 总线独立工作。USB 主机驱动由 USB 主机控制器驱动 (HCD)，USB 驱动 (USB D) 和不同的 USB 设备类型驱动三部分组成。图 2 描述了 Linux USB 驱动程序的结构。Linux 定义了通用请求块 (Universal Request Block, URB)，用来在 USB 设备类驱动程序与 USB D，USB D 与 HCD 间进行数据传输。

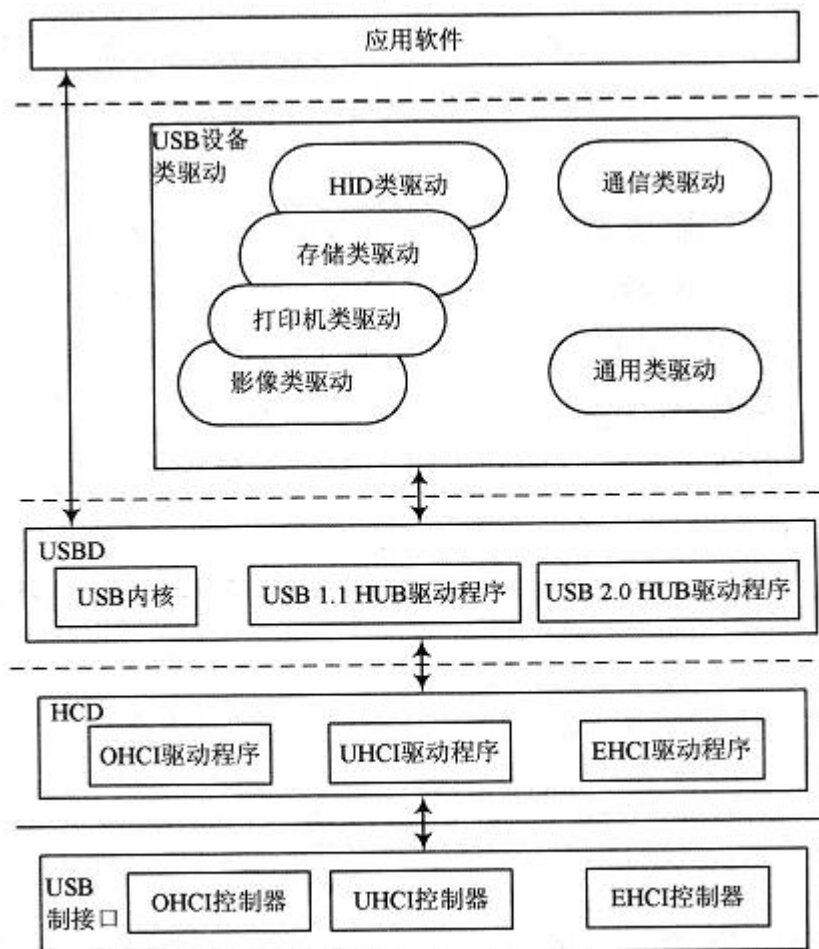


图 2 Linux USB 驱动程序的结构

2.2 Linux 网络驱动程序结构

所有的Linux网络驱动程序都遵循通用的接口。设计时采用面向对象的方法，即一个设备就是一个对象(net device结构)，它内部有自己的数据和方法。一个网络设备最基本的方法有初始化、发送和接收。Linux网络驱动程序的结构可以划分为网络协议接口、网络设备接口、设备驱动功能和网络媒介四层。网络驱动程序中最主要的工作就是完成设备驱动层功能，使其满足所需要的功能。

2.2.1 USB 无线网卡驱动设备的访问和控制

与PCI,ISA等设备不同，USB,1394等新一代总线没有IO/MEM映射、中断和DMA硬件资源，取而代之的是抽象出来的硬件资源概念。对USB设备来说，资源主要包括配置(configuration)接口(interface)和端点(endpoint)。这些资源中，端点对于USB设备有着最重要的意义，实际的数据传输就是通过端点的读写实现的。驱动程序通过描述符来获取这些资源。在初始化时，USB驱动程序从设备端点0读取描述符，经过解析后保存这些资源的属性，

为传输数据做准备。

2. 2. 2 USB 网络设备驱动程序设计

USB 无线网卡驱动程序首先向 USB 子系统注册自己，然后通过 vendor id 和 device id 来判断硬件设备是否已经插入总线，摄像头驱动程序需要创建一个

usb_driver 数据结构：

```
Struct usb_driver rtusb_driver = {  
    .name = "rt73",  
    .probe = usb_rtusb_probe,  
    .disconnect = usb_rtusb_disconnect,  
    .id_table = rtusb_usb_id,  
};
```

当无线网卡插入 USB 总线时，USB core 就会调用 Probe 方法来检测被传递进来的信息，以确定无线网卡设备是不是与驱动程序匹配，同时填充 struct net_device 完成对该网络设备的初始化。当无线网卡被拔出时，USB core 就会调用 Disconnect 方法来完成清除工作。驱动程序通过显示模块的初始化和消除函数注册与注销模块调用 module_init 来初始化一个模块，并在卸载时调用 module_exit 函数。

Probe 函数主要代码如下：

```
netdev->open = usb_rtusb_open; // 设定 open 函数  
netdev->hard_start_xmit = RTMPSendPackets;  
// 设定发送函数  
netdev->stop = usb_rtusb_close; // 设定 close 函数  
netdev->priv = pAd; // 设定私有数据指针  
netdev->get_start = rt73_get_ether_start;  
// 设定状态统计函数
```

其中，open 函数主要完成对描述网卡硬件数据结构 pAd 的初始化，包括 urb 包接收函数、接口配置函数、初始化发送接收数据结构和 MAC 地址拷贝函数，以及最后开始的 net_dev 数据发送接收函数。RTMPSend-Packets 函数负责发送包装好的网络数据包。无线网卡驱动与 USB core 的通信则通过中断/批量的方式来传送。

3 编译与测试

3.1 无线网卡驱动编译

该系统的 Linux 内核版本为 2.6.15，在宿主主机上进行内核配置，通过“make menuconfig”将内核中不必要的功能去掉，增加对 WLAN 的支持。依次点击 De-Vice Driver→Network device support→Wireless LAN(non-hamradio)→选中 Wireless Lan drivers(non-hamradio)&Wireless Extensions；然后进入通用 USB-WLAN 驱动程序源码，修改 makefile，将内核文件夹选项重新定位在刚才编译好的 Linux 内核下，通过“make”在该文件夹下编译生成 rt73.ko 驱动模块。

在 arm 嵌入式 Linux 开发中文件的传输方式有多种，比如 TFTP 服务和 NFS 文件系统。在此采用将 rt73.ko 驱动模块下载至开发板，由于 Linux 支持模块的动态加载，所以可以很方便地将该模块用“insmod”加载至内核，通过“lsmod”查看加载的模块，之后 rt73 模块已经被成功加载。

在开发板文件系统中添加无线管理应用程序，和 iwconfig, iwapy, iwlist 等，用于配置频率、网络、ID、ES-SID、接受灵敏度、接入模式、无线网络标准、加密开关。

最后编写无线网络启动和自配置程序，实现自动配置 IP 地址和无线网卡。至此整个无线网卡驱动程序全部编译完成。

3.2 测试结果及分析

启动无线网络，编写测试带宽程序。该测试程序采用 C/S 设计模式，客户端运行在 arm 开发板上，服务器运行在局域网内一台 Linux PC 上。改测试程序的工作流程主要如下，客户端分别发送不同大小的字节流，经服务器处理计算出对应的带宽，可以得到一条宽带曲线，进而得到网络实际能够达到的最大带宽。经反复测试，该无线网卡能够稳定工作，在距离 AP 50 m 的半径内下带宽为 6 Mb/s，距离理论值 54 Mb/s 还有一定距离，具体原因正在分析中。测试结果如图 3 所示。

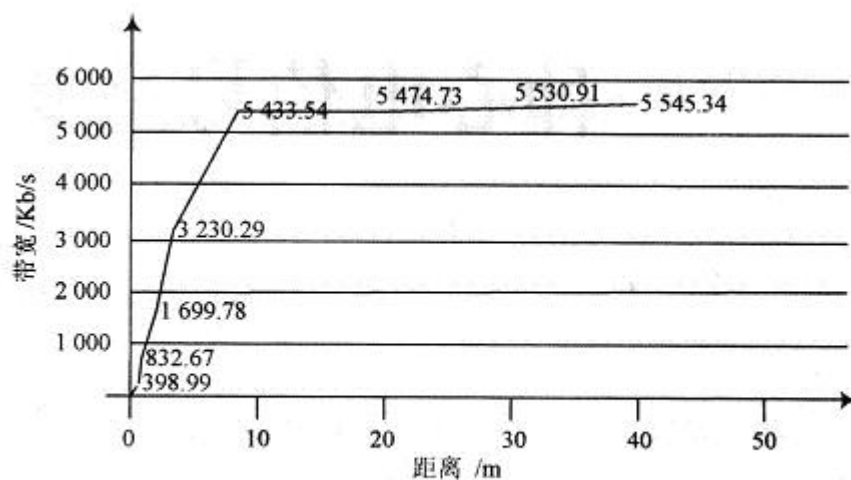


图3 无线网络带宽测试图

4 结语

Linux 作为当今市场上嵌入式系统使用比例最高的操作系统，其驱动模式支持模块堆叠技术，内核开发者已提供了一些通用模块。现从工程应用出发，研究并移植了Linux下USB无线网卡的设备驱动，以此为基础既可以构建嵌入式无线局域网，又可以用于有线网络无法延伸或难以安装，以及有可灵活移动和临时性使用等要求的、诸如外加摄像头和图像处理芯片的场合，还可以用于工业现场中的远程无线视频监控。