



基于ATM的ADSL网关的研究与实现

钟晓建 潘贵敦 梁小宇 马亲民 (华中师范大学物理系 430079)

摘要 本文从硬件和软件结构上描述了基于ATM的ADSL网关的设计和实现。硬件上采用了嵌入式体系结构,用AMD公司的ElanSC520作协议处理器和网络处理器,可扩展1~5个PCI总线设备;软件是在Linux基本内核基础上整合了必要的驱动模块重新编译而成的可执行映像作为网关的操作系统,存放在快速闪存Flash上。用ADSL作宽带接入设备,另一侧接局域网用户,实现了小型办公室和家庭(SOHO)共享带宽上网。

关键词 ADS 网关 无线接入点 RFC1483 RFC2364

1 引言

当今为了有效利用现有资源——电话线,提出了ADSL [2](不对称数字用户环路)的技术,利用电话线上高于话音频带的带宽(4K~1.1MHz),采用离散多音频调制来调制高速数字信号(传统的Modem是用话音频带来调制数字信号的),下行速率可达8Mbit/s,上行可达1.5Mbit/s。随着超大规模集成电路(VLSI)和数字信号处理(DSP)技术的不断进步,DSL技术也不断趋于成熟。在软件上,考虑到Linux源代码的开放性和免费性,我们采用根据硬件结构来定制内核的方法,整合了必要的驱动模块来作网关的操作系统,不仅完成对ADSL接入模块、以太网模块以及无线局域网(WLAN)无线接入点AP模块的驱动,还提供DHCP(动态主机IP地址分配协议),SNMP(简单网络管理协议)以及IP防火墙(主要是IP地址过滤)等应用功能。

2 硬件体系结构

2.1 AMD微控制器总体构架

用作协议处理器和网络处理器的ElanSC520在嵌入式环境下功能强大,是AMD公司推出的最新的微控制系统,支持32位PCI外部总线。它集成了一个工业级的X86结构的处理器,从而为与X86结构适配的软件提供了良好的接口和易移植性, Linux操作系统可以很好的支持X86平台。内建高速的PCI外围总线接口符合PCI V2.2规范,可扩展1~5个PCI总线设备,通过其内部的PCI总线仲裁机制来决定与哪一个PCI设备进行互通信。PCI总线的最高传输速率可达132Mbytes/s。在ADSL网关设备的设计中,我们使用了三个PCI总线设备,这三个总线设备共享PCI总线与ElanSC520进行通信。ElanSC520微控制器还具有高性能的SDRAM和ROM/FLASH接口,同时还有用于配置和调试的RS-232串行接口,可以接模拟终端。基于ATM的ADSL网关的硬件体系结构如图1所示:

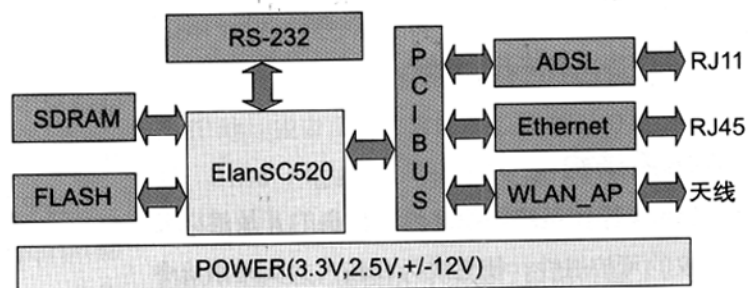


图1 ADSL 硬件体系结构

2.2 ADSL 接入设备

ADSL 接入端采用 Itex 的 Apollo 3 的 PCI 解决方案, 其芯片组包括线路驱动, 模块前端, 和数字收发器, 完成对电话线路上信号的发送和接收滤波, 线路放大, A/D 和 D/A 转换, FFT/IFFT 等数字信号处理, 以 PCI 总线形式与 ElanSC520 进行通信。该组芯片将 PCI 到 UTOPIA(标准信元接口) 的转换功能集成到 DMT 收发器和 ATM 的成帧器中, 将线路接收器集成到模块前端中。通过主处理器的控制, Apollo 3 不需要额外的存储设备和控制器, 使板上的控制需求最小化, 从而大大降低了功耗。其结构如图 2 所示:

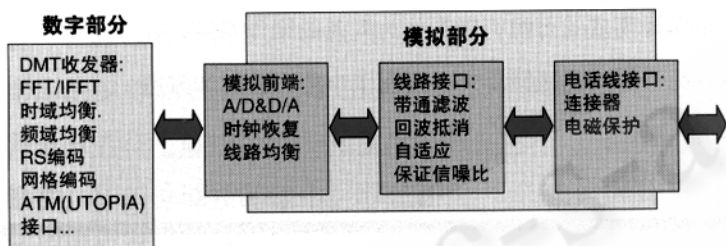


图 2 ADSL 线路接入端结构

信号由 RJ-11 电话线接口进来, 收端通过接收滤波器送到接收部分进行滤波、信号放大, 经 A/D 变换, FFT 变换, 送往处理器进行处理, 而发端由处理器出来的数字信号经过 IFFT 进行 DMT 调制, 再经过线路驱动模块, 发送滤波送往电话线路上进行传输。

2.3 以太网接口

以太网采用的使 Realtek 的 RLT8029AS 芯片, 它是一种 NE2000 兼容的 PCI 设备, 符合标准的 802.3CSMA/CD 协议规范。其全双工特性允许同时发送和接收, 集成了曼彻斯特编解码器, 可以用于无盘式工作站。

2.4 WLAN_AP 接口

为了方便笔记本电话共享电话线上网, 我们在用户端还提供了 WLAN_AP 接口, 可以方便的进行无线局域网的组网, 在这里我们使用了 TI 公司的 PCII410A 桥芯片将 PCI 信号转为 PCMCIA 信号, 接无线网卡, 将数据包封装为符合 IEEE802.11b 协议的帧进行传输。

3 软件体系结构

由于 Linux 操作系统的稳定性、优良的开放性以及 TCP/IP 协议的可扩展性, 使它成为在嵌入式实时系统中应用较为广泛的操作系统, 它还是免费的, 可以根据需要进行剪裁。

构建嵌入式操作系统, 首先考虑到我们的应用是在一个嵌入式的应用环境下没有多少可用的内存, 更没有多少可用的外存, 操作系统必须存放在有限的存储器——Flash 中, 于是我们根据硬件的构架来定制我们需要的 Linux 内核, 根据 ITU-T G.992.1 的规范, 对于基于 ATM 的网关应用, 我们要为 kernel 加上对 PPP over ATM 的 patch(补丁)。在 ATM 基础上支持 Internet, 实际上可以归结为在 ATM 上如何支持 TCP/I 的问题, 即 ATM 如何承载 IP 包的问题, 在 ADSL 网关应用中, 通过 ADSL 线路接入 Internet, 遵循的是点到点协议, 因此 ADSL 接入端的驱动程序除了对底层硬件的驱动还要提供 PPP over ATM 的上层驱动, 它将作为内核的一个可载入模块进行调用, 这样 ADSL 网关的协议栈可以表述为图 3 所示:

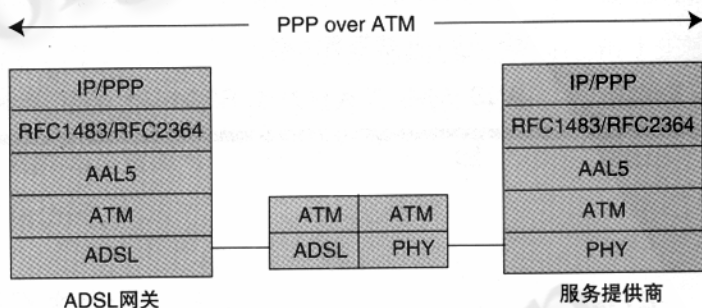


图 3 ADSL 网关的协议栈

在图 3 中, AAL5 是 ATM 适配层, RFC1483 [3] 是 ATM 适配层第五类型的多协议封装规范, 描述了在 ATM 端系统中怎样在主机、桥设备和路由设备之间承载多协议业务。在 ADSL 网关中, 根据 ITU 的协议规范, 信号经过一系列变换以 ATM 信元的形式输出, 因此我们要在 ATM 适配层的基础上将信号变成上层协议能够识别的包, 从而决定该包是否转发, 丢弃或者接收。根据 RFC1483 协议, 有两种多协议封装的形式, 一种是 LLC 封装多协议, 即 LLC-SNAP 模式, 在同一个 VC 上承载多协议, 协议类型包含在 LLC 头中, 另一种是 VC-MUX 模式, 不同的协议使用不同的 VC, 则不需要在协议头中指明协议类型, 而具体哪一个 VC 承载哪一种协议则是在链路初始化的时候协商, 这种方法降低了链路开销, 但在虚拟连接数量有限的情况下多数还是使用 LLC 复用。实现这个功能是通过在 Linux 内核中加载 PPPOA [4] 模块来实现的。

PPP 包中包括三种类型的信息:

- (1) Link Control Protocol(LCP) 用来协商链路参数, 包的大小, 以及认证类型;
- (2) Network Control Protocol(NCP) 指明高层协议的

信息，可以是 IP、IPX 及其控制协议；

(3) 数据帧。ADSL 遵循的协议是基于 ATM 的，在物理层以上是以 ATM 信元格式存在的，发送时，ATM 信元传到下一层以后被 ADSL 的 firmware 组装成 ADSL 帧，然后在物理层进行扰码，RS 编码，交织，网络编码以及 IFFT 变换，然后送到模拟前端进行 D/A 变换，转换为模拟信号，再经过信号放大在电话线上传输，相反在接收时进行相应的反变换，对接收的模拟信号进行 A/D 变换，FFT 变换，维特比译码，解交织，RS 译码，解扰，分解 ADSL 帧变成 ATM 信元。对于 ADSL 网关来说，PPP over ATM Adaption Layer 5 (AAL5) RFC2364 是用 AAL5 作为成帧协议，支持 PVC，SVC，对于每一个环路要分配一个唯一的一组 VPI/VCI，同时为了维护和管理 VPI 的使用，一般由用户端指定 VCI，而 VPI 一般由网络服务提供商给定。PPPOA 是 ADSL 协议栈的基本部分，它依赖于 RFC1483，工作在 LLC-SNAP 或 VC-MUX 模式下，用户端设备(CPE)封装 PPP 包的过程就是以 PPPOA 协议来进行 ADSL 环路和 DSLAM 上传输数据的。AAL5 的公共部分汇集子层(CPCS)的协议数据单元如图 4 所示。

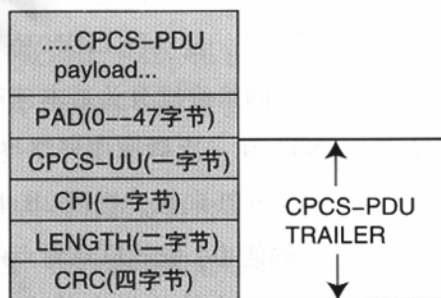


图 4

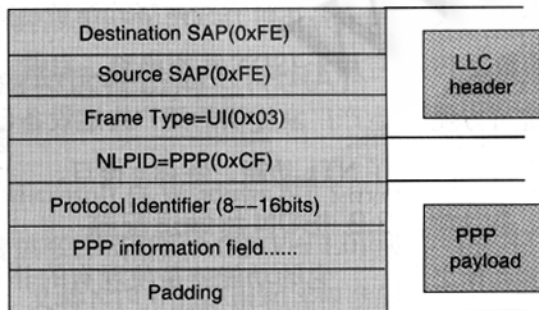


图 5

其中 CPCS-PDU Payload 部分是 AAL5 协议的数据部分，最大为 $2^{16}-1$ 个字节，这是因为在下面的二字节的 LENGTH 域中限定的。PAD 中有 48 个字节，刚好为一个

信元的数据域，由 SAR(分段重组)子层生成，CPI 域是为了使 CPCS-PDU TRAILER 成 64 位而填补上去的，CRC 采用 32 位的循环冗余校验码。

考虑到有限的虚拟连接的数量，我们采用的是 LLC 封装多协议的模式，即 LLC-SNAP 模式，其 CPCS-PDU Payload 域如图 5 所示。包括：

- ① LLC 头：3 字节，其中两个字节指定了一个目的 SAP(0xFE)和源 SAP(0xFE)，后面是帧类型，为 Un-numbered Information=0x03；
- ② Network Layer protocol Identifier(NLPID)，这里使用的是 PPP 其类型值为 0xCF；
- ③ PPP 协议标识域为一和二字节；
- ④ PPP 信息域；
- ⑤ PPP 填充域。

对于局域网内的用户通过以太网口和 Wireless LAN 的天线与网关互联，其中以太网和 Wireless LAN 使用不同的网段，网关要做的事情是查看用户的 IP 包，如果是发往本局域网的，那要看是不是同一个网段的，如果是同一个网段则丢弃，如果不是同一网段，则发向另一网段，也就是说在本地的包业务通信中，起了一个桥接的作用。如果不是发向本局域网，而是发向广域网的包则通过 PPP 端口转发，实现其路由功能。

重新编译内核 [5] 时除去对硬盘、鼠标、显卡、键盘的支持，保留网络支持、串口支持、FLASH 文件系统，文件系统放在 Flash 上，把存放文件系统的 Flash 作为 RAMDISK 来使用。这样可以在线升级网关操作系统。我们采用的内核版本是 2.2.16 加上 PPPOA 的 patch，这样得到的内核大小是 4 百多 K，内核的核心主要是进行内存管理，启动和中断。为了实现应用网关功能，在应用层我们还根据实际需要编译进了基于 IP 地址过滤的防火墙，网络地址解析，简单网络管理，动态主机地址分配，和 WEB 服务器等应用程序。我们使用串口(RS-232)与网关的命令行接口，通过 shell 测试系统命令，运行应用程序，或用 GDB 对应用程序进行调试，在配置前需要确认 DSL 线路与 DSLAM 连接，然后设置好 VPI/VCI 值，还要有一个静态 IP 地址或者由 ISP 负责动态 IP 地址分配。网关在启动时，BIOS 上电自检，引导网关操作系统，加载 ADSL 模块，ADSL 线路进行握手操作，初始化链路，进入 SHOWTIME。就表示可以进行数据传输了，我们将网关和局端相连，分别做了 PING 和 FTP 测试，网关工作很正

(下转第 51 页)

(上接第 54 页)

常,并且局域网中的机器可以通过网关访问局端数据。

4 结束语

硬件部分的设计主要是参考了 Itex 的 ADSL 解决方案以及 AMD 的 ElansC520 评估板的设计,调试的时候是分块进行调试的,各个模块工作较正常。软件部分主要是在对 Linux 内核进行了精简,各个驱动模块主要是在原有源代码基础上进行改写,驱动程序和用户界面还有待进一步完善,在串口连接的终端上运行较为友好的图形用户界面。

测得的线路上行速率为 544Kbps,网络速率(去掉 ADSL 链路开销)为 448Kbps,下行链路速率为 8160Kbps,网络速率为 7616Kbps。可

见用 ADSL 做宽带解决方案较传统的 modem 速率有很大提高,可以保证多媒体实时可靠的通信。■

参考文献

1 Advanced Micro Devices Inc. ElanSC520 Microcontroller User's Manual 1999.

- 2 Asymmetrical Digital Subscriber Lines(ADSL) ITU-T Recommendation G.992.1, Geneva, June, 1999.
- 3 D. Grossman J. Heinanen Request for Comments 1483 Network Working Group September 1999.
- 4 G. Gross M. Kaycee Request for Comments 2364 Network Working Group July 1998.
- 5 纪纯杰、贺晓燕, Linux 内核源代码分析及常见问题解答,人民邮电出版社,2000.7.

