

• 专题, 光纤同轴电缆混合 (HFC) 网技术 •

基于双向 HFC 的数据通信系统及其接入终端的设计*

郭东辉

(厦门大学技术物理研究所 厦门 361005)

摘要 双向光纤同轴电缆混合网(HFC)是今后宽带多媒体通信的重要基础网络之一。本文对基于HFC的宽带数据通信系统提出一种集成的解决方案,并具体描述该系统接入终端即Cable Modem的各功能模块原理及其软硬件设计的实现方案。

关键词 宽带接入 Cable Modem 集成设计 双向HFC

1 引言

随着互联网用户的日益普及,人们对音频和视频等宽带数字通信业务的需求迅速增长,这就迫切要求宽带用户接入技术的实用化和产品化。目前以双向有线电视网为基础的光纤同轴电缆混合网络(HFC)宽带接入技术被认为是最经济、最可行的宽带接入解决方案之一。美国和欧洲为此均提出了基于双向HFC实现宽带数字通信的相关标准^[1,2]:IEEE 802.14和MCNS(Multimedia Cable Network System)的DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specifications)。一些先进的半导体公司根据这些标准已设计出相应的芯片级解决方案,如Motorola公司的

MCT4400套片,TI公司的LBT400DV套片,Connex公司的CN9420CM套片等。而有实力和技术的国外公司分别根据自己的技术或已有的芯片方案相继推出相应的Cable Modem及其终端产品(CMIS,Cable Modem Termination System),如:Motorola公司推出的CyberSurfr产品,Bay Networks公司推出的Lancity产品,COM21公司推出的Comport产品,Terayon公司推出的TeraPro产品等等。由于我国有线电视用户已几乎覆盖全国大中小城市,Cable Modem的市场潜力巨大,为了保护国内电子信息产业,我国也正在积极制定自己的体制标准^[3]。目前,国内的企业也正积极开发自己的Cable Modem产品,由于国内还没有统一的标准,因此,大多数企业还处于研究或直接采用国外半导体厂家的套片来组装样机的阶段。但是,采用国外半导体厂家的套片需要付高昂的知识产权费,这对一般的研究单位或企业是不现实

* 本项目得到国家自然科学基金的资助

2 RFC2069, W3C, 1997

3 ISAPI Specification, Microsoft

4 M. 3300 TMN F interface requirements, ITU

5 岑贤道, 安常青. 网络管理协议及应用开发. 北京: 清华大学出版社, 1998(7)

6 孔令萍, 李建国. 电信管理网. 北京: 人民邮电出版社, 1997(12)

The Application of Web Technology Based on Telecommunication Network Management

Zhang Li Yu Yong

(Zhong Xing Telecom LTD, Shenzhen 518057)

Abstract The inevitability of application of web technology in network management is introduced first, and then put forward a scheme of telecommunication network management based on web technology. As an example, the ZTE Tlight anMaster is introduced to show how web-based network management system is realized.

Key words network management, access network, Web, ISAPI, Java, DCOM, distributed computing

(收稿日期: 2000-10-10)

的。为了开发具有自主知识产权的 Cable Modem 及其头端产品, 我们根据国内已有的有线电视网标准, 并借鉴国外相关产品的解决方案, 提出了适用于双向有线电视网的数字宽带接入的一种设计方案。

本文将主要介绍该数据通信系统的结构原理及其关键部件 Cable Modem 的各功能模块及其软硬件的实现方法。

2 HFC 通信业务系统与结构方案

目前 HFC 网的有效传输带宽可达 1 GHz, 对于上行频率的划分通常有低分割(5~ 40 MHz)、中分割(5~ 108 MHz)、高分割(5~ 186 MHz)等多种方式, 一般上行带宽分配越大, 交互通信的功能越强, 但系统实现的代价较高。而我国广电总局所提出的新型有线电视网络的频率配置如下。

上行通道	过渡带	FM	模拟电视	下行通道及数字频道	未来通道
5	65	87	128	550	750 1000 MHz

根据这种频率配置, 在 HFC 网上是可以实现如电视广播(模拟电视、数字电视)、声音广播(模拟、数字调频广播)、视频点播(VOD、NVOD、家庭影院)、音频点播(AOD)、数据通信(计算机联网、Internet 浏览、LAN 互联)以及其他一些电信业务的。因此, 我们可以设想一种由 HFC 网络实现典型通信服务系统, 该系统的结构图如图 1 所示。

在该通信系统中, Cable Modem 头端系统(CMTS)可接入如卫星电视、广播电视、数据网、视频存储等信息源, 并由配置服务器直接控制用户的接入和信道分配。而用户端利用 Cable Modem 直接通过电视电缆接入, 实现如电视电话、数字电视、视频点播、互联网通信等有偿服务功能。

根据这种系统的结构方案和服务项目的配置, 需要设计具有相应功能的 CMTS 和 Cable Modem。而对比 IEEE 802.14 和 MCNS DOCSIS 标准, HFC 数据通信系统的差别主要在于 Cable

Modem 的 MAC(媒体接入控制)层的通信协议上^[4]。其中, 802.14 是选用 ATM 来实现用户接入和服务质量(QoS)控制的; DOCSIS 则是利用 IP 包发送方式直接实现用户接入, 其 QoS 控制问题是通过可变 IP 包长度及优先权来实现的。因此, 针对整个 HFC 数据通信业务系统, 关键是在于设计一种能够满足服务要求、低成本、可接入用户量大的 Cable Modem 方案。

3 Cable Modem 的方案设计

按照上述 HFC 数据通信系统的方案要求, 给出一种可行的 Cable Modem 功能设计框图(如图 2 所示), 它的模块包含模拟付费电视、数字电视、电视浏览器、视频点播、可视电话、以太网接入、IC 卡、红外遥控、USB 接口等功能的实现, 其中, 各模块能够实现的业务功能如下。

(1) 模拟付费电视: 它是由图 2 中的高频调谐器(Tuner)、PAL/NTSC 加密解调器、PAL/NTSC 加密解码器、电视图像处理单元、电视机接口等模块实现的。即有线电视信号首先通过高频调谐器将特定频道的加密(或加扰)电视信号送入加密解调器模块, 提取出解密(或解扰)信号码, 再经过解码器模块用解密信号来实现电视信号的解密输出到图形界面处理模块, 最后直接输出到电视机。

(2) 数字电视(HDTV): 它是由高频调谐器(Tuner)、模数转换解调单元、接入控制单元(MAC)、MPEG-2 解码器、电视图像处理单元、电视机接口等模块实现的。即高频调谐器(Tuner)将特定广播频道的模拟信号由模数转换解调模块变成数字信号并解码成 MAC 帧流, MAC 模块根据信息来源将数据包输入 MPEG-2 解码器模块解码出视频信号。

(3) 电视浏览器: 它是由高频调谐器(Tuner)、模数转换解调单元、数模转换调制单元、接入控制单元(MAC)、嵌入操作系统单元、电视图像处理单元、电视机接口等模块实现的。其中, Cable Modem 的上行、下行通道主要是通过模数转换解调模块和

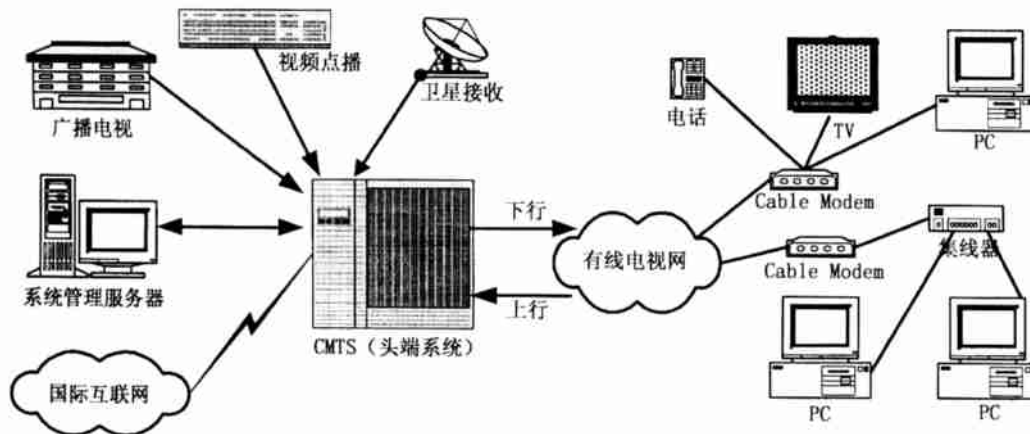


图 1 HFC 网通信服务系统的系统结构图

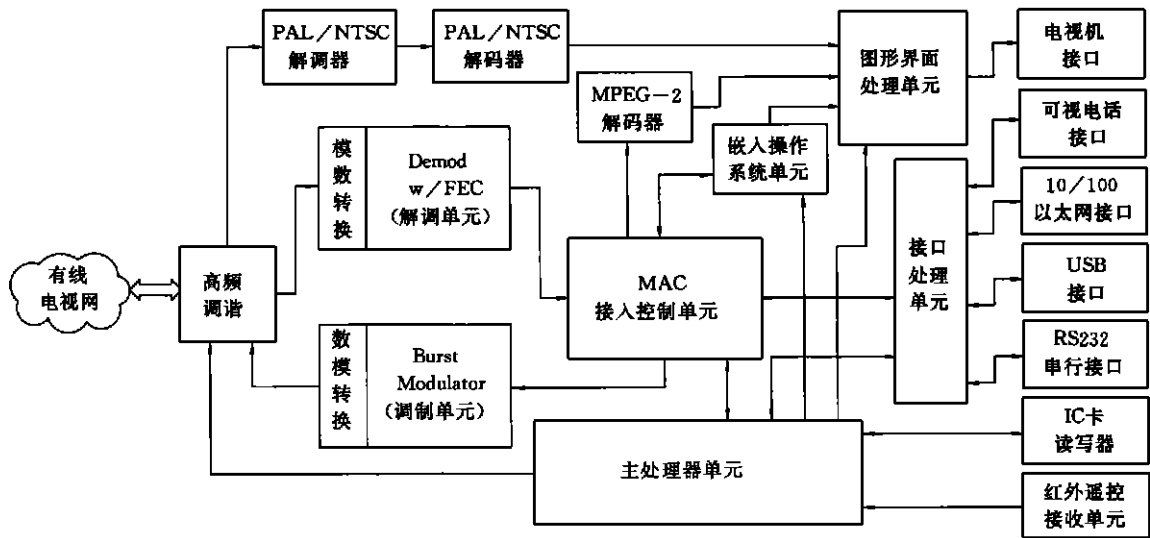


图2 Cable Modem的功能设计框图

数模转换调制模块分别实现的，而上下行的 MAC 交互信息帧通过嵌入式操作系统(或浏览器系统模块)实现交互式浏览器视频界面，从而可由红外遥控接口实现人机对话和互联网信息浏览。

(4) 视频点播(VOD): 它是由高频调谐器(Tuner)、模数转换解调单元、数模转换调制单元、接入控制单元(MAC)、MPEG-2 解码器、电视图像处理单元、电视机接口、红外遥控接口等模块实现的。即用户通过电视直接观看的视频点播是由红外遥控将点播信息输入并通过上行通道送给 CMTS, 由 CMTS 根据用户识别码以点对点方式将数字视频信号打包送给 Cable Modem, 而 Cable Modem 就可将点播的数字视频信号由下行通道传递到 MAC 模块, 再由 MAC 模块识别送给 MPEG-2 模块解码成视频信号。

(5) 可视电话: 它是由高频调谐器(Tuner)、模数转换解调单元、数模转换调制单元、接入控制单元(MAC)、接口处理单元、可视电话(Video Telephony)接口等模块实现的。即基于 H. 323 和 H. 263 标准的可视电话模块, 将信令包、压缩的数字语音包和视频信号包, 经由 MAC 模块形成 MAC 帧, 分别通过上、下行通道模块与 CMTS 进行信息交换或重新封包路由, 以实现可视电话功能。

(6) 以太网接入: 它是由高频调谐器(Tuner)、模数转换解调单元、数模转换调制单元、接入控制单元(MAC)、接口处理单元、以太网接口等模块实现的。即 Cable Modem 通过 10/ 100Mbit/s 自适应以太网接入模块, 将 MAC 的信息帧进行 ARP 转换直接形成以太网的 MAC 帧实现以太网的接入功能, 这样, Internet 国际互联网可以通过 CMTS 经上下行通道将 IP(Internet Protocol) 协议包加载到 MAC 帧, 实现 Internet 的互联互通。

另外, 图 2 中的 USB 模块主要是实现 Cable Modem 的即插

即用功能, RS232 串行接口用以实现 Cable Modem 的配置功能, IC 卡读写器用以实现的计费 and 用户标识码管理功能, 红外遥控单元则是主要用以实现以电视机为界面人机交互功能。而 Cable Modem 的各功能模块是由主处理器模块控制实现的, 该模块与 EEPROM 存储器结合同时可实现如 SNMP(简单网络管理协议)、TFTP(Trivial File Transport Protocol) 等网络管理和系统配置功能。

4 软硬件的实现问题

从上述 Cable Modem 的设计方案来看, 各功能模块均有现成的相应芯片提供, 但是, 决定该 Cable Modem 性能的关键还是在于上、下行通道模块和 MAC 模块以及由主处理器实现的服务调度方案上。这些关键模块的好坏直接体现在如通道噪声影响下的数据传输误码率、单一 CMTS 节点下 Cable Modem 的容量、HFC 的宽带利用率、QoS 的控制有效性、以及通信系统网管的方便性等方面的系统性能。因此, 在系统实现方面, 这里主要说明以下软硬实现问题。

(1) 上、下行通道模块的实现

在 HFC 数据通信系统中, 不管是上行通道还是下行通道, 目前主要是采用 QAM/ QPSK 技术和 RS 编码技术来实现信道调制和信道编码的。上、下行通道信号的主要差别在于: 下行信号是单点(即 CMTS)对多点(即所有的 Cable Modem)的广播, 而上行信号则是所有的 Cable Modem 共享同一上行通道实现多点对单点的回送。由于上行通道的多点接入所引起的噪声与干扰远大于下行通道, 因此, 上、下行通道可采用不同的调制分辨率的 QAM/ QPSK 进行信道调制。通常, 下行是采用 64/ 256QAM 模式将信号调制在一个 6 MHz(或 8 MHz)的频道上, 可实现高达 50 Mbit/ s 速率的下载, 而上行是采用 QPSK/ 16QAM 模式将信

号调制在一个 200 kHz~ 3.2 MHz 可变范围的频道上, 可实现近 10 Mbit/s 速率的控制信息或数据回传。目前, 能实现上、下通道模块功能的芯片有: Atmel 公司的 AT76C6751、Analog Devices 公司的 AD9853、Philips 公司的 TDA8046、Stanford Telecom 公司的 STEL-1109 和 STEL-2176 等, 其中 STEL-1109 和 STEL-2176 还单片集成了 RS 编码与解码算法。

(2) MAC 模块功能的实现

由于下行信号是通过广播方式传送给所有 Cable Modem 的, 因此, 每个 Cable Modem 可以比较简单地采用过滤 MAC 帧的方法来接收属于自己所需要的信号数据。但是, 上行通道是由所有的 Cable Modem 共享来发送各自信息的, 因此, 必须考虑适当的接入方法, 以实现每个 Cable Modem 平等共享上行通道。目前所采用的方法有: TDMA(时分复用接入)、CDMA(码分复用接入)、CSMA/CD、ATM 等协议, 而具体采用何种协议一般是取决于不同的应用方案如视频点播、电视电话还是互联网数据通信。针对上述多种服务集成和服务质量不同要求的设计方案, 我们拟采用 CDMA 接入方法结合 ATM 数据封包技术来实现 MAC 模块的接入功能。由于不同的厂家及标准的产品中 MAC 模块的实现方案各不相同, 目前还没有统一的标准, 况且若采用其他厂家的标准芯片还需付知识产权费, 因此, 这里可采用自己的 MAC 接入控制协议用 FPGA 或 ASIC 芯片方式来直接实现。

(3) 网络管理与服务配置功能的实现

由于 Cable Modem 是以过滤方式取得属于自己的通信数据, 因此, 每个 Cable Modem 必须分配有标识码。同时, 为了防止其他 Cable Modem 用户的窃听, 还需要对下行数据进行加密, 以实现数据安全通信。而在 HFC 数据通信系统的网络管理和系统配置功能方面, Cable Modem 需要接收来自 CMTS 的网络管理命

令来反馈本身的通信状态或配置通信模式, 如设置上行通信的频道、编码方式、发送数据的时段等, 也需要通过发送请求信号, 要求 CMTS 给自己预定相应的下行频道或带宽, 实现不同的服务功能或服务质量。这些功能的实现主要是通过 Cable Modem 上的处理器来控制实现的, 目前能够实现这种复杂功能高速控制的处理器芯片种类比较多, 关键在于性能价格比的选择上, 其中, Motorola 公司新近推出的 MPC8255 集成微处理芯片是一种不错的选择。

5 结论

总的来说, HFC 数字通信系统在国内还未形成标准化的行业产品, 目前主要还是采用国外的产品或解决方案, 因此, 有必要设计具有自主知识产权的解决方案和相应的芯片。本文仅就最常用的几种 HFC 数据通信系统的服务项目给出一种集成的解决方案, 并具体分析了该方案下 Cable Modem 的各功能模块及其软硬件的实现方法。由于 HFC 数字通信系统的各项通信业务都可以通过 CMTS 来配置或监控的, 因此, 一个好的 Cable Modem 实现方案还需要考虑易于对 CMTS 服务升级或扩容的兼容性。

参 考 文 献

- 1 IEEE 802.14. Cable-TV functional requirements and evaluation criteria. 1995
- 2 CableLabs. ITU approves DOCSIS modem standard. 1998
- 3 张建东, 周志强. 我国的有线电视标准. 中国有线电视, 2000(3): 45~50
- 4 Ransom N, Azzam A. Broadband access technologies: ADSL/VDSL, cable modems, fiber and LMDS. McGraw-Hill, 1999

The Digital Communication System for Bidirectional HFC and the Design of Its Access Terminal

Guo Donghui

(Institute of Technical Physics, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract Bidirectional HFC (hybrid fiber coaxial) is one of most important network resources for digital multimedia communication. An integrated solution for broadband digital communication system based on the bidirectional HFC is proposed in this paper. In order to detail on the principle of this solution, the architecture and implementation of its access terminal, i. e. cable modem, are presented in detail.

Key words broadband access, cable modem, integrated design, bidirectional HFC

(收稿日期: 2000-09-04)