

基于宽带的无线接入技术 LMDS

Wireless Access Technology Based on Broadband

马 燕

(重庆师范学院物理学与信息技术系 重庆400047)

Abstract LMDS(Local Multipoint Distribution Service) is a broadband wireless point-to-multipoint communication system operating above 20 GHz. It occupies the spectrum frequency at around 28 GHz and 31 GHz. It can handle telephony and video programming as well as data services such as Internet access. A big advantage of LMDS is that cable or copper lines for access to the home are not needed. LMDS provides an effective last-mile solution for the incumbent service provider and can be used by competitive service providers to deliver services directly to end users. In this paper, The author analyses the performance, working principle, structure of system of LMDS and its key technology. Also, the paper discusses its foreground.

Keywords LMDS, Base station, User station, Protocol

随着信息化社会的到来,作为连接全球信息的 Internet 的业务量日益巨增,正呈现出爆炸性的增长,因此近年各国都高度重视 Internet 骨干网络的建设,核心网络实现了光纤化,其带宽基本可满足当前对信息获取的需求,而网络的瓶颈越来越集中体现在接入网方面,即用户与核心网络的连接部分。

从理论上说,全光纤接入网络将是比较完美的解决方案,但实现上面临很多的困难,即使在发达国家也还远远未能实现,因此,人们在网络的接入技术方面做了大量的研究,现已提出了多种解决方案,如 cable-modem,即广电的宽带多媒体传送系统,它利用了有线电视系统可用频谱中的一小部分来传送数字信号;DSL,即“数字用户线路”,其最具代表性的 ADSL 技术是利用现有的电话双绞铜线对用户的高速 Internet 接入等业务;ISDN 技术,是传送语音、数据、图像等综

合业务的主要手段之一;还有其它如 HFC、PON(无源光网络)、APONC(基于 ATNK 的无源光网络)、SDH 等方式的光纤宽带接入等,这些接入技术都有各自的特点和针对性。

另一方面,无线接入技术特别是宽带无线技术正迅速发展。运用该技术可以将数据、Internet、语音、视频和多媒体应用传送到商业和家庭用户。无线网的组建方便快捷、对人群和环境影响最少,而且无需巨额基础设施和场地投资,作为具有较强竞争性的宽带无线接入技术具有更美好的前景。特别是近年来发展起来的 LMDS 技术,是无线宽带技术的一个典范。

一、LMDS 综述

LMDS(Local Multipoint Distribution Service)是近年来逐渐发展起来的一种工作于24GHz~38GHz 频

EWFAQ,理论分析与实验证明该算法不仅具有连接独立的特性,能更公平、灵活地为连接分配带宽,而且它的计算复杂度比 WFQ 算法低得多。同时,EWFAQ 还具有较好的时延特性和较低的 WFI,可以为连接提供确定的时延上界和稳定的时延抖动。因此,该算法能更好地满足高速网络的要求。

参考文献

- 1 Parekh A K, Gallager R G. A generalized processor sharing approach to flow control in integrated services networks: the single-node case. *IEEE/ACM Trans. Networking*, 1993, 1(3): 344~357
- 2 Demers A, Keshav S, Shenker S. Analysis and simulation

- of a fair queueing algorithm. In: *Proc. ACM SIGCOMM'89*, 3~12
- 3 Golestani S. A self-clock fair queueing scheme for broadband applications. *Proc. IEEE INFOCOM'94*, Toronto, CA, 1994, 4: 636~646
- 4 王宏宇, 顾冠群. 集成服务网络中的分组调度算法研究综述. *计算机学报*, 1999, 22(10): 1090~1099
- 5 Bennett J C R, Zhang H. WF²Q: Worst-case fair weighted fair queueing. *IEEE INFOCOM'96*, San Francisco, CA, 1996, 3: 120~128
- 6 Stoica I, Wahab H A. Earliest eligible virtual deadline first: A flexible and accurate mechanism for proportional share resource allocation. [Tech. Rep. TR-95-22]. Old Dominion Univ., 1995, 11
- 7 Stiliadis D, Varma A. Rate-proportional server: a design methodology for fair queueing algorithms. *IEEE/ACM Trans. Networking*, 1998, 6(2): 164~174

段的宽带无线点对多点接入技术,也称为本地多点通信系统。LMDS 是在微波传输技术上发展起来的,所采用的调制方式与微波传输相似,主要为 PSK(包括 BP-PSK、DQPSK、QPSK 等)和 QAM(包括 4-QAM、16-QAM、64-QAM 等)。不同之处是 LMDS 采用一点多址方式,微波传输则采用点对点方式。LMDS 利用毫米波传输,可提供双向语音、数据及视频图像业务,可以实现 $N \times 64\text{kb/s}$ 到 2Mb/s 、甚至 155Mb/s 的用户接入速率,具有很高的可靠性。LMDS 使宽带业务克服铜线电缆本地环路这一瓶颈,满足用户对高速 Internet 和其它通信需求,因而有望成为解决通信网最后里程问题的一种有效手段。

目前,普通的无线接入系统均是窄带系统,工作在 450M、800M 频率上,针对低速的语音和数据业务。而 LMDS 是宽带接入方式,工作在 10GHz 以上,一般在毫米波的波段附近,可用的带宽达到 1GHz 以上,几乎可以提供任何种类的业务,支持语音、数据和图像业务,并支持 ATM、TCP/IP 和 MPEG 2 等标准。由于 LMDS 具有更高带宽和双向数据传输的特点,可提供多种宽带交互式数据及多媒体业务,克服传统本地环路的瓶颈,满足用户对高速数据和图像通信日益增长的需求,因此它可以承载任何种类的业务,包括语音、数据和图像等:

1. 语音业务:LMDS 系统可提供高质量的话音服务,即 POTS(Plain Old Telephone Service),可实现 PSTN 主干无线接入。

2. 数据业务:LMDS 的数据业务包括低速数据业务、中速数据业务和高速数据业务。具体数据速率可支持 1.2k-155Mbit/s,并支持多种协议如帧中继、ATM、TCP/IP 等。

3. 图像业务:LMDS 可支持模拟和数字图像业务,可提供的图像信道包括 150 条远程节目、10 条本地节目,还可提供最少 10 条 PPV 节目信道。LMDS 能提供模拟和数字视频业务,如远程医疗、远程教育、高速会

议电视、电子商务、视频点播等。

二、LMDS 的系统结构

一个完整的 LMDS 网络是由基站和客户端两大部分组成的。基站负责进行用户端的覆盖,并提供骨干网络的接口,包括 PSTN、Internet、Frame Relay、ATM、ISDN 等。骨干网络采用 PSTN、ISDN、ATM、Frame Relay、Internet 等支撑网络。基站的数据送入骨干网络,完成话音交换、ATM 交换、IP 交换等,并连入 Internet 出口等。网络运行中心(NOC)的功能是管理服务区的设备和用户。客户端则提供多种类型的用户接口,包括电话、交换机、图像、帧中继、以太网等等;提供各种速率,包括 ISDN、 $N < 64\text{K}$ 、 2M 、 $N \times 2\text{M}$ 等,目前常见的业务都可直接接入。

1. 基站系统

基站系统是一个指定蜂窝用户所有来往通信的中央集散点,负责进行用户端的覆盖,并提供骨干网络的接口,包括 PSTN、Internet、Frame Relay、ATM、ISDN 等。基站包括室内和户外设备。室内设备为连接有线或无线骨干网提供接口,是用户与骨干网之间的纽带。户外设备包括发射机和接收机,通常安装在发射塔或屋顶上。这些设备负责收集和传递来往于一个蜂窝或扇区内的所有通信。

基站系统采用扇区覆盖,即使用在一定角度范围内聚焦的喇叭天线,覆盖用户端设备。根据采用的天线的不同,可划分为 150、22.50、300、450、600、900 扇区,即最少 4 个扇区,最多 24 个扇区。由基站至用户端的下行链路采用 TDMA 模式,射频调制方式可选 QPSK、16QAM 和 64QAM 为多元调制方式,特别是 64QAM,可大大提高频道利用率。基站设备可分为室内单元、室外单元、天线和连接室内单元与室外单元的中频电缆四部分。基站系统由骨干网络、网络运行中心(NOC)、微波发射与接收部分组成。如图 1 所示。

整个系统以 ATM 交换机为核心,实现对整个用

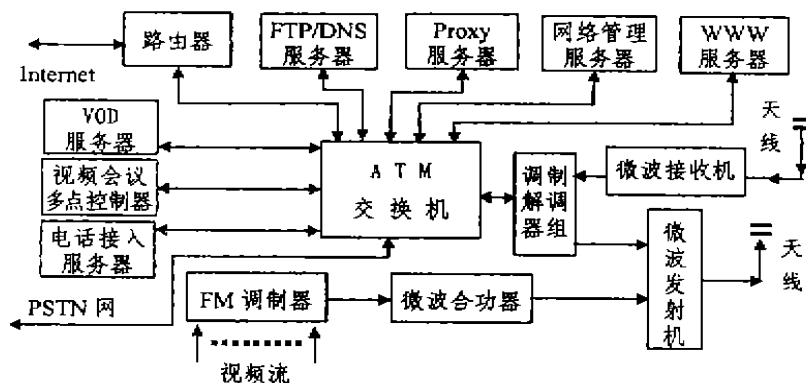


图1 基站系统

户系统的管理、业务的提供与管理、数据的发送、接收与处理等功能,本系统的四个主要组成部分是:

- 数据通信部分:实现用户的数据业务传输与管理,可提供至少有10,000个用户的高速数据通讯业务,并接入 Internet。

- 模拟电视部分:根据小区内用户的需要提供电视业务,在基站需要一个 FM 调制器组,每一个频道需要一个 FM 调制器。用户端需要一个调谐器(TUNER)或机顶盒(STB)。有了此系统,用户家庭可以收看到类似闭路电视的丰富多彩的节目。

- 视频会议部分:会议电视系统是用于多个地点进行开会的一种通信手段,它还可接收电子白板,书写电话,传真机等辅助功能,用于与对方会场的与会人员研讨与磋商,该系统除用于开会外还可用于远程教育、远程医疗、远程监控、报警银行、商业等方面。

- 视频点播部分:本系统主要负责向用户提供视频点播(VOD)业务,由 VOD 服务器实现对用户的管理。Video 服务器可通过 IP 和 ATM 网络提供 MPEG-I 和 MPEG-II 的高质量的、实时的、交互式的视频传输服务,它集成了视频内容的管理、可伸缩的视频流传送、高性能网络、支持多种网络协议、多种网络界面,支持多点投送,提供优良的基于 Web 界面服务器的软件管

理界面,提供基于数据库的内容管理系统工具;是一个提供崭新概念的先进的视频服务系统。

2. 客户端系统

客户端设置在用户驻地,由收发转换系统和用户端系统组成,收发转换部分包括室外安装的微波发射和接收装置、室内的网络接口单元(NIU),NIU 的设计要能够适应不同目标用户的连接要求,例如 T1/E1、POTS 和数字电视等并为各种用户业务提供接口,并完成复用/解复用功能,其室内单元可连接用户小交换机、路由器等用户驻地网设备,为用户终端提供 PSTN、电路仿真、高速 IP 等业务,速率也非常全,如 ISDN、Nx64K、2M、Nx2M 等,基本上目前常见的业务都可直接接入。客户端室内单元将来自用户驻地网(CPN)的业务适配、汇聚,通过有线电视传送到室外单元,并通过无线链路传送到基站;在相反方向,从下行业务量中提取本站业务,分送给用户。客户端一般提供 E1 接口、10BASET 接口,根据需要也可提供帧中继、ATM、ISDN 等接口。E1 接口与用户小交换机相连,对普通语音、ISDN 提供支持,10BASET 接口用于与 HUB 或其他设备相连,提供数据业务。

用户端系统由网络接入设备(如机顶盒、ISDN 等)和用户终端设备组成,以满足用户的各种需要。图2

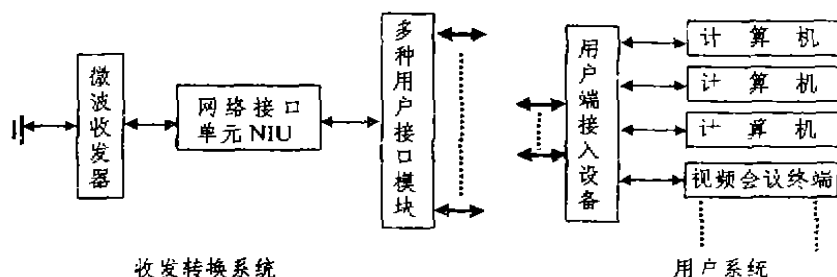


图2 客户端系统

为客户端系统的组成示意图。

三、关键技术

为解决无线局域网组网问题,IEEE802.11委员会提出无线局域网协议体系,无线局域网的标准工作主要在逻辑链路层 LLC 以下,即 MAC 层与物理层,如图3所示。由于无线传输技术与有线传输技术的差异及无线信道的独特性,需要制定新的 MAC 协议和相应的物理层协议。

目前 IEEE802.16委员会正在开展广泛的调查与研究,目的就是为基于宽带的接入技术制定相应的标准。LMDS 空中接口存在多种物理层和 MAC 层标准,现在国际上尚未达成统一标准。制定统

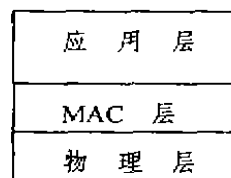


图3 LMDS 协议框架

一的空中接口标准的时机还未成熟。从当前商用和正在试验的 LMDS 实际组网情况看,基站和客户端一般采用同一厂商的设备。目前还在对是否需要规定空中接口的协议层和物理层为国际标准进行讨论,如果能够制定一个统一的国际标准,无疑能够实现不同厂商

基站和客户端的互通,这对 LMDS 今后的发展将有极好的影响。

物理层:对于空中接口的物理层,目前正在对信号的一些标准进行规范,如扰码、前向纠错、调制、发送波形形成等。无线通信传输信道中存在的多径传播以及随机干扰,使得无线信道的传输特性比较恶劣,因此发送端一般采取 RS 编码加交织的方式,提高系统的纠错性能。

在服务区内部,基站和客户端之间以全双工的方式进行通信。调制方式主要为相移键控(PSK)和正交幅度调制(QAM),使用目前移动通信多采用的三种多址技术:频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)。其中客户端的上行链路可采用 TDMA、FDMA 或者 CDMA 方式,目前多数设备采用 TDMA 和 FDMA,下行链路则采用 TDM 或 FDM 方式,提供多样化形式的接口(如 DSO、POTS、10 Base T、ATM、G.3等)。

所谓 FDMA,即是在频域中一个相对窄带的信道里,基站与各个客户端的不同信号被分配到不同频率的信道里,得用带通滤波器限制邻近信道的干扰,这样在规定的窄带里只能通过有用信号的能量,而任何其它频率的信号被排斥在外。在 TDMA 方式下,一个信道由一连串周期性的时隙构成。基站与不同的客户端的信号被分配到不同的时隙里,利用定时选通来限制邻近信号的干扰,从而只让在规定时隙中有用的信号能量通过。

如果业务流量不大,可以使用 FDMA 方式。对于突发性较强的业务流量,则选择 TDMA 方式。

MAC 层:在 LMDS 系统中,若上行采用 TDMA 多址接入方式,多个客户端共享 LMDS 上行链路,不同的客户端存在不同的带宽需求和业务质量需求,因此系统应有一个功能强大的 MAC 协议,以完成时隙分配、带宽的动态分配、测距以及对 QoS 的支持等。MAC 协议要求对多个用户提供公平且高效的接入,保证接入延迟、信元时延变化、信元丢失率等参数尽可能小,MAC 协议的选取同时还必须考虑协议实现的复杂度。

应用前景 目前,核心网和接入网建设不平衡的问题十分突出,接入网成为网络的瓶颈。在接入层上,尽管 ADSL、光纤快速以太网和 Cable Modem 等有线接入技术发展很快,但是因为用户种类繁多和分布复杂,实际实施过程中存在时间长,施工困难等特点。而无线网络具有网络配置灵活、建设周期短、工程费用低和容量大等特点,因此具有广阔的发展前景。1998年,美国联邦通信委员会(FCC)正式批准了这个频段的运营,LMDS 立即成为当年美国最为热门的电信技术之一,如美国的从事无线接入的 WinStar 公司一举成为美国第二大接入服务商。根据先锋顾问公司(Pioneer Consulting)产业分析报告,到2007年,LMDS 市场规模将达到110亿美元。

我国目前已处于经济的高速发展时期,商品化的小区住宅正在日益兴起,而小区内的信息化服务的高潮即将掀起,在未来的10年中,本地环路将是大量的多媒体通信和互连协议为基础的多种业务的主要平台,各种有线的、无线的本地宽带接入将逐年上升。如何抓住这一契机,加快对 LMDS 的协议和接口等一系列标准的研究,尽快推出该技术的国家标准,大力推进我国的信息化技术发展,已成为当务之急。

参考文献

- 1 Local Multipoint Distribution Service (LMDS) Available at <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/lmds/index.html>
- 2 Sari H. Broadband radio access to homes and businesses IEEE Computer Networks, 1999, 31: 379~397
- 3 Wirbell L. EETIMES online Broadband developers apply advanced coding to wireless. Aug-5 1999 Available at: <http://www.eetimes.com/story/OEG19990805S0026>
- 4 Digital System Architecture Overview Available at <http://www.dudleylab.com/digital.html>
- 5 Skoro J. LMDS: Broadband Wireless Access Available at: <http://www.scriam.com/1999/1099issue/1099skoro.html>
- 6 Local Multipoint Distribution System (LMDS) Tutorial. Available at: <http://www.iec.org/tutorials/lmds>