

宽带城域网中的新一代宽带无线接入技术——LMDS

彭 艺 查光明 周正中

(电子科技大学通信学院通信抗干扰技术重点实验室506 成都610054)

A New Broadband Wireless Access Technology of the Broadband Network—LMDS

PENG Yi CHA Guang-Ming ZHOU Zheng-Zhong

(University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054)

Abstract In this paper, we give a overview of a new broadband wireless access technology, introduce the theory of LMDS and its constitutes; at the same time, we analyzed the advantages and disadvantages of LMDS and its future.

Keywords Broadband wireless access, LMDS, NIU

1. 引言

当前,随着国际电信市场的迅速发展,目前各国的核心网络建设均初具规模,基本可满足当前通信的需求。而突出的矛盾体现在接入网方面,即用户与核心网络的连接部分。这一问题是通信向宽带、智能、个性化发展的关键。

随着网络经济的迅速崛起和因特网的快速发展,人们对于数据业务、语音、数据、图像等多媒体通信的需求日益增强,传统的铜线、电缆,已完全不能满足传输的要求,更新成本又往往是用户所不愿负担的。理论上,全光缆接入网络将是比较完美的解决方案,但实现上对接入网络的要求过高,即使在发达国家也还远未能实现。据最近的统计资料,在美国460万商业大楼中,光纤到大楼只有1%;而事实上,商业、企业中约95%以上的商业企业是少于20个雇员的中、小型企业,向这类中小型商业用户提供光纤接入,经济上并不合算。宽带多媒体业务,已成为网络运营商开拓市场的新空间,宽带城域网已成为信息高速公路建设的重要部分。目前基于POS、GE技术的宽带IP网以及ATM网是宽带城域网的主要核心平台,宽带接入技术将成为城域网接入的主要手段。中国公众计算机互联网三期扩容工程已于2000年底完成,骨干网的速率在2.5Gbit/s以上,省级骨干网以2.5Gbit/s为目标的扩容建设也在顺利进行。网络瓶颈已经从骨干网转移到城域网,尤其是城域网的接入层。如何突破这一瓶颈,已成为亟待解决的重大课题,而解决这一问题的关键在于采用何种接入方式。

随着无线通信技术的迅速发展,一种提供的通信容量接近于有线光纤的新型无线通信技术异军突起,这就是本地多点分配业务(Local Multipoint Distribution Service-LMDS)。

2. 宽带接入技术

近年来涌现了多种宽带接入技术,这些技术主要分为有线和无线两大类。有线接入主要有数字用户线DSL(HDSL、ADSL、VDSL等)。利用现有CATV网的Cable Modem接入技术和光纤接入技术(光纤数字环路,载波系统DLC、基于ATM的无源光网络PON等)。有线接入的优点是带宽相对宽裕,传输质量较好,但是有线接入的成本高,施工周期长,网

络维护费用大,投资回报时间长,这直接导致了最终用户的使用费过高。针对有线接入这些难以克服的弊端,近年来出现了多种宽带无线接入技术,如多路多点分配业务MMDS、直播卫星系统DBS、本地多点分配业务LMDS、多路视像分配系统MVDS等。宽带无线接入技术已是当今电信网发展最快的领域之一,而LMDS作为这一领域中最热门的技术更是备受瞩目。1999年初,中国联通便和美国P-Com公司签署了共同进行LMDS系统实验网研发的协议。

3. LMDS 技术

3.1 什么是 LMDS?

LMDS——本地多点业务分配系统,又称点对多点(PMP)。LMDS是一种崭新的宽带无线接入技术,1998年被美国电信界评选为十大新兴通信技术之一。它与蜂窝移动通信系统类似,一般也采用小区结构,小区的半径为2~5km(具体数值因各地的地理环境与气候条件不同而有差异)。工作原理是通过扇区或基站设备将ATM骨干网基带信号调制为射频信号发射出去,在其覆盖区域内的许多用户端设备接收并将射频信号还原为ATM基带信号,该过程实现数据双向对称高带宽无线传输,而无需为每个用户专门铺设光纤或铜缆。美国FCC规定,LMDS占用28GHz与31GHz频段附近(Ka波段)的1.3GHz带宽,系统覆盖范围为360度,其他各国对LMDS所占用的频段规定各不相同,但一般都采用20~40GHz间的频段,带宽通常在1GHz以上。与蜂窝移动通信系统不同的是,LMDS由于具有Ka波段的电波传播特点,所以不能支持移动业务,只能提供定点的接入。

LMDS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,支持话音、数据和图像业务,并支持ATM、TCP/IP和MPEG2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,因此是解决通信网接入网问题的利器。

由于该技术利用高容量点对多点微波传输,可以提供双向话音、数据及视频图像业务,能够实现从Nx64kb/s到

彭 艺 博士研究生,研究方向是通信系统及其信号处理。查光明 从事扩频通信的研究。周正中 博士生导师,从事信号处理和软件无线电学科的研究。

2Mb/s,甚至高达155Mb/s的用户接入速率,具有很高的可靠性,号称是一种“无线光纤”技术。

3.2 LMDS 系统

3.2.1 LMDS 系统组成 LMDS 系统包括基站(也称中心站)和用户端设备(用户站)两部分,每个基站收发信机经点到多点无线链路与服务区的固定用户通信,并且基站直接进入电信骨干网络,或核心网络。为了使 LMDS 系统能够提供多样化的综合业务,此核心网络可以由光纤传输网、ATM 交换或 IP 交换或 IP+ATM 架构而成的核心交换平台以及与因特网(Internet)、公共电话网(PSTN)的互连模块等组成。

一个 LMDS 系统与传统的无线网络的相似之处在于它也由一系列蜂窝状区域和一个中央控制点组成,其单个蜂窝的覆盖区为5~10公里。LMDS 系统工作于半径10公里的交叠小区,其覆盖区相互重迭,每一蜂窝的覆盖区又可以划分为多个扇区,可根据用户需要在该扇区提供特定业务。因而可用小到18平方公里的地理面积按邻近规模确定业务量,这种模块式结构使网络扩容很灵活方便。

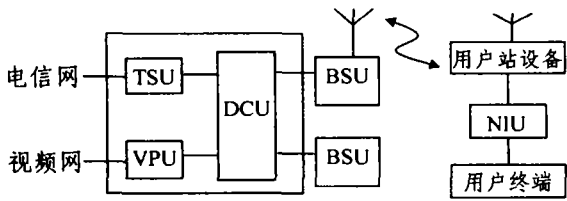


图1 LMDS 系统的典型组成结构

从图1中可以看出,一个 LMDS 系统的中心网络对外部有2个接口,一个为与电信网连接的电信交换单元(TSU),另一个接口为与外部视频源连接的视像提供单元(VPU)。DCU(数字连接单元)从 TSU 和 VPU 接收数字信号,然后将它们综合起来形成宽带数字信号,以 TDM 格式加载到合适的射频进行传输,送到 BSU(基站单元)。信号在用户站设备经频率转换处理后送到 NIU 单元(网络接口单元),NIU 实质上是一个连接到调制解调器或机顶盒的接口,调制解调器转换信息使之可传送到计算机、电视机或电话机。从 BSU 出来的信号是 TDM 格式,而 NIU 回应的是 TDMA 格式的信号。BSU 接收的信号送到 DCU 后,若是数据或话音信号则分配给 TSU,若是视像控制信号则分配给 VPU。

3.2.2 LMDS 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,见图2。基站实现信号在基础骨干网络与无线传输之间的转换。基站设备包括与基础骨干网络相连的接口模块、调制与解调模块以及通常置于楼顶或塔顶的微波收发模块。

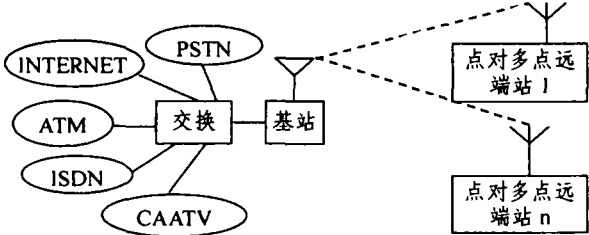


图2 基站接口

基站由网络节点设备与射频设备组成,网络节点设备主要包括与 ATM 和 CATV 网络的接口、信号的编/解码、压缩、纠错、复/分接、路由、调制解调、合/分路等;射频设备主要

包括射频收发信机与天线。通常,这两部分是做在一起的,射频部分将来自网络节点设备的中频信号变频至相应的频段,通过天线发射出去,同时将天线收到的信号变频至中频送入网络节点设备处理。

LMDS 系统的基站采用多扇区覆盖,基站一般采用全向天线或扇形天线,用户站则采用方向性极强的高增益天线。每个小区通常可以提供的下行带宽为1GHz,上行带宽为300MHz。如果在小区内划分扇区,并且在相邻扇区内采用交叉极化的方式,还可以成倍地扩大带宽。多扇区基站可以更有效地利用频谱,进一步扩大系统容量。LMDS 系统根据采用天线的不同,可划分为15°、22.5°、30°、45°、60°、90°的扇区,即最少4个扇区,最多可达24个扇区。基站至用户端的下行链路采用 TDM 模式。

3.2.3 LMDS 的用户端 包括室外单元(含定向天线、微波收发设备)和室内单元(含调制与解调模块以及用户室内设备相连的网络接口模块(NIU)),通常采用口径很小的室外定向天线用户端网络接口单元 NIU 为各种用户业务提供接口,并完成复用/解复用功能,而且因用户所需业务的不同而有差异,一般可向用户提供 E1/T1、E3/T3、10BaseT、ATM25.6、ISDN BNI、PRI、POTS 等接口。如美国 P-COM 的 LMDS 用户设备(CPE)的接口形式(NIU 模拟)就十分丰富,有 E1、POTS、10BaseT,部分 E1、帧中继、ATM、ISDN、Nx64kb/s 等,因此可以支持多种应用。用户端设备可以设在大型单位中(如办公楼、医院、学校、企业)供许多用户共享,也可以置于小单位以提供数据、图像或电话业务,见图2。用户可以根据具体位置与业务需求情况,配置合适的用户端设备。

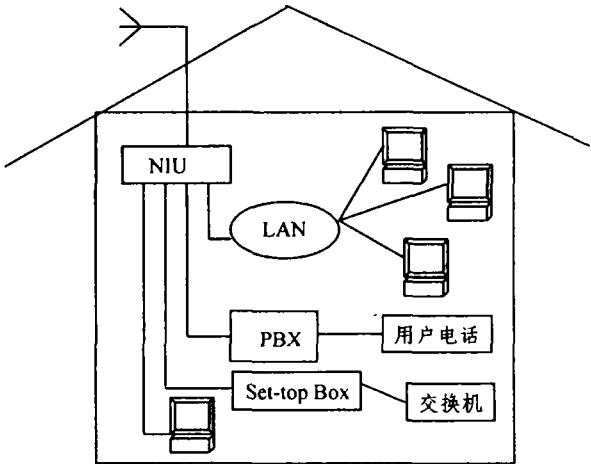


图3 在小单位提供多种业务

3.2.4 LMDS 的调制方式 与微波产品中常用的调制解调方式相似,各种宽带无线接入产品中主要选择的几种调制方法是 QPSK、16QAM 以及 64QAM,分别适应不同带宽及覆盖范围的需求。这几种调制方式的简单对比如表1所示。

表1 几种调制方式的对比

调制方式	QPSK	16QAM	64QAM
信噪比要求	低	中	高
覆盖范围	大	中	小
频谱利用率	低	中	高

目前在 LMDS 系统中,包括 P-Com、北电、阿尔卡特等在内的各厂家的设备都能同时提供对这三种调制方式的支持。

3.2.5 LMDS 的服务范围 LMDS 属于无线访问一种

新的形式,可以采用 LMDS 蜂窝式的小区结构覆盖整个城域范围。典型的 LMDS 系统利用地理上分散的类似蜂窝的配置,为由多个枢纽发射机(或称为基站)在一定小区范围的服务区管理用户群,每个发射机经点对多点无线链路与服务区内的固定用户通信。每个蜂窝站的覆盖区为5~7km,若采用具有更高的发射功率、更强的接收灵敏度,可增加基站的覆盖范围,使覆盖范围达到10km以上。由于 LMDS 覆盖区可相互重叠。每个蜂窝的覆盖区又可以划分为多个扇区,可以根据需要在该扇区提供特定业务或服务。如通过采用多扇区、先进的调制方式(如 P-COM 采用的64QAM)、不同极化等途径,可以进一步增加频谱利用率、提高网络容量。P-COM 独到的自动发射功率控制(ATPC)技术,减少了多小区之间干扰,增加频率效率超过40%,更高效地增大了地区 LMDS 系统的总容量。LMDS 系统特别适于在高密度用户地区使用,如繁华的城市商贸区、技术开发区、写字楼群、城市居民小区等。

4. LMDS 网络

LMDS 从原理上讲是无线 ATM(WATM)的第一个商用应用,系统主要包括四部分:网络运行中心(NOC)即网管系统及控制中心、光纤基础设施、基站和用户站设备。光纤基础设施一般包括 SONET OC-3和 DS-3链路、控制中心(CO)设备、ATM 和 IP 交换机系统,和与 INTERNET 及 PSTN 的互连。控制中心是一个 ATM/IP 交换机,主要完成 ATM 到各业务的复用、分离及协议转换,提供 SNI 接口速率到多种接口转换适配。基站设备完成光纤基础设施的 ATM 信元向 WATM 无线信元及载波的转换,可采用 ATM 直连、ATM over SDH 方式与控制中心连接。网络组成图如图4所示。

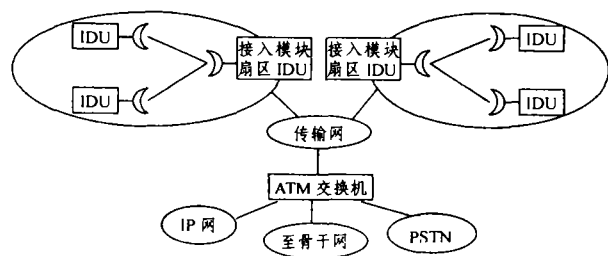


图4 LMDS 网络组成图

在 LMDS 具体进行组网时应考虑如下方面:

1)从战略高度上把 LMDS 看作数据业务发展战略极重要的一环。LMDS 作为宽带 IP 城域网的接入层及汇聚层,对建设宽带 IP 城域网意义重大。

2)控制中心(CO)设备与基站连接可看成是宽带 IP 城域网的一部分,从长远解决方案考虑采用何种技术至关重要。目前,组网技术主要有 IP over SDH、IP over ATM、IP over DWDM、ATM over SDH 或 Optical,其中 ATM over SDH 作为一种结合 ATM 多业务多比特率能力和无源光网络透明带宽传送能力的比较理想的解决方案,代表21世纪接入网的方向。从城域网分层角度看,控制中心可看作是城域网的骨干层(业务量小时)或汇聚层(业务量大时控制中心推向边缘)。

3)控制中心(CO)设备与基站连接可看成是城域网的一部分,又可看作传输网的一部分,传输网在规划建设时应适当考虑 LMDS 网络建设及发展,如本地环应预留容量、节点可平滑升级实现 VP 环、本地环可支持 LMDS 的小区分裂等。

4)在数据互联网中,LMDS 是互联网络中接入服务器或

专线用户接入服务器。

5)在业务发展初期为充分利用电路,LMDS 可应用在 BTS-BSC、BSC-MSC 间传输组网方案,实现上述节点间 2Mbit/s 传输。

5. LMDS 的优越性与不足

5.1 提供业务种类多

由于具有巨大的带宽资源,所以 LMDS 系统可以为用户同时提供多种业务,这是目前其他系统无法与之相比的。如果只提供单一的业务(如话音或有线电视接入),LMDS 系统的赢利能力甚至还比不上现有的一些系统。但是,由于 LMDS 系统可以同时提供多种业务,因此极大地降低了提供每项业务的成本,使得 LMDS 系统的运营商可以以更低廉的价格同时与因特网运营商,本地电信运营商及有线电视运营商进行竞争。可以说,这一技术必将对现有的许多电信服务行业和有有线电视服务行业带来巨大的冲击。

LMDS 的宽带特性,决定它几乎可以承载任何种类的业务,包括有:

1)话音业务:LMDS 系统可提供高质量的话音服务。系统可提供标准接口,如 RJ-11。

2)数据业务:LMDS 的数据业务包括低速、中速和高速数据业务。具体数据速率可支持 1.2kbit/s~155Mbit/s,并支持多种协议,包括帧中继、ATM 和 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。系统的信号可以从卫星获得,也可以是本地制作的,可以是加密的,也可以不加密。

5.2 成本低廉

由于 LMDS 系统无需线路和电缆的敷设与维护,所以初期投资小,成本低廉。更重要的是,LMDS 可以在郊区、城镇等潜在用户数较少的地方赢利,这是有线网络无法与之相比的。根据国外某市场调研机构的预测,通常情况下,LMDS 运营商可以在5年以内收回全部的初期投资。可以说,经济性是这项技术的最大优势。

5.3 兼容性好

LMDS 作为一种新兴技术,几乎综合了现有各种网络的优点,它的协议是中性的,兼容性极好,几乎可以支持目前所有的传输标准,包括 ATM(话音与数据)、TCP/IP(因特网)、MPEG-2(图像)等。因而 LMDS 网络可以非常方便地与现有的各种网络系统(因特网、局域网、校园网、CATV 网等)实现互联。

5.4 LMDS 的缺点

1)高频段的基站成本较高,目前每个低频段(如 3.5GHz)的基站设备成本约为1000美元,但对于26GHz 频段,成本则增加到约5000美元。

2)需要视距传输。同低频段的其他无线通信系统不同的是,LMDS 系统对各通信点之间的“视通”(LOS)的要求非常苛刻。由于建筑物与植物等的阻挡,所以一个小区内能满足“视通”要求的用户比例通常为60%左右。对此,LMDS 系统在规划、设计小区时采用了小区重叠、增加中继站或反射器等技术,这可以使小区内收到有效信号的用户比例上升到85%左右。

3)服务区覆盖范围较小,不适合远程用户使用。

(下转第84页)

$$F_{\beta} = \frac{(\beta^2 + 1) \cdot Pr \cdot Re}{\beta^2 \cdot Pr + Re} \tag{9}$$

当 β 设为1,即查全率和准确率的权重相等时,得到 F_1 度量,

$$F_1 = 2Pr \cdot Re / (Pr + Re) \tag{10}$$

3.2 实验结果及比较

表1给出了这些方法在测试集上的实验结果。

表1 各种分类方法在 Reuters-21578(10类)上的实验结果

分类方法	准确率	查全率	F_1 指标
KNN	0.828	0.785	0.806
SVM	0.867	0.83	0.848
Naïve Bayes	0.82	0.815	0.817
TFIDF	0.812	0.805	0.808
权重不变的线性加权	0.847	0.812	0.829
权重不变的集成判决	0.841	0.83	0.836
权重自适应的线性加权	0.858	0.829	0.843
权重自适应的集成判决	0.874	0.846	0.858

比较实验结果,可以得出以下几点结论:

(1)比较多分类器组合与单个分类器的分类结果可以看出,多分类器的有效组合可以取得较好的分类效果。多分类器组合的分类查准率、查全率和 F_1 指标普遍高于单个分类器(SVM 除外)。本文的多分类组合方法主要在查全率方面有较大提高,从而从整体上提高了分类性能。

(2)比较权重不变(全局准确率)的方法和权重自适应(局部准确率)的方法,可以看出针对不同待定样本的特征和分布区域来自适应地选择分类器组合及其权重,可以从一定程度上提高分类性能。

(3)比较集成判决和线性加权方法的分类结果,发现集成判决方法可以从整体上(F_1 指标)提高分类性能,其查全率也有一定提高。

(4)本文提出的权重自适应调整的多分类器集成判决方法的分类效果最好,该方法采用了基于待定样本的特征分析和局部准确率的权重自适应调整技术,使得分类器组的选择

和加权更有针对性;利用分类器在样本集上的统计信息来获取分类之间的关系,这有助于解决一个样本属于多个分类的问题,从而使得组合分类器的整体性能更佳。

小结 随着问题的复杂度增加,模式识别中的多分类器组合方法得到了更多的关注并成为研究的热点。多分类器组合的关键是寻找一种合适的组合准则,能将各分类器的结果有效地综合起来。

本文提出了一种权重自适应调整的多分类器集成判决方法,针对不同待定样本自动选择不同的分类器组及其权重,从而发挥各分类器在不同样本和不同区域上的分类优势;利用样本集上的统计信息来描述类别之间的关系,从而指导分类结果的集成判决,最终从整体上提高了分类的准确率和查全率,提高了分类性能。这在 Reuters-21578 文本集上的对比实验中得到了验证。

文中的方法只是在标准文本集合上进行了实验,在解决实际问题时,需要做有针对性的处理,并需要做进一步的优化和调整;另外,可以考虑引入控制理论中的思想,实现更好的自适应调节。

参 考 文 献

1 肖旭红,戴汝为. 一种识别手写汉字的多分类器集成方法. 自动化学报,1997,23(5):621~627
2 荆晓远,杨静宇. 基于相关性和有效互补性分析的多分类器组合方法. 自动化学报,2000,26(6):741~747
3 Sebastiani F. A tutorial on automated text categorization. In: Proc. of Argentinian Symposium Artificial Intelligence (ASAI-99, 1st) Buenos Aires, 1999. 7~35
4 Giacinto G, Roli F. Dynamic classifier selection based on multiple classifier behavior. Pattern Recognition, 2001, 34: 1879~1881
5 <http://www.research.att.com/~lewis/reuters21578.html>
6 Yang Y. An evaluation of statistical approaches to text categorization. Journal of Information Retrieval, 1999, 1(1/2): 67~88
7 Salton G, et al. A vector space model for automatic indexing. Communications of the ACM, 1975, 18: 613~620

(上接第110页)

4)此外,LMDS 系统所处 Ka 波段的电波还易受天气的影响,雨、雪、雾等都会引起电波的衰减,较强的降雨甚至可能导致信号的完全中断。对此,LMDS 系统通常采用动态自适应发信功率控制技术,在信号衰减较大的情况下,自动增大信号的发射功率,以便为系统提供足够的增益储备。

5)技术仍不完善。目前提供 LMDS 网络设备的厂家相当有限,设备性能也存在欠缺。

LMDS 的未来 据预测,LMDS 的频段分配原则不久将有定论,频谱拍卖的可能性较大,届时在中国已经宣传铺垫了近两年时间的 LMDS 市场显然将全面启动,而且其市场容量将会迅速膨胀。从目前了解的情况看,各大运营商甚至包括像广电、公安这样的专网用户都对 LMDS 表示了足够的关注,估计在频谱政策公布的两年之内,LMDS 都将成为城域接入网建设的重点之一。

另一方面2000年年中划出3.5 GHz 频段的30 MHz 作为固定无线接入系统使用可以说是为这种产品在中国市场的推

广提供了一个千载难逢的机会,在 LMDS 频段正式公布之前甚至公布之后的一段时间内,该类产品会成为各运营商关注的重点,因为它是目前运营商唯一可以申请使用的宽带无线接入频段(2.4 GHz ISM 频段除外)。而无线 LAN 常常被看做有线网络 and 用户端计算机之间的“最后一公里”链路,从 IEEE 1997 年批准第一个无线 LAN 标准--802.11 规范开始,这项技术正在不断地取得重大的进步。

当前,产品的价格、统一的标准、共享外设、宽带 Internet 连接的家庭应用等多种因素推动着无线 LAN 市场的发展。总之,各种宽带固定无线接入正面临广阔的市场前景和发展机遇,只有抓住当前的机遇,方能在未来的接入网市场中占据一席之地。

参 考 文 献

1 唐雄燕. 城域宽带网的发展策略. 通信世界,2000(3)
2 熊四部. 宽带接入技术发展新动态. 电信技术,2000(7)
3 袁荣峰. LMDS 技术分析. 电信技术,2001(10)