



WANGLUOXINJISHU JIYINGYONG

[网络新技术 及应用]

蔡报勤 郑尚志 王长青 著



中国商务出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

[网络新技术 及应用]

蔡报勤 郑尚志 王长青 著



中国商务出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

图书在版编目(CIP)数据

网络新技术及应用/蔡报勤,郑尚志,王长青著. —北京:中国商务出版社,2008.10
ISBN 978-7-80181-971-0

I. 网… II. ①蔡…②郑…③王… III. 计算机网络—新技术 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 167037 号

网络新技术及应用

蔡报勤 郑尚志 王长青 著

中国商务出版社出版

(北京市东城区安定门外大街东后巷 28 号)

邮政编码:100710

电话:010-64269744(编辑室)

010-64295501(发行部)

010-64266119

零售、邮购:010-64263201

网址:www.cctpress.com

E-mail:cctp@cctpress.com

北京中商图出版物发行有限

责任公司发行

三河市铭浩彩色印装有限公司印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本

16.75 印张 390 千字

2008 年 11 月第 1 版

2008 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80181-971-0

定价:29.80 元

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)64212247

前 言

由于计算机技术与通信技术的结合,网络技术正以前所未有的速度向前发展,新技术层出不穷,旧技术不断被淘汰,这也使网络成了一个新老更替、优胜劣汰最快的领域之一。有人说,学网络的人太忙了,因为网络的发展太快了,一天不学就要落后,就跟不上技术的发展,就要被淘汰。本书的作者们正是基于这样一种现实,根据自己在网络领域多年的研究,希望为爱好网络或者在网络领域研究,迫切希望了解近年来网络最新技术成果及应用的人们提供帮助。

全书在对网络新技术进行全面分析和研究的基础上,经概括归纳和精心选取,并根据作者多年研究的心得体会,把有重大意义的网络新技术及应用概括为八个方面,即:新一代 IP 协议,宽带接入新技术,无线网络领域的传感器网络,基于分布式的 P2P 网络,旨在建立全球大网格的网格计算技术,虚拟网络技术,以及光网络领域的自动交换网,最后对被称为下一代网络方案的软交换网和 IMS(IP 多媒体子系统)进行了比较性研究。

本书可作为高校学生的选修课用书和专业培训学校的专业培训用书,也可作为高校教师的教学参考用书,还可给大学生、研究生和网络爱好者当自学用书,此外,鉴于该书的内容都是该领域最前沿的,同时发展前景被广泛看好的,因此相信它对网络领域科研人员也是不无裨益的。

全书由蔡报勤(九江学院)、郑尚志(巢湖学院)、王长青(山西金融职业学院)共同撰写,并由三人负责统稿。其具体分工如下:

第 3 章,第 4 章,第 5 章 5.1 和 5.2,第 9 章:蔡报勤;

第 6 章,第 7 章,第 8 章:郑尚志;

第 1 章,第 2 章,第 5 章 5.3、5.4、5.5:王长青。

由于网络新技术是一个很广阔的领域,也是一个比较模糊的领域,再加上作者水平有限,书中不足和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2008 年 8 月

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 绪 论	1
1.2 网络技术的发展趋势	1
1.3 网络新技术发展的驱动力	8
第 2 章 新一代互联网协议 IPv6	10
2.1 传统互联网协议的不足	10
2.2 网际协议 IPv6	11
2.3 IPv6 的特性	13
2.4 IPv6 的数据报格式	20
2.5 移动 IPv6 技术	25
2.6 IPv6 的发展中存在的问题	30
第 3 章 宽带接入新技术	33
3.1 宽带接入市场及特点分析	33
3.2 当前主要宽带接入技术分析	34
3.3 基于 PSTN 的新一代 xDSL 宽带接入技术	42
3.4 宽带无线接入新技术	49
3.5 电力载波接入	57
第 4 章 无线传感器网络	62
4.1 无线传感器网络概念与特点分析	62
4.2 无线传感器网络的主要研究内容	65
4.3 无线传感器网络体系结构探讨	68
4.4 无线传感器网络传输协议分析	72
4.5 无线传感器网络的研究与应用现状	78
第 5 章 P2P 网络	82
5.1 P2P 技术的特点及应用分析	82
5.2 P2P 网络体系结构探讨	93
5.3 P2P 网络的核心机制分析	101
5.4 P2P 应用软件	113
5.5 P2P 的未来趋势	122
第 6 章 网格计算技术	125
6.1 网格的功能与目标分析	125
6.2 网格的分类	133
6.3 网格计算的关键技术	135
6.4 网格体系结构探讨	137

6.5	网格计算的研究与应用	150
第7章	虚拟网络技术	159
7.1	虚拟局域网技术	159
7.2	IP VPN 的定义及几大要点	161
7.3	IP VPN 与隧道技术	166
7.4	IPSec 协议	171
7.5	L2TP 协议	176
7.6	IP VPN 业务	179
7.7	IP VPN 的典型应用	182
第8章	自动交换光网络(ASON)	185
8.1	光网络模式和发展趋势	185
8.2	自动交换光网络的特点与优势分析	188
8.3	ASON 的主要研究内容	190
8.4	ASON 的体系构建	201
8.5	ASON 的功能层面分析	204
8.6	ASON 的研究和应用状况	213
第9章	下一代网络及关键技术	216
9.1	下一代网络的产生背景	216
9.2	下一代网络的特征与优势分析	217
9.3	软交换	220
9.4	软交换设备	227
9.5	IP 多媒体子系统	237
9.6	NGN 承载网的选择及其问题分析	249
9.7	下一代网络的研究与应用	260

第 1 章 概 述

1.1 绪 论

网络是人们获取信息的基础设施,在人们的生活中发挥着越来越重要的作用。如今的网络技术,不仅为人们提供了社交、学习、工作、休闲和娱乐的全新模式,如远程教育、远程医疗、电视会议、居家购物、电子函件等;而且也为经济运行、政府工作、突发事件的应对、灾害的预警、处置与救助等提供了快速高效的平台。可以说网络带来了人类社会的巨大变革,已成为衡量一个国家综合国力强弱的重要标志之一。网络技术的发展,正推动着社会不断进步。

21 世纪的特征就是数字化、网络化和信息化,它是一个以网络化为核心的信息时代。以电话网为代表的电信网络和以因特网为代表的计算机通信网络已成为现代信息社会最重要的基础设施。我国提出在“十一五”时期网络发展的主要目标是:到 2010 年全国电话用户总数 10 亿户,互联网用户 2 亿户,农村实现“村村通电话,乡乡能上网”。可见,研究与开发网络新技术是我们每一个人的事。

展望网络发展的历史轨迹,网络技术是一个新老更替、优胜劣汰的过程。例如,有人认为程控交换机是经典的技术,异步转移模式(ATM, Asynchronous Transfer Mode)是先进的技术,其实并非完全如此。1988 年以来人们在 ATM 技术上投入了许多人力与物力,如今却在走下坡路。综合业务数字网(ISDN, Integrated Services Digital Network)的发展一度曾为全世界所看好,事实上发展很慢。宽带综合业务数字网(B-ISDN, Broad Band ISDN)曾一度被看做是走向宽带的必由之路,标准写了一大堆,结果是束之高阁。消息处理系统(MHS, Message Handling System)是严格按开放系统互联参考模型(OSI, Open System Interconnect Reference Model)七层模型开发的,当时被认为是最完善的消息转发系统,但结果只有极少数地方采用,现在已经由 E-mail 等因特网技术所替代。此外帧中继(FR, Frame Relay)原先是为 ISDN 开发的,是属于 ISDN 的协议族,而 ATM 是为 B-ISDN 开发的,是 B-ISDN 协议族。然而这两种技术后来都只用到了数据网络中,并没有提供综合服务。为什么世界上会有那么多的大家都看好的技术,结果并不成功(或者有点成绩也很不理想),这说明网络技术必然被新的、更加先进的技术所取代。这也是网络新技术不断产生的原因。

1.2 网络技术的发展趋势

网络技术的演变可归纳为:①低速→高速;②窄带网络→宽带网络→新型宽带网络;③专用网→公用网→虚拟专用网;④面向终端的网→资源共享网;⑤电路交换→报文交换

→分组交换→信元交换;⑥各种通信控制规程→国际标准;⑦单一的数据通信网→综合业务数字通信网;⑧微机→主机→对等通信→客户/服务器→网站/浏览器;⑨IP版本4(IPv4, IPversion 4)→IP版本6(IPv6, IPversion 6);固定、有线互联网络→宽带固定、有线/无线互联网络;⑩接入技术→10吉比特以太网接入、下一代光接入和多种宽带接入方式融合;⑪移动通信→3G(第三代移动通信)→4G(第四代移动通信);⑫以太网→10吉比特以太网;⑬大型组网→网格计算组网和三网(电话网、计算机网、有线电视网)融合;⑭信息存储→网络存储→基于IPv6的融合网络存储;⑮现代网络模式→宽带智能网、智能代理、主动网络、传感器网络→下一代融合网络;⑯光网络→全光网络→智能光网络和自动交换光网络。这些转变将深刻地影响网络技术的走向。

1.2.1 网络通信技术的发展趋势

网络通信技术发展的基本方向是开放、集成、融合、高性能、智能化和移动性,朝着高速、宽带、多媒体、数字化、光纤化、分组化、多平台、多协议方面发展。

(1)开放是指开放的体系结构、开放的接口标准,使各种异构系统便于互联和具有高度的互操作性,归根结底是标准化问题。

(2)集成表现在各种服务与多种媒体应用的高度集成,在同一个网络上,允许各种消息传递,既能提供单点传输,也能提供多点投递;既能提供尽力而为的无特殊服务质量要求的信息传递,也能提供有一定时延和差错要求的、确保服务质量的实时传递。

(3)高性能表现在网络应当提供高速的传输、高效的协议处理和高品质的网络服务。高性能计算机网络作为一个通信网络应能支持大量的和各种类型的用户应用,具有可缩放功能(Scalable),即能接纳增长的用户数目,而不降低网络的性能;能高速低时延地传送用户信息;按照应用要求来分配资源;具有灵活的网络组织和管理,这样就能按出现的需求支持新的应用。

(4)融合将成为网络通信发展的“主旋律”。融合将体现在“语音与数据”、“传输与交换”、“电路与分组”、“有线与无线”、“移动与固定”、“管理与控制”、“电信与计算机”、“集中与分布”、“电域与光域”等多个方面。

(5)智能化表现在网络的传输和处理上能向用户提供更为方便、友好地应用接口,在路由选择、拥塞控制和网络管理等方面显示出更强的主动性。尤其是主动网络(Active Network)的研究,使得网络内执行的计算能动态地变化,该变化可以是“用户指定”或“应用指定”,且用户数据可以利用这些计算。

(6)移动技术从3G到4G,从单一移动环境到通用移动环境。尽管3G能提供Mbit/s量级的传输速率,但远远不能满足未来个人通信的要求。具有高数据率、高频谱利用率、低发射功率、灵活业务的4G可将无线通信的传输容量和速率提高十倍甚至数百倍。同时根据各种接入技术的特点,构建分层的无缝隙全覆盖整合系统,形成通用无线电环境,并实现各系统之间的互通,将是通往未来无线与移动通信系统的必然途径。

1.2.2 接入网的发展

1. 网络容量高速增长

目前核心网商用化的波分复用(WDM, Wavelength Division Multiplexing)系统的带宽已达 400Gbit/s, 大比特路由器已经问世, 网络容量正在高速增长。

2. 终端的速率快速增长

用户侧终端的速率也在迅速提高, 其中央处理器(CPU, Central Processing Unit)的性能每 18 个月就翻一番。带宽要求正以几倍、几十倍的速度增长。然而面对核心网和用户侧带宽的快速增长, 位于中间的接入网却仍停留在窄带水平, 而且仍主要是以支持电路交换为基本特征, 与核心网侧和用户侧的发展趋势很不协调, 显然, 接入网已经成为全网带宽的最后瓶颈, 接入网的宽带化和 IP 化将成为未来接入网发展的主要大趋势。

3. 多种接入技术共存互补

目前, 用于接入网的技术很多, 包括甚高速数字用户线(VDSL, Very-high-bit-rate Digital Subscriber Loop)、光纤混合同轴电缆(HFC, Hybrid Fiber Coaxial)、宽带无线接入方式等。宽带无线接入是工作在 20~40GHz 频段的本地多点分配业务(LMDS, Local Multipoint Distribution Service)系统, 可用带宽在 1GHz 以上。在 2001 年 7 月, IEEE 802.16 工作小组提出了由近百家公司数次投票认定的新一代宽带无线接入(BWA, Broad-band Wireless Access)标准, 这是一项针对微波及毫米波频段中新的空中接口标准, 速率更可达 10Mbit/s 以上。

另外, 光纤接入+以太网的接入方式, 是最普遍采用的一种组网方式。即光纤到小区、大楼, 然后以五类线接入用户终端。这种以太网技术具有较好的性能价格比、可扩展性较强、易于安装开通等特点, 可选容量为 10Mbit/s、100Mbit/s、1Gbit/s 等多种等级。

宽带业务、宽带接入是一个很大的市场。接入网的基本特征与核心网大不相同, 迄今并没有一种绝对的主导技术。尽管非对称数字用户线(ADSL, Asymmetrical Digital Subscriber Line)和 LAN 技术近来发展势头很猛; 但从整体看, 无论是 HFC、无线本地环(WLL, Wireless Local Loop)系统还是无源光网络(PON, Passive Optical Network), 均是在不同的环境, 接入的不同部分, 在不同的阶段扮演特定的角色。在相当长的时间内接入网领域都仍将呈现多种技术共存互补, 竞争发展的基本态势。

但有一点是共同的, 即面对多元化的接入技术, 需要采用模块式结构公共的接入平台, 诸如采用公共的用户线路卡, 公共的开放网络接口和网管接口以及其他一些公共子系统, 以简化网络结构和配置, 减少重复的元部件, 降低接入网成本, 加快提供业务服务步伐。

4. 全业务和综合传送

要求在一个接入网内实现专线/VPN、Stream Video/视频点播(VOD, Video on De-

mand)、可视电话/IP 语音(VoIP, Voice over IP)、高速互联网接入(HSIA, High Speed Internet Access)等,这不仅要求接入网络能够实现各种接入,更需要一个有机的平台能够很好地承载各类业务,并保证业务质量。目前,综合宽带接入平台大力发展,正体现了这种趋势。

接入网将采用与核心网保持一致的分组承载方式来实现所有的业务(语音、数据和视频等)的综合传送,是一个低成本实现 QoS 保证的网络,并向用户提供不同的业务和服务。

5. 开放性接口和统一性管理

接入网是一个通过开放性的接口实现集中统一管理、管理维护方便的网络。由于接入网用户端设备的分散和数量庞大,下一代网络(NGN, Next Generation Network)的接入网管理系统可实现对设备的统一自动配置和安全认证来降低网络的运行维护成本。

6. 扁平化网络架构

网络结构扁平化,简单、清晰、扩展方便。接入模块尽量靠近用户,保障带宽。这个要求与全网的扁平化要求相一致。

1.2.3 光通信技术的基本发展方向

光通信是现代通信的基础,对光纤网络的铺设成为未来的增长点。据统计,1999 年我国光缆总敷设约 660 万芯千米,2000 年总敷设约 720 万芯千米,2001 年总敷设约 1 000 万芯千米,2002 年总敷设达到 1 150 万芯千米,2005 年达到 1 600 万芯千米。从骨干层来看,波分复用和 SDH 是骨干网络的主要光技术。近期,1.6Tbit/s 的波分复用标准基本实现了,该领域将成为今后几年的重点方向。在 SDH 方面,10Gbit/s 的环网已经开始应用,下一步是研究智能光网络。在城域层面,面向用户的多业务传送平台(MSTP, Multi-Service Transport Platform)是在原来以语音业务为主的 SDH 网络上增加对数据业务的支持,以提供更丰富的业务能力。

高速光传输技术迅猛发展。目前,法国阿尔卡特公司实现了 10.24Tbit/s(256 波 $\times$ 40G)实验系统,日本 NEC 公司实现了 10.96Tbit/s(274 波 $\times$ 40G)实验系统,德国西门子公司实现了 7.04Tbit/s(176 波 $\times$ 40G)实验系统,国内也已开发成功 32 波 $\times$ 10G WDM 系统。

在光网络方面,国际上有关光网络的重要研究计划包括:美国的多波长网络(MONET)、国家透明光网络(NTON);欧洲的泛欧光子传送重叠网(PHOTON)、泛欧光网络(OPEN);德国的 KOMNET;加拿大的 CA*net3 国家光互联计划;日本和澳大利亚等国的科研机构 and 大学均设立了科研项目,研究承载未来 IP 业务的下一代光通信网络。国内光传送网的研究与应用工作在国家自然科学基金和“863”项目的支持下已取得了较大的发展。

以高速光传输、宽带光接入、节点光交换和自动交换光联网等技术为核心并面向 IP 互联网的光波技术已构成了今天的光纤通信的研究热点。从发展趋势来看,WDM 传输

容量将朝着更多的信道数、更高的信道速率和更密的信道间隔的方向发展,光网络则朝着面向 IP 互联网、能融入更多业务、能进行灵活的资源配置和生存性更强的方向发展。下面简单介绍光通信技术发展的一些特点。

1. SDH 走向网络边缘

由于 WDM 的出现和发展,SDH 的作用和角色有了很大的转变。除了的核心网继续作为承载技术外,SDH 的作用已经降低为 WDM 层的客户层,其角色正开始向网络边缘转移。从长远看,随着数据业务逐渐成为网上的主导业务,SDH 的长期市场将逐渐缩小,并将逐渐退出核心骨干网,转移到网络边缘,独立的 SDH 设备将减少,其主要功能将逐渐融合到光传送网(OTN, Optical Transport Networks)中,少量功能则融合到路由器中去。

2. 向 40Gbit/s 系统发展

不少实验室已开发出 40Gbit/s 的系统。从实际应用看,对于 40Gbit/s 传输系统,尚无直接调制的光源可用,必须用外调制器。40Gbit/s 系统的真正成熟和规模商用还需要一定的时间。特别是交换机和路由器的 40Gbit/s 接口的难度更大,与传输系统的复用器不同,40Gbit/s 数据设备接口需要复杂的处理能力,包括在 40Gbit/s 速率实现包基础的业务量整形、过滤和优先。涉及很多元件,包括成帧器、网络处理器、流量工程实现芯片和高速 I/O 芯片等。预计其商用化时间比传输系统还晚一年左右。

3. 向超大容量超长距离波分复用系统的方向发展

从技术上看,实用化的最大传输链路容量有可能达到 5~10Tbit/s 乃至 20Tbit/s,研究表明单波长容量达到 100Tbit/s 是可能的,网络容量将不会受限于传输链路,焦点将集中在网络节点上。近年来超大容量密集波分复用系统的发展不仅彻底发掘了无穷无尽的光传输链路的容量,而且也成为 IP 业务爆炸式发展的催化剂和下一代光传送网灵活光节点的基础。

4. 城域网 WDM 技术需要继续改进性价比

随着技术的进展和业务的发展,WDM 技术正从长途传输领域向城域网领域扩展,应用城域网 WDM 系统容许网络运营者提供透明的以波长为基础的业务,因而要求其光接口可以自动接收和适应从 10Mbit/s 到 2.5Gbit/s 范围的所有信号,包括 SDH、ATM、IP、ESCON、FDDI、吉比特以太网和光纤通路等。而对于应用在城域网核心的系统,则将来有可能还会要求支持 10Gbit/s 的 SDH 信号和 10Gbit/s 的以太网信号。

为了进一步降低城域网 WDM 系统的成本,有人提出了粗波分复用(CWDM)系统的概念。这种系统的典型波长数为 8~16 个,波长通路间隔达 20nm 之宽,因此对激光器的要求大大降低,甚至可以在制造 DVD 光驱用激光器的生产线上制造出来,其成本可以大为降低。

5. 从点到点 WDM 走向光联网

普通的点到点波分复用通信系统尽管有巨大的传输容量,但只提供了原始的传输带宽,需要有灵活的节点才能实现高效的灵活组网能力。于是业界的注意力开始转向光节点,靠光层面上的波长连接来解决节点的容量扩展问题,其带宽颗粒从 VC-4 增加到一个波长,同样 1 000 个端口的单个节点容量可以从 160Gbit/s 增加到 10Tbit/s 乃至 40Tbit/s。

光传送联网的一个最新发展趋势是引入自动波长配置功能,即所谓自动交换光网络(ASON, Automatic Switched Optical Network),使光联网从静态走向 ASON,带来的主要好处有:允许将网络资源动态地分配给路由;缩短了业务层升级扩容时间;增加业务层节点的业务量负荷;具有可扩展的信令能力集;快速业务提供和拓展;降低维护管理运营费用;光层的快速业务恢复能力;减少了用于新技术配置管理的运行支持系统软件的需要;只要维护一个动态数据库;也减少了人工出错机会;还可以引入新的业务类型,如按需带宽业务、波长批发、波长出租、带宽交易、动态路由分配、光层 VPN 等,使传统的传送网向业务网方向演进。智能光网络将成为未来几年光通信发展的重要方向和市场机遇。

6. IP 层与光传送层的融合

宏观地看,未来整个网络可以粗分为两部分,即光传送网和业务网。光传送网负责高容量业务量的可靠传输并提供波长级流量工程网络接口给业务平台。业务层完全依靠光传送层提供波长通路来与对等层节点或网元实现连接。将 MPLS 扩展到光传送层包括光连接在内,将标记交换的概念扩展至包括波长选路和交换的光通道,让业务流来控制连接。

IP 层与光传送层的融合目前主要有两种基本网络演进结构,即重叠模型和集成模型。对于多数传统的全业务运营者,可能采用重叠模型是目前最现实的选择。而对于仅提供 IP 业务并拥有自己的 IP 网和光传送网的运营者,采用集成模型则是一种直接的选择,从长远看,特别是 IP 成为网络绝对主导的业务,则集成模型将成为统一的最佳选择。

从上述涉及光纤通信的发展现状与趋势来看,光纤通信的发展涉及的范围、技术、影响力和影响面已远远超越其本身,势必对整个网络产生深远的影响。它的演变和发展结果将在很大程度上决定了网络未来大格局,也将对 21 世纪的社会经济发展产生巨大影响。

1.2.4 下一代网络的发展技术

经过一段时间的研究和讨论,2004 年初 ITU-T 在其 G. NGN. overview 建议中给出了下一代网络的定义:下一代网络(NGN)是基于分组的网络,能够提供包括电信业务在内的多种业务;能够利用多种宽带和具有 QoS 保证的传送技术;其业务相关功能与其传送技术相独立;NGN 可以使用户自由接入到不同的业务提供商;NGN 支持通用移动性,允许为用户提供始终如一的、普遍存在的业务。

由以上定义可以看出,NGN 需要做到以下几点:一是 NGN 一定是以分组技术为核心的;二是 NGN 一定能融合现有各种网络;三是 NGN 一定能提供多种业务,包括各种多

媒体业务;四是 NGN 一定是一个可运营、可管理的网络。

现在人们比较关注 NGN 的业务层面,尤其是其交换技术,但实际上,NGN 涉及的内容十分广泛,广义的 NGN 包含了以下几个部分:下一代传送网、下一代接入网、下一代交换网、下一代互联网和下一代移动网。

1. 下一代传送网

下一代传送网是以 ASON 为基础的,即自动交换光网络。目前波分复用系统发展迅猛,得到大量商用,但是普通点到点波分复用系统只提供原始传输带宽,需要有灵活的网络结点才能实现高效的灵活组网能力。随着网络业务量继续向动态的 IP 业务量的加速汇聚,一个灵活动态的光网络基础设施是必要的,而 ASON 技术将使得光联网从静态光连网走向自动交换光网络,这将满足下一代传送网的要求,因此 ASON 将成为以后传送网发展的重要方向。

2. 下一代接入网

下一代接入网是指多元化的无缝宽带接入网。当前,接入网已经成为全网宽带化的最后瓶颈,接入网的宽带化已成为接入网发展的主要趋势。接入网的宽带化主要有以下几种解决方案:一是不断改进的 ADSL 技术及其他 DSL 技术;二是 WLAN 技术和目前备受关注的 WiMAX 技术等无线宽带接入手段;三是长远来看比较理想的光纤接入手段,特别是采用无源光网络(PON)用于宽带接入。

3. 下一代交换网

下一代交换网指网络的控制层面采用软交换或 LMS 作为核心架构。传统电路交换网络的业务、控制和承载是紧密耦合的,这就导致了新业务开发困难,成本较高,无法适应快速变化的市场环境和多样化的用户需求。软交换首先打破了这种传统的封闭交换结构,将网络进行分层,使得业务、控制、接入和承载相互分离,从而使网络更加开放,建网灵活,网络升级容易,新业务开发简捷快速。在软交换之后 3GPP 提出的 IMS 标准引起了全球的关注,它是一个独立于接入技术的基于 IP 的标准体系,采用 SIP 协议作为呼叫控制协议,适合于提供各种 IP 多媒体业务。IMS 体系同样将网络分层,各层之间采用标准的接口来连接,相对于软交换网络,它的结构更加分布化,标准化程度更高,能够更好地支持移动终端的接入,可以提供实际运营所需要的各种能力,目前已经成为 NGN 中业务层面的核心架构。软交换和 IMS 是传统电路交换网络向 NGN 演进的两个阶段,两者将以互通的方式长期共存,从长远看,IMS 将取代软交换成为统一的融合平台。

4. 下一代互联网

NGN 是一个基于分组的网络,现在已经对采用 IP 网络作为 NGN 的承载网达成了共识,IP 化是未来网络的一个发展方向。现有互联网是以 IPv4 为基础的,下一代的互联网将是以 IPv6 为基础的。IPv4 所面临的最严重问题就是地址资源的不足,此外在服务质量、管理灵活性和安全方面都存在着内在缺陷,因此互联网逐渐演变成以 IPv6 为基础

的下一代互联网(NGI)将是大势所趋。

5. 下一代移动网

下一代移动网是指以 3G 和 B3G 为代表的移动网络。总的来看,移动通信技术的发展思路是比较清晰的。下一代移动网将开拓新的频谱资源,最大限度实现全球统一频段、统一制式和无缝漫游,应付中高速数据和多媒体业务的市场需求以及进一步提高频谱效率,增加容量,降低成本,扭转 ARPU 下降的趋势。

由以上五个方面可以看出,NGN 实际上是一把大伞,涉及的内容十分广泛,从网络角度,实际包含了从用户驻地网、接入网、城域网及干线网到各种业务网的所有层面。一句话,广义的 NGN 实际包含了几乎所有新一代网络技术,是端到端的、演进的、融合的整体解决方案,而不是局部的改进更新和单项技术的引入。NGN 不是对网络的革命,而是演进,是在现有网络基础上的平滑过渡。

1.3 网络新技术发展的驱动力

1. 技术的作用

许多关键技术 in 通信网络的发展过程中不断发展。这些新技术包括信息传输容量、信号处理技术和数字计算机技术。特别是计算机存储容量和计算机处理能力在操纵网络交换机和实现网络协议方面扮演着重要的角色。近 30 年来,计算机技术得到了持续的发展,其处理能力、内存和传输能力以每 18~24 个月翻一番的速率增加,每个芯片的晶体管的数量每隔 18 个月翻一番。这些技术上的提高使得网络不仅能够处理更大容量的信息和更高的数据速率,而且能够执行更复杂的处理,因此可以支持更为广泛的服务。

核心技术的发展体现在更高的传输速率、存储容量和更强的处理能力,这些方面的发展推动了更大和更为复杂的系统的出现。这些发展允许实现和配置更加智能的、基于软件的算法,以此来控制和管理规模不断扩大的网络。软件技术方面的重大发展是必需的,以此来实施设计、开发和测试以及确保这些极其复杂的系统能可靠并连续地运转。

2. 政府的作用

以电报和电话形式出现的传统通信服务是由政府管制的。由于部署必需的基础设施的高昂成本和控制通信的重要性,政府经常作为垄断商来选择运行通信网络。通信网络规划需要数十年才能完成。这种规划导致了只限于提供数量有限的一组定义明确的通信服务。

尽管总的趋势是取消管制,但电信业不可能完全脱离政府的调节。例如,电话业务在很多国家被看做必需的“生命线”业务,并且管制在确保每个人都可以得到最低级别的服务方面起着一定的作用。法规还在解决通过通信网络为人们提供何种信息的问题上发挥着作用。例如,许多人都赞同应该采取一些措施来防止儿童访问 Internet 上的色情文学,但是对于在网络上传输的哪些信息应当保密缺乏共识;是否应加密得足够安全,使得没有

人甚至连负责国家安全的政府都无法破解加密信息。不过这些问题的法规可以提供一个决定实现何种服务和何种网络的框架。

3. 市场的作用

是否存在适于新服务的市场是决定一种新服务能否成功的第三个要素。服务的成功与否最终由顾客是否愿意购买而决定,当然这依赖于服务的成本、效用和吸引力。对基于网络的服务,服务的效用经常依赖于是否存在一定数量的用户。例如,如果可访问的对象数量很少,用途会大大受限。另外,由于规模经济的模式,服务的成本通常会随着用户基数的增加而减少,例如终端设备和它们的部件的成本。因而实际的挑战是如何管理服务的配置部署,先吸收一批关键用户,然后再发展到较大的规模。

例如在 20 世纪 70 年代初期,美国有大量的投资致力于发展可视电话服务,以提供音频和视频通信。但是开展这种服务的市场并不成熟,随后的多次尝试也相继失败。只是最近随着个人计算机的广泛应用,我们才开始看到这种服务的可用性。又例如蜂窝式无线电话的部署,这种服务最早出现在 70 年代后期。这种部署成功地建立起最初的市场。能够在移动时进行通信的效用又具有如此广泛的吸引力,使得该服务在短的时间内得到了急速的发展。蜂窝式电话用户数量的爆炸式增长促使了新的无线技术的发展。

4. 标准的作用

标准的作用范围是整个行业,可能是一个国家,也可能是全世界范围的,它使不同的厂商制造的设备可以实现互操作。标准包含了一系列接口,它规定了设备在物理上采用什么样的过程来操作不同的设备。标准对网络系统而言极为重要,因为网络价值很大程度上取决于它所能影响的用户群。另外,有时网络需要的投资非常高昂,所以网络运营者特别关心从多个相互竞争的供应商处购买设备的选择权,而不是只能从一个单独的运营商购买设备。

从严格意义上来说,法律上的标准是一个以国家,甚至是以国际为基础的协商过程的结果。例如,很多网络标准是在联合国资助下运转的组织发起的。几乎每一个国家都有自己相应的组织,承担国家网络标准的制定任务。也有一些标准是由非政府性组织制定的。标准的存在使得小公司能够进入像通信网络一样的大市场。这些公司可以专注于开发核心产品,例如实现某种协议的芯片。标准保证这些产品能够在整个网络中运转。标准提供了框架,用以指导与网络的发展和进化相关的各种商业、工业和政府组织的各种活动。这种环境产生的结果就是技术和标准都以更快的速度革新和发展。

本章参考资料

[1] 敖志刚. 网络新技术概论. 北京:人民邮电出版社,2006,10

[2] 刘冰. 网络新技术. 北京:机械出版社,2005,1

第2章 新一代互联网协议 IPv6

互联网的高速发展和广泛应用给予了整个社会生产方式和生活方式的极大变革。新一代的互联网的应用已成了大势所趋,其中的关键技术就是 IPv6。IPv6 取代 IPv4,将带来跨时代的发展契机。

具有无线联网功能的便携计算机以及各种各样手持式个人多媒体信息终端将把移动计算、多媒体处理和数字化通信集成起来,最后我们将很难区分这些功能的分界。未来网络的发展将无可限量。

2.1 传统互联网协议的不足

随着各种网络应用领域的不断拓展和使用人数的急剧增加,互联网在以惊人的速度膨胀,其核心协议 IP 取得了巨大的成功。当前的 IP 版本 IPv4 自使用以来其结构基本上就没有什么大的变化。这说明其设计之初是考虑到了很多方面的应用和拓展的,是相当完美的。

实际上,该协议能够充分适应硬件技术的变化和异构网络的发展,加上其所拥有的超大的规模,毫无疑问是相当成功的。

然而,Internet 的发展速度超过了人们的想象,IPv4 的不足之处也渐渐暴露出来,主要表现在 IP 地址紧缺、地址结构渐渐显得不合理、网络安全问题以及缺乏对流的支持等几个方面。

而这一切都表明,今后的发展需要一个不同于 IPv4 的协议机制。具体分析如下面几节所示。

2.1.1 IP 地址紧缺

尽管 IPv4 地址结构能够在理论上独特地识别出 40 亿个以上的不同节点,本来似乎是足够我们的使用的。但随着互联网应用的迅猛发展,这些已经远远不能满足对 IP 地址呈指数级增长的需求。IPv4 的 32 位地址空间开始显得不足,可用地址数变得紧张起来。

另外还有一点就是,IPv4 的地址分配是按照 A 类、B 类、C 类网络来分配的,这种分配机制的主要特点是简单,对路由器的要求相对较低。只是,与此同时,这种分配机制造成了大量的地址浪费。比如,原来的体系结构将所有的 IPv4 地址的一半分配给了 126 个 A 类网络。每个 A 类网络都能处理 1 600 万个节点。但是,有不少原本想用于大规模的全国性网络的 A 类地址很早就被麻省理工学院、斯坦福大学等精明的机构抢走了,而其中却没有几个机构能拥有那么多的节点,因此,很多地址空间根本处于空闲的状态,都被平白地浪费了。类似的情况也同样出现在 B 类网络上。有些网络中主机数的要求非常居中,使用 B 类网络显得太浪费,使用 C 类网络则又不够。最终也只能选择 B 类网络,以

备将来的拓展。

2.1.2 地址结构不合理

对于上面提到的问题,一个合理的建议是更多地使用 C 类网络来取代 B 类网络。出于 C 类网络有 256 个本地标识符,分配 C 类网络效率会更高一些。例如,两个 C 类网络最多能容纳 512 个因特网用户。如果有 500 名用户,则只有 12 个地址未被分配。地址的利用率大为提高。

但是,使用 C 类网络就意味着需要分配更多的网络,而更多的网络则意味着路由器要记录更多的网络号,从而会直接影响外部路由协议的性能,使路由表信息急剧膨胀。

庞大的路由表将加重路由器的负担,使得寻址和选址变得困难,从而导致管理工作越来越困难。甚至在某一点,极有可能出现路由崩溃。

2.1.3 网络安全性差

安全性是另一个问题。因特网协议并不是特别安全。IPv4 的数据在网络上的传播几乎是裸露的,随时都有可能被拦截或剽窃。要想提高保密性,只能依赖于高层协议或应用程序的加密处理。这就是为什么口令、鉴别技术和防火墙对许多应用是如此重要的原因。过去几年中有太多的欺骗和黑客攻击私人电脑的例子。这些都说明,安全性始终是个问题。

而目前的加密处理也不是非常简洁,在一定程度上加剧了信息解码的难度。

2.1.4 IPv4 缺乏 QoS 机制

QoS 机制在音频和视频等对实时性要求比较高的应用中是非常重要的。但是,IPv4 在最初设计时并没有考虑这方面的问题。基本上没有关于 QoS 机制的设计。这种情况下,IPv4 就不能很好地为实时交互、多媒体数据流提供良好的服务。

事实上,现阶段,随着网络应用的发展,对于实时交互和多媒体数据流的应用越发地广泛,IPv4 对其的支持跟不上,极大地限制了这些应用的发展。这就需要一种新的机制来打破这种局面。

2.2 网际协议 IPv6

2.2.1 IPv6 概述

首先,我们要回答一个问题,什么是 IPv6? 这就要从 IPv6 的发展背景说起。

IP 协议是因特网的关键协议。现在使用的 IP(即 IPv4)是在 20 世纪 70 年代末期设计的,无论从计算机本身的发展还是从因特网规模和网络传输速率来看,IPv4 已经很不适用了。这里最主要的问题就是随着互联网规模的雪崩式的发展,32 位的 IP 地址变得不够用。

为了解决地址耗尽问题,研究人员已经尝试了许多方法,如 CIDR 等。这些办法在一