

新一代网络技术丛书

下一代计算机 网络技术

XIAYIDAI JISUANJI WANGLUO JISHU



■ 周伯扬 主编 张云青 胡家彦 孙莉 编著 ■



国防工业出版社

National Defense Industry Press

新一代网络技术丛书

下一代计算机网络技术

周伯扬 主编

张云青 胡家彦 孙莉 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书详细介绍了下一代计算网络中所采用的技术。首先,简要介绍了现代计算机网络中所使用的技术,给出了 OSI 参考模型和 TCP/IP 的结构,这样使读者对下一代计算机网络技术的认识自然而然地实现从历史到未来的演变。接着从硬件和软件两方面介绍下一代计算网络所采用的技术。硬件指光网络技术,光网络技术是下一代计算机网络技术中的一个重要部分;软件方面介绍了 NGN、IPv6 的相关概念以及无线计算机网络技术。最后,为了使读者对计算机网络技术有一个更全面的了解,作者对网络技术作了介绍,这是目前网络技术的一个非常热门的题目。相信读者通过本书的阅读,会对下一代计算机网络技术有一个全面的了解。

本书可作为通信专业和计算机专业本科高年级的教材,也可供相关专业的工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

下一代计算机网络技术 / 张云青等编著. —北京: 国防工业出版社, 2006.1

(新一代网络技术丛书 / 周伯扬主编)

ISBN 7-118-04241-2

I. 下... II. 张... III. 计算机网络
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136681 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 436 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

从计算机的出现,网络技术的产生、发展和成熟,到国际互联网的建立、WWW 的广泛使用等重大技术发展中,我们都可以深刻体会到网络技术的发展给我们的生活所带来的变化:我们可以足不出户,而和远在千里的朋友聊天、发 E-mail;通过网络购买我们想要的产品,逛网络超市,搜寻自己想要的信息。

人们所使用的这些方面的技术是无数技术开发者和科研人员的默默劳作所带来的成果。并且为了能更好地利用网络资源,比如提高计算机网络的速率、增加计算机网络所能提供的业务,及时跟上时代发展的步伐,满足大众需求,很多网络工作者已经开始了下一代计算机网络技术的研发。

什么样的计算机网络才是下一代计算机网络所具有的特征呢?在下一代计算机网络中所使用的计算机网络技术是什么呢?目前,对此的看法可以说是百家争鸣。为了使读者对下一代计算机网络技术有一个比较清晰和正确的认识,本书从现代计算机网络中所使用的技术、方法入手,在理解现代计算机网络技术的基础上,引入下一代计算机网络技术。因为毕竟下一代计算机网络技术是以现代计算机网络技术为基础的。这样,使读者能在现代计算机网络技术的基础上,对下一代计算机网络技术有一个比较清晰的把握。相信读者在阅读本书的时候会有体会,这也是作者的用意。

网络技术的发展日新月异,因而本书在组织材料的时候,尽量地展现相关领域的知识,比如目前无线通信网络中比较热门的 Wap 技术、蓝牙技术等,这样,有利于读者对该领域的新知识有一个相对明确的认识,也为读者的知识扩展起到引导作用。从这方面来说,本书具有抛砖引玉的作用。

本书逻辑严密,结构紧凑,重点突出。非常适合有一定的通信知识或网络知识的读者做进一步研究的参考。同时,由于本书在讲述时,引入了大量的图形和易懂的实例,所以,即使读者以前没有接触过相关知识,也能理解本书中的内容。由于本书里对下一代计算机网络中所能用到的技术做了比较全面的介绍和讲解,因而对于那些对下一代计算机网络技术的认识模糊的读者,本书是一本很好的参考书。

本书是作者最近的一本倾心之作,但由于时间仓促,书中难免出现一些错误,希望读者能给予批评指正!

作者

目 录

第1章 计算机网络概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 计算机网络的概念	1
1.1.2 计算机网络的发展	1
1.2 因特网的产生及发展	2
1.2.1 因特网的产生	2
1.2.2 因特网的发展	2
1.2.3 因特网在中国的发展	4
1.2.4 因特网的基本服务	5
1.3 计算机网络的分类	7
1.3.1 从网络的覆盖范围划分	7
1.3.2 从网络的拓扑结构划分	8
1.3.3 从网络的层次结构划分	8
1.3.4 从网络的交换方式划分	9
1.3.5 按网络的功能分类	9
1.4 下一代计算机网络的发展趋势	10
1.4.1 下一代计算机网络的概念及其特征	10
1.4.2 下一代计算机网络的发展趋势	11
1.4.3 发展下一代互联网的意义及下一代计算机网络在中国的发展	13
第2章 计算机网络技术原理	15
2.1 计算机网络通信的基本概念	15
2.2 计算机网络的通信方式	17
2.2.1 串行传输方式和并行传输方式	17
2.2.2 单工通信、半双工通信和全双工通信	17
2.2.3 异步传输和同步传输	18
2.3 计算机网络中的数据交换技术	18
2.3.1 基本概念	18
2.3.2 电路交换	20
2.3.3 报文交换	20
2.3.4 分组交换	21
2.4 计算机网络的传输技术	23
2.4.1 时分多路复用	24

2.4.2	PCM 时分多路复用	27
2.4.3	PCM30/32 路系统	30
2.4.4	同步数字序列	31
2.4.5	频分多路复用(FDM)	35
2.4.6	码分多址	36
2.4.7	波分多路复用	37
2.5	计算机网络中的数据调制与编码	37
2.5.1	数字数据的数字信号编码	38
2.5.2	模拟数据的数字信号编码	41
2.5.3	模拟数据的模拟信号调制	42
2.5.4	数字数据的模拟信号调制	42
2.6	计算机网络中的差错控制与差错控制编码	44
2.6.1	差错控制的基本方式	45
2.6.2	差错控制编码	46
第 3 章	计算机网络协议及其体系结构	50
3.1	概述	50
3.2	通信网络协议及其功能	51
3.2.1	基本概念	51
3.2.2	通信网络协议的功能	51
3.3	OSI-RM 模型	55
3.3.1	OSI-RM 模型的产生	55
3.3.2	OSI-RM 模型的体系结构	55
3.3.3	OSI-RM 层次模型中各层的功能	56
3.4	OSI-RM 模型的工作原理	59
3.4.1	几个基本概念	60
3.4.2	OSI 模型的垂直层间通信原理	62
3.4.3	OSI 模型的水平层间通信原理	62
3.4.4	网络层的通信原理	64
3.4.5	传输层的通信原理	65
3.4.6	应用层的通信原理	67
3.5	OSI-RM 模型的实现	69
3.6	TCP-IP 协议	70
3.6.1	TCP-IP 协议的层次结构	70
3.6.2	TCP-IP 协议的工作原理	71
第 4 章	下一代计算机网络技术	73
4.1	下一代计算机网络技术概述	73
4.2	10Gb/s 以太网技术	73
4.2.1	10Gb/s 以太网技术的产生背景	73
4.2.2	10Gb/s 以太网的技术特点	73

4.3	多层交换技术	74
4.3.1	多层交换技术的产生背景	74
4.3.2	多层交换技术的原理和特点	75
4.3.3	多层交换组件	81
4.3.4	多层交换技术的实例	84
4.4	全光网络技术	87
4.4.1	全光网络技术的背景	87
4.4.2	光网络的基本特点、结构与发展趋势简介	87
4.4.3	光网络的核心技术——DWDM 介绍	90
4.4.4	光接入网络	92
4.5	IPv6 技术	93
4.5.1	IPv6 技术的产生背景	93
4.5.2	IPv6 地址结构概要	94
4.6	MPLS 技术	95
4.6.1	MPLS 技术提出的意义	95
4.6.2	MPLS 中涉及的基本概念	96
4.6.3	MPLS 技术的工作原理	97
第 5 章	IPv6 技术	102
5.1	IPv4 技术	102
5.1.1	IP 协议	102
5.1.2	IP 地址	103
5.2	IPv6 技术	116
5.2.1	IPv6 的数据报格式	116
5.2.2	IPv6 报头	118
5.2.3	IPv6 扩展报头	120
5.2.4	IPv6 地址的表示方法和划分	121
5.3	IPv4 向 IPv6 的转换	123
5.3.1	IPv4 向 IPv6 转换的原因	123
5.3.2	IPv4 向 IPv6 的转换方式	123
5.4	过渡时期的 IP 通信	126
5.4.1	过渡时期 IPv6 之间的通信	126
5.4.2	IPv6 与 IPv4 之间的通信	129
5.5	IPv6 发展现状	129
5.5.1	国外 IPv6 发展现状	129
5.5.2	IPv6 在中国的发展	131
5.6	IPv6 域名解析技术	132
5.6.1	IPv6 域名系统的体系结构	132
5.6.2	提供解析服务的 DNS 服务器的自动发现	132
5.6.3	IPv4 到 IPv6 的过渡阶段 DNS 的实现	133

5.7	邻居发现协议技术	134
5.7.1	IPv6 邻居发现协议内容	134
5.7.2	IPv6 邻居发现协议与 IPv4 地址解析协议的区别	134
5.8	超长数据传送相关技术	135
5.8.1	IPv6 解决超长数据传送问题的技术	135
5.8.2	IPv6 通信中源节点发现到目的节点的最大传输 单元的方法	135
5.9	IPv6 中的路由技术	135
5.9.1	IPv6 路由技术的新特点	135
5.9.2	IPv6 中可用的路由协议	136
5.10	组播技术、网络安全以及服务质量	136
5.10.1	组播技术	136
5.10.2	安全问题	136
5.10.3	服务质量	138
第 6 章	移动 IPv6 技术	139
6.1	移动 IPv6 技术概述	139
6.1.1	移动 IPv6 术语	139
6.1.2	移动 IPv6 的概念	140
6.1.3	移动 IPv6 的特点	143
6.1.4	移动 IPv6 的相关技术	143
6.2	移动 IP 的工作原理	145
6.2.1	通信节点(CN)→移动节点(MN)	145
6.2.2	移动节点(MN)→通信节点(CN)	146
6.2.3	移动 IPv6 的操作总结	147
6.3	基于 IPv6 的切换	148
6.3.1	切换的过程	148
6.3.2	基于 IPv6 的切换方案	148
6.3.3	移动 IPv6 中的服务质量	150
第 7 章	ICMPv6 及其相关协议	152
7.1	ICMPv6 概述	152
7.1.1	ICMPv6 简介	152
7.1.2	ICMP 的功能概述	152
7.1.3	ICMPv6 的主要特点	152
7.1.4	ICMP 的重要性	153
7.1.5	应对 ICMP 攻击的原理	153
7.2	ICMPv6 报文	155
7.2.1	ICMPv6 报文概述	155
7.2.2	ICMPv6 消息类型	156
7.2.3	IPv6 与 ICMPv6 的关系	158

第 8 章 光网络技术	161
8.1 光纤通信的发展与现状	161
8.1.1 早期的光通信	161
8.1.2 光纤通信的主要特性	162
8.1.3 光纤通信系统的组成和分类	162
8.2 光网络设备	163
8.2.1 光纤和光缆	163
8.2.2 光纤的射线理论分析	164
8.2.3 光缆	167
8.2.4 光纤的传输特性	171
8.3 常用光无源器件	174
8.3.1 光纤连接器	174
8.3.2 光纤耦合器	176
8.3.3 波分复用/解复用器	177
8.3.4 光开关	179
8.4 光放大器	180
8.4.1 光放大器概述	180
8.4.2 掺铒光纤放大器	182
8.4.3 光纤拉曼放大器	184
8.4.4 其他光放大器	185
8.5 光复用技术	186
8.5.1 光复用技术的基本概念	186
8.5.2 光时分复用技术	186
8.5.3 密集波分复用技术	188
8.5.4 密集波分复用系统的非线性串扰	189
8.6 光纤通信新技术	191
8.6.1 相干光通信	191
8.6.2 光孤子通信技术	192
8.6.3 全光通信网	193
第 9 章 IPv6 的路由技术	197
9.1 基本配置技术	197
9.2 静态路由配置技术	198
9.3 RIPng 配置技术	198
9.4 OSPF 的配置技术	199
9.5 IPv6 IS - IS 配置技术	200
9.6 MPBCP 配置技术	202
9.7 NAT - PT 配置技术	205
9.8 隧道配置技术	206
9.9 IPv6 over MPLS 技术	208

9.10 多播配置技术	209
第 10 章 无线网络技术	212
10.1 概述	212
10.1.1 无线网络的发展背景	212
10.1.2 无线网络的优势	213
10.2 无线网络的通信技术	214
10.2.1 扩频通信	214
10.2.2 扩频通信的定义	214
10.2.3 扩频通信的理论基础	215
10.2.4 扩频通信的主要性能指标	216
10.2.5 扩频通信的主要特点	217
10.2.6 扩频通信的工作原理	219
10.3 WAP 技术	229
10.3.1 WAP 概述	229
10.3.2 WAP 的原则和目标	230
10.3.3 WAP 的层次结构	230
10.3.4 WAP 网关	235
10.3.5 WAP 服务器与移动网络的连接	236
10.4 蓝牙技术	237
10.4.1 蓝牙的由来	237
10.4.2 蓝牙的概念	238
10.4.3 蓝牙的技术内容	238
10.4.4 蓝牙的未来	238
10.4.5 蓝牙技术面临的问题	239
10.4.6 蓝牙系统组成	240
10.4.7 蓝牙技术的协议分层结构	241
10.4.8 蓝牙技术与无线局域网	242
10.4.9 蓝牙技术的实现方式	243
第 11 章 下一代网络技术	245
11.1 下一代网络技术概述	245
11.1.1 下一代网络的概念	245
11.1.2 NGN 的特点	246
11.1.3 NGN 的网络体系结构	247
11.1.4 NGN 的目前进展和研究重点	248
11.2 NGN 的协议结构	251
11.2.1 NGN 协议概述	251
11.2.2 NGN 协议体系结构	251
11.2.3 NGN 协议介绍	252
11.3 软交换技术	257

11.3.1	软交换技术产生的背景	257
11.3.2	软交换技术的概念	258
11.3.3	软交换技术介绍	258
11.3.4	软交换网中的协议及标准	261
11.3.5	软交换技术的应用	262
11.4	NGN 中的网关技术	265
11.4.1	信令网关	265
11.4.2	媒体网关	268
11.4.3	媒体网关控制器	268
第 12 章	网格技术	272
12.1	网格概述	272
12.1.1	网格的概念	272
12.1.2	网格技术的特点	273
12.1.3	网格的分类	275
12.1.4	网格技术发展趋势	276
12.1.5	国内网格计算研究现状	277
12.1.6	网格技术的应用	278
12.2	网格的体系结构	280
12.2.1	5 层沙漏结构	280
12.2.2	开放网格服务结构	282
12.3	数据网格体系结构	285
12.3.1	数据网格概述	285
12.3.2	数据网格研究现状	285
12.3.3	实现数据网格的关键技术	286
12.3.4	数据网格体系结构的实例	288
12.4	网格协议 Globus 工具包	292
12.5	网格核心技术	292
参考文献		294

第 1 章 计算机网络概论

1.1 概 述

为了使读者对下一代计算机网络技术有一个全面的认识,本书从计算机网络的发展历程着手,阐述不同阶段所使用的计算机网络技术,从而较为深入地了解下一代计算机网络技术的由来和发展。

1.1.1 计算机网络的概念

在计算机技术、通信技术和网络技术发展的过程中,不同时期对计算机网络的理解也有所不同。时至今日,人们一提到计算机网络就会想到 Internet,也就是说人们忽略了计算机网络实际上存在一个计算机网络和计算机网络通信之间的差别。

这里所讲的计算机网络是指计算机或非计算机设备通过一定手段(无线或有线)方式连接在一起,从而实现使用者目的的软件、硬件的集合,如图 1-1 所示。

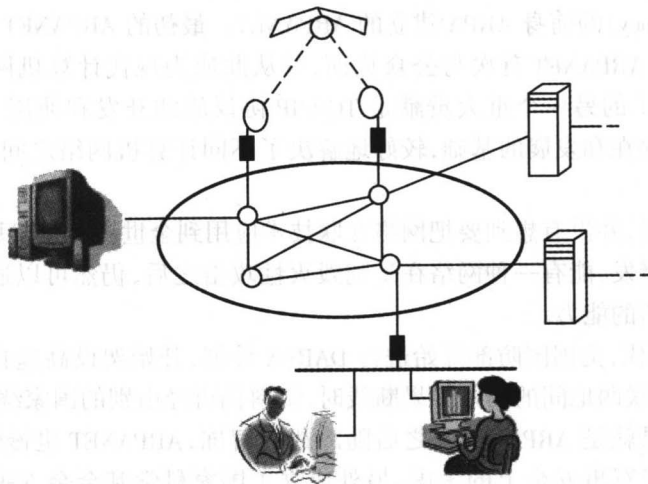


图 1-1 计算机网络的组成示意图

为了使读者对计算机网络有一个全面的了解,我们首先回顾一下计算机网络的发展历程。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络的发展历程实际上是计算机、通信和网络逐步结合的过程。计算机网络和计算机通信网络在学术上,或者说在计算机网络发展的不同阶段有不同的含义。

第一代计算机网络是以计算机为中心的远程集中处理联机系统,实质上是一个分

时的多用户系统。而在 ARPANET 出现之后,计算机网络被定义为:将各自具有独立处理能力的计算机系统相互连接成网,实现资源共享的一个系统。这里特别强调独立处理能力的计算机系统与第一代计算机网络所称的终端是有根本区别的;所谓资源,包括硬件、软件以及相关的数据信息等。这个定义是侧重于应用目的的,而未涉及到网络的物理结构。

计算机通信网络则泛指以计算机信息为目的而连接起来的计算机系统的集合。

从宏观的角度来说,计算机网络与计算机通信网没有本质的区别。但是,如果前提是研究和工程设计,那么,当侧重于用户如何共享和应用计算机资源时,一般引用术语“计算机网络”;而侧重于计算机之间的信息交流和信息通信时,则引用术语“计算机通信网”。

多媒体计算机通信支持业务的多样化对计算机通信网提出了更新和更高的要求。在网络体系结构标准化的环境中,广义的第三代计算机网络或计算机通信网是指“地理上分散的各自独立运行的计算机,通过通信基础设施互联,在通信协议控制下实现信息的传输、交换、资源共享和协同工作等的系统”。

1.2 因特网的产生及发展

1.2.1 因特网的产生

Internet 最早起源于 1969 年美国国防部高级研究计划局 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) 的前身 ARPA 建立的 ARPANET。最初的 ARPANET 主要用于军事研究目的。1972 年,ARPANET 首次与公众见面,并从此成为现代计算机网络诞生的标志。ARPANET 在技术上的另一个重大贡献是 TCP/IP 协议族的开发和使用。ARPANET 试验并奠定了因特网存在和发展的基础,较好地解决了不同计算机网络之间互联的一系列理论和技术问题。

当初设计它时,并没有想到要把网络互联技术应用到全世界范围,只是单纯地希望如果有一天核战争爆发,能有一种网络在受到毁灭性攻击之后,仍然可以通行全世界,具有迅速恢复信息通信的能力。

20 世纪 70 年代,美国国防部开始进行 DARPA 计划,开始架设高速且有弹性的网络,重点是当美国、苏联两地间的网络如果断线时,资料仍可经由别的国家绕道,到达目的地。而这项计划的成果就是 ARPANET。之后随冷战的解冻,ARPANET 也慢慢开放给民间使用。但是美国基于军事安全上的考虑,另外成立了国家科学基金会 NSF(National Science Foundation),建立 NSFNET,专门负责全球性民间的网络交流。这就是美国的 Internet。

1.2.2 因特网的发展

虽然美国政府拥有 Internet 的很多权限,但是为了科技的发展,美国本身并没有对网络上的任何行为收取大量的权利金(因为国际互联网是美国政府出资研究和开发的),所以很多的研究机构才能够以很低的成本加入 Internet 技术与服务的研究开发,Internet 也因此得以发展成全世界最广的网络。

同时,局域网和其他广域网的产生和发展对因特网的进一步发展起了重要作用。其

中,最有影响的就是美国国家科学基金会建立的美国国家科学基金网 NSFNET。它于 1990 年 6 月彻底取代了 ARPANET 而成为因特网的主干网,但 NSFNET 对因特网的最大贡献是使因特网向全世界开放。随着网上通信量的迅猛增长,1990 年 9 月,由 Merit、IBM 和 MCI 公司联合建立了先进网络与科学公司 ANS(Advanced Network & Science, Inc)。其目的是建立一个全美范围的 T3 级主干网,能以 45Mb/s 的速率传送数据,相当于每秒传送 1400 页文本信息,到 1991 年底,NSFNET 的全部主干网都已同 ANS 提供的 T3 级主干网相通。

近 10 年来,随着社会、科技、文化和经济的发展,特别是计算机网络技术和通信技术的大发展,人们对开发和使用信息资源越来越重视,这强烈刺激着因特网的发展。在因特网上,按从事的业务分类包括了广告公司、航空公司、农业生产公司、艺术、导航设备、书店、化工、通信、计算机、咨询、娱乐、经贸、各类商店、旅馆等 100 多类,覆盖了社会生活的方方面面,构成了一个信息社会的缩影。

20 世纪 80 年代初,美国国家科学基金会开发了由 5 个超级计算机中心相互连接的网络。之后,美国许多大学和学术机构把已经建成的一批地区性网络与 5 个超级计算机中心相连,形成了一个新的大的网络 NSFNET,该网络上的成员之间可以互相通信,从而开始了因特网的第一次快速发展。1982 年,在 ARPA 公司资助下,美国加州大学伯克利分校将 TCP/IP 协议嵌入 UNIXBSD 4.1 版,这极大地推动了 TCP/IP 的应用进程。1983 年 TCP/IP 成为 APRANET 上标准的通信协议,这标志着真正意义的因特网出现了。1988 年底,NSF 把全国建立的五大超级计算机中心用通信干线连接起来,组成全国科学技术网 NSFNET(国家科学基金网),并以此作为因特网的基础,实现同其他网络的联结。

因特网历史上的第二次飞跃应当归功于因特网的商业化。在 20 世纪 90 年代以前,因特网的使用一直仅限于研究领域和学术领域。商业性机构进入因特网一直受到这样或那样的法规或传统问题的困扰。但是,随着因特网规模的扩大,政府机构逐渐感到无力支付全部投资,出现了一些私人投资的老板。正由于这些私人老板的加入,使得在因特网上进行商业活动成为了可能。

1991 年,General Atomics、Performance Systems International、UUnet Technologies 等 3 家公司组成了“商用因特网协会”(Commercial Internet Exchange Association),宣布用户可以把它们的因特网子网用于任何的商业用途。因为这 3 家公司分别经营着自己的 CERFNET、PSINET 及 AlterNET 网络,可以在一定程度上绕开由美国国家科学基金出钱的因特网主干网络 NSFNET 而向客户提供因特网联网服务。其他因特网的商业子网也看到了因特网用于商业用途的巨大潜力,纷纷作出类似的承诺,到 1991 年年底,连专门为 NSFNET 建立高速通信线路的 Advanced Network and Service Inc. 公司也宣布推出自己的名为 CO + RE 的商业化因特网骨干通道。因特网商业化服务提供商的接连出现,使工商企业终于可以堂堂正正地从正门进入因特网。

商业机构一踏入因特网这一陌生的世界,很快就发现了它在通信、资料检索、客户服务等方面的巨大潜力。于是,世界各地无数的企业及个人纷纷涌入因特网,带来了因特网发展史上一次质的飞跃。到 1994 年年底,因特网已通往全世界 150 个国家和地区,联结着 3 万多个子网,320 多万台计算机主机,直接的用户超过 3500 万,成为世界最大的计算机网络。1995 年 4 月 30 日,NSFNET 正式宣布停止运作,因特网成为商业化网络。

从 1980 年到 1998 年,世界因特网的使用人数大致按曲线增长,到 1998 年,全球上网

人数已达到 1.13 亿人,估计到 1999 年底将达到 2.59 亿人,2002 年将上升到 4.9 亿人,2005 年可达到 7.65 亿人。如此众多的因特网使用者,为电子商务的广泛应用奠定了良好的群众基础。

1.2.3 因特网在中国的发展

我国首次使用因特网是在 1987 年 9 月 20 日。这一天,北京市计算机应用研究所实施国际联网项目 CANET(Chinese Academic Network)的教授发出我国第一封电子邮件,揭开了中国人使用 Internet 的序幕。1988 年 12 月,清华大学校园网采用从加拿大 UBC 大学(University of British Columbia)引进的使用 X400 协议的电子邮件软件包,通过 X.25 网与加拿大 UBC 大学相联,开通了电子邮件应用。1990 年 10 月,我国在国际互联网络信息中心的前身 DDN - NIC 注册登记了顶级域名 CN,并且从此开通了使用中国顶级域名 CN 的国际电子邮件服务。1993 年 3 月 2 日,中国科学院高能物理研究所租用 AT&T 公司的国际卫星信道接入美国斯坦福线性加速器中心(SLAC)的 64Kb/s 专线正式开通。这是我国部分连入因特网的第一根专线。1993 年 12 月,国家计委组织的世界银行贷款项目中中关村地区教育与科研示范网络(NCFC)主干网工程完工,采用高速光缆和路由器实现了北京大学、清华大学和中科院 3 个单位间的网络互连。1994 年 1 月,美国国家科学基金会同意了 NCFC 正式接入因特网的要求。1994 年 3 月,开通并测试了 64Kb/s 专线。1994 年 4 月 20 日,NCFC 工程通过美国 Sprint 公司连入 Internet 的 64Kb/s 国际专线开通,实现了与因特网的全功能连接。从此我国被国际上正式承认为有因特网的国家。

从此,中国的因特网开始了迅速发展的时期。1995 年 7 月,中国教育和科研计算机网(CERNET)连入美国的 128Kb/s 国际专线开通。1996 年 1 月,中国公用计算机互联网(CHINANET)全国骨干网建成并正式开通,全国范围的公用计算机互联网络开始提供服务。1996 年 9 月 6 日,中国金桥信息网(CHINAGBN)连入美国的 256Kb/s 专线正式开通。中国金桥信息网开始提供因特网服务。到 1996 年 12 月,我国约有 10 万人开始使用因特网。

1997 年 11 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第一次《中国 Internet 发展状况统计报告》。截止到 1997 年 10 月 31 日,我国共有上网计算机 29.9 万台,上网用户 62 万人,CN 下注册的域名 4 066 个,WWW 站点 1 500 个,国际出口带宽 18.64Mb/s。同年,中国公用计算机互联网(CHINANET)实现了与中国其他 3 个互联网络即中国科技网(CST-NET)、中国教育和科研计算机网(CERNET)、中国金桥信息网(CHINAGBN)的互联互通。

1998 年 7 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第二次《中国 Internet 发展状况统计报告》。截止到 1998 年 6 月 30 日,我国共有上网计算机 54.2 万台,上网用户 117.5 万人,CN 下注册的域名 9 415 个,WWW 站点 3 700 个,国际出口带宽 84.64Mb/s。同年 7 月,中国公用计算机互联网(CHINANET)骨干网二期工程开始启动。二期工程将使 8 个大区间的主干带宽扩充至 155Mb/s,并且将 8 个大区的节点路由器全部换成千兆位路由器。

1999 年 1 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第三次《中国 Internet 发展状况统计报告》。截止到 1998 年 12 月 31 日,我国共有上网计算机 74.7 万台,上网用户数 210 万,CN 下注册的域名 18 396 个,WWW 站点 5 300 个,国际出口带宽 143Mb/s 以上。同年 7 月,中国互联网络信息中心(CNNIC)发布了第四次《中国 Internet 发展状况统计报告》。截

止到 1999 年 6 月 31 日,我国上网计算机数为 146 万台,其中专线上网计算机 25 万台,拨号上网计算机 121 万台;上网用户人数为 400 万,其中专线上网的用户人数约为 76 万,拨号上网的用户人数约为 256 万,两者都有的用户人数 68 万。CN 下注册的域名 29 045 个,WWW 站点约 9 906 个,国际线路的总容量为 241Mb/s。在全球因特网使用者最多的国家中,我国排列第 7 位。

1.2.4 因特网的基本服务

因特网是一种特殊的计算机网络,它有两个最重要的特点,一是促进人们之间的相互沟通,二是为人类提供共享的信息资源。一旦启用因特网,用户就可以把信息传递给网络上任何一个人,甚至可以把信息传递给与因特网相连的其他网络上的人们,使那些原本昂贵或维护困难的资源能被网络中任何人使用。在因特网上,是信息资源,而不是计算机硬件,得到共享。因特网之所以得到了飞速发展,主要原因就在于因特网提供的信息服务满足了人们的需要,因特网的生命力和源动力也就在于人们对网络信息服务的需要。

一、电子邮件服务

电子邮件,即 E-mail,它是英文“Electronic Mail”的简写。电子邮件是用户或用户组之间通过计算机网络收发信息的服务。电子邮件使网络用户能够发送或接收文字、图像和语音等多种形式的信息。目前电子邮件已经成为网络用户之间快速、简便、可靠且成本低廉的现代通信手段,也是因特网上使用最广泛、最受欢迎的服务之一。

二、远程登录服务

远程登录(Remote - Login)是在网络通信协议的支持下使本地计算机暂时成为远程计算机仿真终端的过程。在远程计算机上登录,必须事先成为该计算机系统的合法用户并拥有相应的账号和口令。登录时要给出远程计算机的域名或 IP 地址,并按照系统提示,输入用户名及口令。登录成功后,用户便可以实时使用该系统对外开放的功能和资源。现在有许多工具可以用于远程登录,Telnet 就是一个强有力的远程登录工具。许多大学图书馆都通过 Telnet 对外提供联机检索服务,一些政府部门、研究机构也将它们的数据库对外开放,方便用户通过 Telnet 进行查询。

三、文件传输协议

文件传输协议,即 FTP,它是英文“File Transfer Protocol”的简写。与 Telnet 类似,文件传输协议也是一种实时的联机服务。其任务是将文件从一台计算机传送到另一台计算机,它不受这两台计算机所处的位置、连接的方式、以及使用的操作系统的约束。FTP 采用“客户机/服务器”方式,用户端要在自己的本地计算机上安装 FTP 客户程序,此程序有字符界面和图形界面两种。电子邮件一般传输的是小文件,而利用 FTP 可以传送任何类型的文件,包括正文文件、二进制文件、图像文件、声音文件、数据压缩文件等。

四、新闻讨论组服务

新闻讨论组,即 Usenet,它是最初被设想用来公布通知和新闻。这种思想萌发了使公告板(BBS)计算机化的一种方案。但不久它便演变成为一种讨论组。它把世界上具有相同兴趣的人们组织起来,彼此交流自己的看法,分享有益的经验。如今的 Usenet 已成为由多个讨论组组成的一个大的集合体,包括了全世界五千多种不同类型的讨论组和数以百万计的用户。每个讨论组都围绕某一特定主题开展讨论。

五、信息浏览服务

信息浏览服务一般分为两种,即 Gopher 和 WWW。其中,Gopher 是一种整合式的信息查询系统,它为使用者提供一个方便的操作界面。用户可以用简单的菜单方式(Menu)来获得所要的文件资料、生活信息、校园信息、文件存取、英汉辞典、News 信件查询等各类的资料。Gopher 是一个功能很强的系统,它可以以一种简单且连续的方式访问因特网上许多资源。使用 Gopher,所有需要做的就是从菜单里选项。每当用户做出一个选择时,Gopher 总是能用一切必要的手段实现用户的请求。例如,如果用户选取的菜单项代表一个文本文件,不管这文件具体是什么,Gopher 都会取来这文件,并且显示给用户。有些菜单项目可能代表其他的菜单,如果用户选中一项,Gopher 将把新的菜单取来显示给用户。因此,用户只需几个键(或者一个鼠标)就可以从一个菜单移到另一个菜单。

WWW(World Wide Web)译为“万维网”,是因特网上最受欢迎、最为流行的信息检索服务程序,它能把各种类型的信息(静止图像、文本、声音和影像)有机地集成起来,供用户阅读、查找,它是一种基于超链接(Hyperlink)的超文本(Hypertext)系统。它的正式提法是 WWW 是一种广域超媒体信息检索原始规约,目的是访问海量的文档。WWW 将位于全世界因特网上不同网址的相关数据信息有机地编织在一起,通过浏览器(Browser)提供一种友好的查询界面;用户仅需要提出查询要求,而不必关心到什么地方去查询及如何查询,这些均由 WWW 自动完成。WWW 为用户带来的是世界范围的超级文本服务,只要操作鼠标,就可以通过因特网调来希望得到的文本、图像和声音等信息。另外,WWW 仍可提供传统的因特网服务:Telnet,FTP,Gopher,News,E-mail 等。通过使用浏览器,一个不熟悉网络使用的人可以很快成为使用因特网的行家。

Web 之所以能够在因特网上迅速流行,主要有 5 个原因:

第一,Web 是图形化的、超媒体的信息发布和获取系统。当你使用 Windows 系统的在线帮助(Online Help System)时会发现如果需要了解某个主题的有关内容,只需单击那个主题,就会被带入到包含新信息的另一个显示屏幕(或是一个窗口,或是一个对话框等)。在那里可能还有新的链接带你到新的显示屏,这样一来,就会使你所关心的主题不断变化。在这里,你之所以会自由灵活地使用非线性的方式,即以跳跃的方式阅读而不必严格地依次阅读就是因为 Windows 中使用了超文本的技术。将超文本的思路扩展一下,就成为超媒体。也就是说,在获取和发布的信息中,不仅可以是文本,也可以是图像、动画,甚至是声音。因此,提供一种超媒体的、可随时随地获取和发布信息的方法,这就是“Web 超媒体信息发布和获取系统”存在的前提。也可以说,Web 最大限度地集成了视觉和听觉辅助效果来发布和获取信息,其结果当然是非常吸引人的。

第二,Web 是平台无关的。所谓平台无关,就是说可以通过任何类型的计算机,使用任何操作系统,使用任何显示器去访问各种基于 UNIX 平台或基于 Windows 平台的 Web,且看到的信息结果都是一样的。

第三,Web 是分布式的。Web 能够成功地提供各种信息服务是因为它可以把分布在全世界数以千万计的网络站点(Site)上的各种(超文本的或超媒体的)信息有机地链接起来,而每个站点只负责提供和维护它所发布的信息。而你只需到相应的站点上阅读所需的信息,读完之后,可以到其他站点去阅读你感兴趣的信息。在 Web 中,每个网络站点,以及该站点上的每一信息页都惟一地和一个地址对应。该地址称为统一资源定位器 URL