

高等学校电子信息类教材

Internet 原理与应用

刘化君 等编著

Internet

theory

application



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

丨 高等学校电子信息类教材 丨

Internet 原理与应用

刘化君 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书围绕 TCP/IP 协议,全面、系统地介绍了 Internet 的理论及其应用技术。全书除绪论外,分 4 部分共 12 章,内容包括:Internet 的基本原理及协议,Internet 接入技术,网络互连技术;网络协议工程,Internet 网站以及 Web 应用设计与开发技术;网络管理与应用,网络安全,网络系统集成,以及 Internet 的应用;最新技术发展动态,如下一代 IP 协议——IPv6、服务质量控制技术、Internet2、移动 IP 和下一代互联网等。为帮助读者掌握基本理论和技术,每章末均附有一定数量的思考与练习题。

本书取材新颖,内容丰富、全面,文字叙述由浅入深、循序渐进,概念描述准确、清楚易懂,注重理论联系实际,体现出理论性、创新性和应用性等特点,并反映了编著者在该领域的教学经验和研究成果。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络、Internet 原理与应用类课程的教材,也可供从事信息技术、计算机网络及其应用等方面开发研究的工程技术人员、IT 管理人员学习和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Internet 原理与应用 / 刘化君等编著. —北京:电子工业出版社, 2004. 3

高等学校电子信息类教材

ISBN 7-5053-9587-4

I. I… II. 刘… III. 因特网—高等学校—教材 IV. TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 001259 号

责任编辑:竺南直 高买花

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:28.25 字数:720 千字

印 次:2004 年 3 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:36.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

目前,以 Internet 为代表的计算机网络进入了普及应用阶段,有关 Internet 应用技术方面的书也很多,但大多数书是在简单介绍 TCP/IP 协议的基础上,讲授诸如 WWW, Telnet, FTP, E-mail 等 Internet 的基本应用,难以满足高层次读者的进一步需求,编著者在从事这方面的教学工作时深有体会和感触。

Internet 技术是现代计算机及信息系统专业的一门专业课程。近年来,随着计算机网络应用日趋广泛和深入,Internet 的发展非常迅速,各大计算机及网络生产商不断推出新的网络产品,使网络的软、硬件不停地更新换代,新的计算机网络标准也相继颁布。为适应这一发展,迫切需要一本适合具有一定计算机网络知识、掌握 Internet 技术的读者阅读的书,在教学中也迫切需要一本适合高校本科专业的教学参考书。编著者参阅了国内外有关计算机网络、Internet 的新教材和论著,结合多年的教学经验和研究成果,拟订了本书的编撰体例,力求在理论上“讲透”,注重工程实现技术,介绍成熟的最新知识和理论,并反映了 Internet 技术的新发展。同时,在某些章节体现出编著者相关的研究成果,使之具有理论性、创新性和应用性。

全书除绪论外共 12 章,按 4 部分内容组织。

绪论部分,介绍 Internet 的基本概念、功能、应用与发展过程及我国 Internet 的概况。

第 1 章~第 3 章为第一部分,是组成原理、技术实现篇,介绍 TCP/IP 协议体系结构,Internet 的组成原理,有关协议、标准,软、硬件核心技术,Internet 接入技术,网络互连技术以及 IP 路由器的配置等。

第 4 章~第 5 章为第二部分,是软件篇,介绍网络协议工程的数学基础,如通信有限状态机模型、Petri 网、LOTOS,以及相关协议的描述、验证和测试技术。在简介 ASP 网络程序设计知识的基础上,讲授 Internet 网站及 Web 应用设计与开发技术。

第 6 章~第 9 章为第三部分,是网络管理与应用篇,介绍 Internet 网络管理原理、方法与技术,网络安全,数据加密技术,网络系统集成,以及网络应用的新技术、新领域等。

第 10 章~第 12 章为第四部分,是最新技术发展动向篇,介绍 Internet 的最新发展技术、发展方向,主要包括下一代 IP 协议 IPv6、服务质量(QoS)控制技术、区分服务模型、RSVP 协议、Internet2、移动 IP 和下一代互联网等。

每章末均附有思考与练习题,这些习题与各章内容密切相关,利于读者巩固、复习有关概念和理论知识。

本书在文字叙述上由浅入深、循序渐进,概念描述准确、清楚易懂。在内容编排上取材新颖,主要有以下 3 个特点:

(1) 理论性。本书内容丰富、全面,涵盖 Internet 前沿理论与应用技术,重点讨论了 Internet 的工作原理、TCP/IP 协议体系结构与相关基本理论,既包括计算机网络、信息技术、通信工程等专业本科生应掌握的基础理论,如简单网络管理协议(SNMP)、数字签名、密码技术理论等,也含有研究生所涉及的网络协议工程的数学基础、协议软件的开发方法等。

(2) 创新性。本书取材新颖, 注重将 Internet 的最新发展适当引入教学之中, 尤其是 Internet 最新技术发展动向部分。

(3) 应用性。本书内容重点突出, 注重理论联系实际, 给出了较多新的 Internet 实用技术和技巧, 如 Internet 接入技术、IP 路由器配置、交互式动态网站的设计与开发、网络系统集成等。虽然用较大篇幅讨论了必要的应用技术, 但更着重于基础理论与实际应用的结合。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络、Internet 原理与应用类课程的教材, 也可供从事信息技术、计算机网络及其应用方面的工程技术人员、IT 管理人员学习和参考。

本书是集体研究、群策群力而形成的一项成果, 具体情况为: 王海涛(解放军理工大学通信工程学院)编著第6章、第7章、第10章、第11章和第12章; 解福(山东师范大学)、王立波(临沂师范学院)编著第1章、第2章和第3章; 李铭(南京工程学院)编著第5章; 刘化君(南京工程学院)编著绪论、第4章、第8章和第9章。全书由刘化君教授统编定稿。

由于 Internet 的发展非常迅速, 加之编著者水平有限和时间仓促, 因此书中难免存在问题和疏漏之处, 恳请广大读者批评赐教。

编著者

2003 年 11 月

目 录

第 0 章 绪论	(1)
0.1 概述	(1)
0.1.1 计算机网络概念	(1)
0.1.2 何谓 Internet	(4)
0.2 Internet 的诞生与发展	(4)
0.2.1 Internet 诞生的渊源	(5)
0.2.2 Internet 的发展历史	(6)
0.2.3 我国 Internet 的发展	(8)
0.3 Internet 组织和管理	(10)
0.3.1 Internet 组织管理机构	(10)
0.3.2 Internet 标准研究与发布	(11)
0.3.3 Internet 资金费用管理	(12)
0.4 Internet 的功能特点	(13)
0.5 Internet 的主要功能	(15)
0.5.1 资源共享	(15)
0.5.2 网络通信	(17)
0.5.3 网络信息服务	(18)
0.5.4 网络信息资源检索	(21)
思考与练习	(24)
第 1 章 TCP/IP 协议体系	(26)
1.1 ISO/OSI 参考模型	(26)
1.1.1 计算机网络体系结构和网络协议	(26)
1.1.2 开放系统互连参考模型	(28)
1.1.3 OSI/RM 的数据传输	(38)
1.2 TCP/IP 协议模型	(39)
1.2.1 何谓 TCP/IP 协议	(39)
1.2.2 TCP/IP 协议体系结构	(40)
1.2.3 TCP/IP 协议的特点	(42)
1.3 IPv4 协议	(43)
1.3.1 IP 地址	(43)
1.3.2 IP 地址映射	(47)
1.3.3 IP 分组	(48)
1.3.4 IP 分组路由和转发	(52)

1.3.5	IP 分组差错报告	(54)
1.4	TCP 协议	(55)
1.4.1	TCP 报文段格式	(56)
1.4.2	TCP 连接管理	(58)
1.4.3	TCP 的用户接口和套接字	(60)
1.4.4	用户数据报协议	(60)
1.5	Internet 应用层协议	(62)
1.5.1	远程登录协议	(62)
1.5.2	文件传输协议	(63)
1.5.3	电子邮件系统及其协议	(64)
1.5.4	超文本传输协议	(67)
	思考与练习	(69)
第 2 章	Internet 接入技术	(70)
2.1	SLIP/PPP 方式接入	(71)
2.2	局域网接入	(73)
2.2.1	综合业务数字网	(73)
2.2.2	宽带 ISDN	(77)
2.2.3	数字数据网	(83)
2.3	ADSL 接入技术	(86)
2.3.1	xDSL 技术概述	(86)
2.3.2	xDSL 分类和应用	(87)
2.3.3	ADSL 宽带接入工作原理	(88)
2.3.4	ADSL 宽带接入方式	(89)
2.3.5	ADSL 宽带接入技术的特点	(90)
2.4	光纤接入技术	(91)
2.5	无线接入 Internet	(94)
2.6	TCP/IP 协议的实现	(97)
2.6.1	安装网卡	(97)
2.6.2	IP 配置	(101)
2.6.3	配置路由表	(103)
2.6.4	异种协议的 IP 封装	(104)
	思考与练习	(106)
第 3 章	网络互连技术	(108)
3.1	网络互连概念	(108)
3.1.1	网络互连的必要性	(108)
3.1.2	网络互连设备及其选择	(109)
3.2	网络互连的结构	(114)
3.2.1	层次结构与网络互连	(114)
3.2.2	按不同层次的中继系统互连方案	(115)

3.3 路由协议	(117)
3.3.1 路由信息协议	(117)
3.3.2 开放式最短路径优先协议	(120)
3.3.3 内部网关路由协议和增强型 IGRP	(124)
3.3.4 边界网关协议	(128)
3.3.5 无类别域间路由	(130)
3.4 IP 路由器配置	(132)
思考与练习	(137)
第 4 章 网络协议工程	(138)
4.1 协议工程的概念	(138)
4.1.1 协议工程的定义	(138)
4.1.2 协议的开发过程	(140)
4.2 协议的形式化描述方法	(143)
4.2.1 有限状态机	(143)
4.2.2 Petri 网	(150)
4.2.3 LOTOS 语言	(153)
4.3 协议的验证技术与分析	(155)
4.4 网络协议的一致性测试	(156)
4.4.1 协议一致性测试技术	(157)
4.4.2 协议测试的现状及其发展	(158)
思考与练习	(159)
第 5 章 Internet 网站设计与开发	(160)
5.1 Internet 网站设计与开发概述	(160)
5.1.1 动态网页和静态网页	(160)
5.1.2 CGI 和 ISAPI	(161)
5.1.3 ASP, PHP 和 JSP	(163)
5.2 ASP 程序设计基础	(164)
5.2.1 ASP 程序的组成	(164)
5.2.2 ASP 程序的运行	(167)
5.2.3 ASP 程序的开发工具	(168)
5.3 ASP 内置对象	(169)
5.3.1 ASP 内置对象简介	(169)
5.3.2 Request 对象	(169)
5.3.3 Response 对象	(173)
5.3.4 Cookie	(176)
5.3.5 Server 对象	(178)
5.3.6 Application 对象和 Session 对象	(180)
5.4 Web 数据库访问技术	(184)
5.4.1 ADO 对象模型	(184)

5.4.2	ADO 存取数据库的一般过程	(186)
5.4.3	Connection 对象	(187)
5.4.4	RecordSet 对象	(190)
5.4.5	ADO 对象的使用	(193)
5.4.6	使用 SQL 语句进行数据库查询及更新	(198)
5.5	网络程序开发示例	(201)
	思考与练习	(209)
第 6 章	网络管理	(211)
6.1	网络管理的基本概念	(211)
6.1.1	网络管理的必要性	(211)
6.1.2	网络管理的发展历程	(212)
6.1.3	网络管理系统的组成	(212)
6.2	网络管理的功能	(213)
6.2.1	故障管理	(214)
6.2.2	配置管理	(215)
6.2.3	计费管理	(216)
6.2.4	性能管理	(217)
6.2.5	安全管理	(217)
6.3	网络管理协议	(218)
6.3.1	公用管理信息协议	(218)
6.3.2	简单网络管理协议	(221)
6.3.3	CMIP 与 SNMP 的比较分析	(234)
6.4	网络管理工具	(235)
6.4.1	网络管理工具的分类	(236)
6.4.2	网络管理平台	(236)
6.5	SNMP 在计费管理中的应用	(239)
6.5.1	网络计费的策略及计费系统模型	(239)
6.5.2	SNMP 在基于 IP 流量的数据采集过程中的应用	(240)
6.6	网络管理技术的新发展	(241)
6.6.1	网络管理的发展趋势	(241)
6.6.2	基于 Web 的网络管理	(244)
6.6.3	基于策略的网络管理	(245)
	思考与练习	(246)
第 7 章	网络安全	(248)
7.1	概述	(248)
7.2	网络安全的设计和防范措施	(251)
7.2.1	网络安全等级	(251)
7.2.2	网络安全的设计原则	(252)
7.2.3	网络安全性设计过程	(253)

7.2.4	开发安全方案	(253)
7.2.5	网络安全策略	(254)
7.2.6	网络安全措施	(255)
7.3	数据加密	(257)
7.3.1	加密的概念	(258)
7.3.2	加密算法的分类	(258)
7.3.3	私有密钥算法	(259)
7.3.4	公开密钥算法	(261)
7.3.5	散列算法	(263)
7.3.6	链路加密和端到端加密	(264)
7.3.7	密钥管理	(265)
7.4	鉴别和授权	(266)
7.4.1	鉴别协议	(266)
7.4.2	授权	(268)
7.5	数字签名和数字证书	(269)
7.5.1	数字签名的实现	(269)
7.5.2	数字证书	(270)
7.6	防火墙	(272)
7.7	计算机病毒及其防范措施	(279)
7.8	入侵检测系统	(281)
	思考与练习	(283)
第8章	网络系统集成	(284)
8.1	网络系统集成的概念	(284)
8.1.1	网络系统集成基本原则	(284)
8.1.2	网络规划设计步骤	(286)
8.2	网络应用需求分析	(287)
8.2.1	应用业务分析	(287)
8.2.2	网络系统分析	(288)
8.2.3	应用业务和流程的标准化	(289)
8.3	网络系统总体设计	(289)
8.3.1	网络系统组成设计	(290)
8.3.2	选择网络类型	(291)
8.3.3	网络拓扑设计	(296)
8.3.4	组网设备的选型	(297)
8.3.5	网络设计应注意的问题	(301)
8.4	网络综合布线	(302)
8.4.1	网络综合布线的必要性	(303)
8.4.2	综合布线系统的组成	(304)
8.4.3	综合布线注意事项	(305)

8.5 网络系统集成示例	(305)
思考与练习	(308)
第 9 章 Internet 的应用	(309)
9.1 Internet 应用模式	(309)
9.1.1 网络应用模式的分类	(309)
9.1.2 客户机/服务器应用模式	(310)
9.1.3 基于 Web 的客户机/服务器应用模式	(311)
9.1.4 网络应用支撑环境	(313)
9.2 域名系统	(313)
9.2.1 域名和域名空间	(314)
9.2.2 DNS 数据库和资源记录	(315)
9.2.3 域名服务器	(317)
9.2.4 域名解析器	(319)
9.2.5 域名解析	(319)
9.2.6 反向解析	(320)
9.2.7 统一资源定位器	(321)
9.3 网络通信协作服务	(322)
9.3.1 IP 电话	(322)
9.3.2 MBone 多媒体应用	(326)
9.3.3 移动计算技术	(327)
9.3.4 无线应用协议	(330)
9.4 计算机支持的协同工作	(333)
9.5 电子商务	(339)
9.5.1 什么是电子商务	(339)
9.5.2 基于 Internet 的电子商务	(341)
9.5.3 电子商务系统的设计	(342)
9.5.4 电子商务系统的实现	(346)
9.5.5 电子商务系统运行的管理	(349)
9.6 Internet 应用发展趋势与研究热点	(351)
9.6.1 融合技术	(351)
9.6.2 数字图书馆	(351)
9.6.3 知识工程	(352)
9.6.4 分布智能	(354)
9.6.5 网络性能度量与测试	(355)
思考与练习	(358)
第 10 章 IPv6 协议	(359)
10.1 IPv6 概述	(359)
10.2 IPv6 数据报格式	(362)
10.2.1 IPv6 的基本报头结构	(362)

10.2.2	IPv4 和 IPv6 的比较	(363)
10.2.3	流标签和业务流类别	(364)
10.2.4	报文的尺寸问题	(364)
10.2.5	上层协议的问题	(365)
10.3	IPv6 扩展首部	(366)
10.3.1	扩展首部的顺序	(367)
10.3.2	选项	(368)
10.3.3	逐跳选项首部	(369)
10.3.4	路由首部	(369)
10.3.5	分片首部	(370)
10.3.6	目的地址选项首部	(372)
10.4	IPv6 寻址	(372)
10.4.1	IPv6 地址空间	(372)
10.4.2	IPv6 地址分配	(372)
10.4.3	IPv6 地址类型	(374)
10.4.4	IPv6 地址配置	(376)
10.5	邻居发现协议	(377)
10.6	IPv6 中的安全协议	(378)
10.7	IPv4 过渡到 IPv6 的方案	(379)
10.8	IPv6 应用和进展情况	(380)
	思考与练习	(382)
第 11 章	IP 网络的服务质量保障	(383)
11.1	服务质量的观念	(383)
11.2	拥塞控制和资源分配	(385)
11.2.1	拥塞控制的基本原理	(385)
11.2.2	资源分配机制的分类	(386)
11.2.3	资源分配机制的评价标准	(388)
11.3	TCP/IP 的拥塞控制机制	(389)
11.3.1	拥塞产生的原因	(389)
11.3.2	TCP 的拥塞控制	(389)
11.3.3	IP 拥塞控制机制	(392)
11.4	拥塞避免机制	(393)
11.4.1	基于 DECbit 的拥塞避免机制	(393)
11.4.2	RED 算法	(393)
11.4.3	RIO 算法	(395)
11.4.4	基于源端的拥塞避免	(396)
11.5	QoS 的通用框架	(397)
11.5.1	QoS 原则	(398)
11.5.2	QoS 规范	(398)

11.5.3	QoS 机制	(499)
11.6	IP QoS 服务模型	(400)
11.6.1	集成服务/RSVP 模型	(400)
11.6.2	区分服务模型	(403)
11.6.3	InterServ 和 DiffServ 相结合的 QoS 模型	(407)
11.7	流量工程和 MPLS 技术	(408)
11.8	QoS 路由	(412)
	思考与练习	(415)
第 12 章	移动 IP 和下一代互联网	(417)
12.1	移动 IP 技术	(417)
12.1.1	移动 IP 的基本概念	(417)
12.1.2	采用移动 IP 技术的必要性	(419)
12.1.3	移动 IP 的工作机制	(419)
12.1.4	实现移动 IP 的关键技术	(420)
12.1.5	移动 IP 中的一些热点问题	(421)
12.1.6	移动 IP 的应用	(424)
12.2	下一代互联网	(425)
12.2.1	下一代互联网的目标	(425)
12.2.2	超高带宽网络服务	(426)
12.2.3	Internet2	(426)
12.2.4	Internet2 体系结构	(428)
12.2.5	中国的 Internet2 现状	(429)
12.2.6	NGI 计划的实现	(430)
12.3	第三代 Internet	(434)
	思考与练习	(436)
	参考文献	(437)

第 0 章 绪 论

Internet 是全球性互联网,是当今世界最大、应用最广泛的计算机网络,也是信息资源最多的全球开放性信息资源网。20 世纪 40 年代,世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生,宣告了人类历史上信息时代的到来。从此,计算机科学与技术、计算机网络技术以前所未有的速度发展、普及应用,渗透到了社会的各个领域。目前全世界有 216 个国家和地区提供 Internet 上网服务,约有数亿人使用 Internet,其规模超过电话系统,将成为世界信息主渠道。时至今日,任何人都会承认人类在 20 世纪的最伟大应用是 Internet,因为它改变了一个社会的认知结构,人们的思维和生活习惯也随着 Internet 对社会生活方方面面的渗透而产生了巨大的改变。

展望 21 世纪,它将是一个计算机与网络的时代。在这个时代中,信息间的交流、获取和利用将成为个人与社会发展、经济增长与社会进步的基本要素。尽管今天的 Internet 还是人们所想像的“信息高速公路”的一个雏形,但从它现在的发展速度和应用状况,已经能够看到它对人类社会产生的巨大推动作用和影响。因此,每一个希望在信息时代有所作为的人都应该了解、学习、掌握和使用 Internet。这对我们每一个人,乃至整个社会既是一种机遇,也是一种挑战。

0.1 概述

Internet 是互连的网络集合。在英文书籍和文章中,Internet (大写 I) 和 internet (小写 i) 这两个词的意思是不相同的。英文单词 internet 一词来源于 internet work,是一种网络互连技术,代表网络互连之意,指网络间的物理和逻辑连接。若开头字母为大写 (Internet),则表示国际互联网,国家科学技术名词审定委员会 1987 年 7 月推荐的译名为“因特网”。早期,对 Internet 一词有些译为“网间网”、“网际网”、“国际互联网”、“国际计算机互连网络”和“国际计算机分组交换网”等。Internet 是在计算机网络的基础上发展起来的,它的诞生与发展是一个自然的演进过程。

0.1.1 计算机网络概念

1. 计算机网络的定义及组成

计算机网络就是利用通信设备和线路将分布在不同地理位置、功能独立的多个计算机系统连接起来,以功能完善的网络软件(网络通信协议及网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传输。简单地说,计算机网络是由“计算机集合”加“通信设施”组成的系统。早期制造的计算机,一台机器由一人使用,这种使用方式效率非常低,很快被“计算中心”的模式取代。在计算中心的模式下,一台计算机同时由许多用户使用,计算中心使用户能共享计算机系统的资源,这是计算机技术发展和使用方式的一次飞跃。但是,计算中心仍然把用户限制在一个地方和一台机器上。计算机网络的出现,把许多计算机或计算中心连接起来,其中每一台计算机都能通过网络为任何其他计算机上的用户提供服务。计算机网络使用户摆

脱地域的分隔和局限,在网络达到的范围内实现资源的共享。不管是什么用户,也不管在什么地方,都可以使用网络上的程序、数据与设备,用户访问千里之外的计算机就像访问本地计算机一样。

计算机网络在物理结构上包括两个部分。一部分是连接于网络上供网络用户使用的计算机集合,这些计算机称为主机(Host),网络上的主机也称为结点,用来运行用户的应用程序,为用户提供资源和服务,称为资源子网。另一部分是用来把主机连接在一起并在主机之间传递信息的设施,称为通信子网。通信子网由传输线路和转接部件构成。传输线路是实现信息实际传输的信道,转接部件是处理信息如何传输的处理机。从逻辑上看,网络是结点间通过信道相连接的一个连通域。网络的通信方式可以采取点对点信道通信、广播信道通信。具体的连接则有各种不同的拓扑结构。例如,在点对点通信方式下,可以取星状、环状、树状、全连接型或不规则型拓扑结构;在广播通信方式下则可用总线连接、卫星连接、无线连接以及环状连接等。

2. 网络通信协议与分层

实现计算机系统之间的数据通信是建立计算机网络的主要目的之一。联网的任何计算机系统之间要成功地进行通信,必须遵守一定的数据交换规则和约定。为进行计算机网络中的数据交换而建立的规则、标准和约定的集合被称为网络通信协议(Protocol),它由语法、语义和时序3个要素组成。语法用于确定协议元素的格式,即规定数据与控制信息的结构和格式。语义用于确定协议元素的类型,即规定通信双方要发出何种控制信息、完成何种动作以及做出何种应答。时序规定事件实现顺序的详细说明,即确定通信过程中通信状态的变化,如通信双方的应答关系等。

计算机上的网络接口卡,通信软件,通信设备中的硬、软件都要遵循一定的协议进行设计,必须符合协议规范。在计算机网络上数据以分组进行传输,每个分组由分组头和数据两部分组成。协议的内容包括分组头的“语法”(长度、格式、分几个字段、每个字段有几位等)、分组头的“语义”(每个字段表示什么意义、通信双方如何处理分组头信息)。分组通过介质传输会发生畸变、产生误码,主机和通信设备对分组的处理和传输有快有慢,因此差错的检测和恢复、通信流量的控制、分组传递路由的选择等都是协议要解决的问题。所以,网络协议是很复杂的。

在计算机网络中,计算机之间传送数据和进行通信是按照一定协议进行的。针对网络协议的复杂性,大部分网络采用高度结构化的方法按分层模型进行设计,即每一层有一个或多个协议,几个层合成一个协议栈(Protocol Stack)。层按功能来划分,每一层有一特定功能,并建立在下层协议基础之上,一方面利用下一层所提供的功能,另一方面又为其上一层提供服务,而服务的细节对上层加以屏蔽。各层协议就是计算机之间在各对等层上的对话规则和约定。协议的分层模型便于协议软件按模块方式进行设计和实现,因为每层协议的设计、修改、实现和测试都可以独立进行,从而减少了设计复杂性。

当两台计算机通信时,直接表现为应用级别上的服务请求和返回服务结果。从一台主机发出用过程语言表达的服务请求,到把请求转变为在物理线路上传送的比特信息流,中间要经过多个层次转化。在信息到达另一端的目标计算机后,按相反的次序逐层复原信息,最后变成提交给目标计算机执行的服务请求的初始形式。从目标机返回结果时,沿相反方向经历同一过程。

网络协议栈和上下层关系系统称网络协议体系 (Protocol Architecture)。国际标准化组织 (ISO) 为计算机网络通信制定了一个七层协议的框架, 称为“开放系统互连/参考模型” (Open System Interconnection/ Reference Model, OSI/RM), 并将其作为通用的标准。OSI 七层协议的网络体系结构包括由上至下的应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。在计算机网络技术中, 如何实现不同网络间及计算机间的互操作显然是计算机联网的关键问题。由于 ISO 的 OSI 标准缺乏足够的产品支持, 并且 OSI 的许多标准还在制定中, 于是在 20 世纪 80 年代初, 人们选择了 TCP/IP 作为异种机互连的工业标准。这是在国际标准 ISO/OSI 尚未完全被采纳时, 用户和厂家共同承认的一个标准, 虽然它不符合 ISO/OSI 标准, 但已经成为事实上的国际标准和工业标准, 并成为支持 Internet 和企业内部网 (Intranet) 的协议标准。

3. 计算机网络的类型

计算机网络从 1969 年开始发展至今, 已对现代人类的生产、经济、生活等各个方面都产生了巨大影响。通常按计算机的分布范围将其划分为局域网 (Local Area Network, LAN)、城域网 (Metropolitan Area Network, MAN) 和广域网 (Wide Area Network, WAN)。局域网指连接近距离计算机的网络, 地理分布范围在几千米以内, 一般建立在某个机构所属的一个建筑群内, 或大学的校园内, 也可以是在办公室或实验室内。城域网采用类似于局域网的技术, 但规模比局域网大, 地理分布范围为 10~50km, 介于 LAN 和 WAN 之间, 一般覆盖一个城市或地区。广域网则指实现计算机远距离连接的网络, 地理分布范围在 50 km 以上, 可以是一个国家或一个洲际网络, 规模十分庞大且复杂, 它的通信介质由专门负责公共数据通信的机构提供。自 20 世纪 70 年代以来, 世界各国先后建立了几十万个局域网和几万个广域网。在这个过程中, 为了在网络之间交换信息, 又在不同范围内实现网络的相互连接, 形成了若干由网络组成的互联网。Internet 就是由成千上万不同类型、不同规模的计算机网络和成千上万同时工作、资源共享的计算机系统组成的最大的全球计算机网络, 也称为国际互联网或因特网。目前, 大量的各种计算机网络正在源源不断地接入 Internet。

提到计算机网络就不能不涉及 ARPA 网 (Advanced Research Project Agency Network, ARPANet), 因为 ARPANet 的出现标志着计算机网络时代的开始, 而且它对计算机网络的发展也作出了一定的贡献。ARPANet 出现在提出 OSI 模型的 10 年以前, 所用协议与 OSI 不同, 但使用了与 OSI 的传输层和网络层相近的 TCP/IP 协议。ARPANet 的研究成果为计算机网络的发展奠定了基础, 现在计算机网络的许多概念都来自 ARPANet。ARPANet 于 1990 年 6 月停止运行, 完成了它的历史使命, Internet 取而代之。与 Internet 关系最为直接的计算机网络应是 NSFNet。NSFNet 是美国国家科学基金会 (NSF) 在建立 CSNet 之后, 建立起的横跨全美的国家科学基金会网, 这个网络可以说是走向 Internet 的真正起点。同 ARPANet 一样, NSFNet 也采用 TCP/IP 网络通信协议。

目前, 计算机网络技术正在进一步向高速、高可靠性和智能化方向发展。高速计算机网络要求数据的传输率达到吉位 (1 000 Mbps) 以上, 以满足传输信息日益增长的要求。例如通过网络传输各种形式的信息 (如图像、声音等), 以提供网络多媒体服务。智能计算机网络是使得现在的网络具有操作和服务上的智能化, 让公共通信网和计算机网真正有机地融合在一起, 实现网络的智能化。计算机网络的这些发展都是为“信息高速公路”的实现奠定基础。

0.1.2 何谓 Internet

何谓 Internet? 事实上, 目前还很难给出一个准确的定义来概括 Internet 的特征和全部含义。不仅如此, 对于很多人而言, Internet 甚至是一个难于把握的系统, 对于它的工作原理、物理组成和发展, 以及它所具有的功能和作用, 还缺乏全面、深刻的理解。

计算机网络的发展历史可给我们提供了解 Internet 物理组成的线索。计算机网络的快速、大量发展, 导致成千上万的计算机网络和计算机系统通过电话线、高速专用线、卫星、微波和光缆连接在一起, 并采用统一的协议实现不同类型网络的互连, 从而在全球范围内构成了一个四通八达的“网络的网络”。在这个网络中, 几个最大的核心主干网络, 如主要属于美国 Internet 供应商 (ISP) 的 GTE, MCI, Sprint, USNET 和 AOL 的 ANS, 组成了 Internet 的骨架。通过这样的相互连接, 主干网络之间通过网关建立起非常快速的通信网络, 承担网络上大部分的通信任务。每个主干网络之间都有许多交汇的结点, 这些结点将下一级较小的网络和主机连接到主干网络上, 这些较小的网络则为该服务区域的公司或个人用户提供连接服务, 形成一个树状拓扑结构。Internet 就是用这种方式完成各种重要网络之间连接的逻辑性网络。

Internet 采用传输控制协议/网际协议, 即 TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol), 将世界范围内许多计算机网络连接在一起, 成为当今最大和最流行的数据通信网络。同时因为它能够为每一个入网用户提供有价值的信息资源及相关的各种信息服务, 所以也被称为全球信息资源网。

近年来, Internet 向社会开放, 成为一个面向公众的社会性组织。在这个领域里, 有成千上万的人自愿花费时间和精力为它辛勤工作, 构造出人类所共同拥有的 Internet。Internet 反映了人类的友好合作精神和无私奉献精神。Internet 还是一个人类社会有史以来第一个世界性的图书馆和全球性的论坛。无论来自世界任何地方的任何人, 在任何时间都可以加入, Internet 永远不会关闭。在这里没有种族歧视, 任何人绝不会由于职业、肤色、宗教信仰的不同而被排挤在外。

简言之, Internet 是一个把全球各种不同的物理网络按照层次关系连接在一起形成的最大的逻辑性计算机网络, 其体系结构为树状, 由主干网络、外围的若干自治系统及连接主干网络与外围的核心网关构成。从网络通信技术观点看, Internet 是一个以 TCP/IP 协议簇连接世界范围内计算机网络的数据通信网。从信息资源的观点看, Internet 是一个集全球各种信息资源为一体、供网上用户共享的数据资源网。

0.2 Internet 的诞生与发展

计算机网络的出现, 改变了计算机的工作方式, 而 Internet 的出现, 又改变了计算机网络的工作方式。对用户来说, Internet 使他们不再被局限于分散的计算机上, 同时也使他们脱离特定网络的约束。任何人只要进入 Internet, 就可以利用其中各个网络和各种计算机上难以计数的资源, 同世界各地的人们自由通信和交换信息, 以及去做通过计算机能做的任何事情。Internet 在短短几年时间内就遍及美国大陆, 并延伸到世界各地, 目前普遍认为它是当今正在规划和建设的全球性信息基础设施的原型, 并将发挥越来越重要的作用。