



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

计算机网络与通信

刘化君 等编著

▼
第2版
▲



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

计算机网络与通信

Jisuanji Wangluo yu Tongxin

刘化君 等编著

▼
第2版
▲



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。本书全面介绍了“计算机网络与通信”的基本原理、通信协议及其实现技术。

全书以计算机网络体系结构为总纲,按照物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层5层参考模型,分为4个部分共10章。第一部分(第1~2章)介绍了计算机网络及其通信的基本概念,并讨论了计算机网络的体系结构。第二部分(第3~7章)介绍了物理层、数据链路层、网络层、传输层的协议原理和技术,如局域网组网、网络互连技术等。第三部分(第8~9章)针对应用层协议,重点讨论了网络应用,包括网络多媒体通信应用以及网络安全与管理。为加强实践能力培养,在最后一部分(第10章),按照网络环境组建、网络通信协议分析和网络通信编程分3个专题介绍了网络通信实验。为帮助读者掌握基础理论知识,每章末均附有一定数量的思考与练习题。

本书使用范围较广,既可以作为计算机科学与技术、通信工程、电子信息工程、信息工程、自动化等相关专业的教材或教学参考书,也可供信息技术、计算机网络研究与工程技术、IT管理等人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与通信/刘化君等编著. —2版. —北京:高等教育出版社, 2011.6

ISBN 978-7-04-032648-2

I. ①计… II. ①刘… III. ①计算机网络-高等学校-教材

②计算机通信-高等学校-教材 IV. ①TP393 ②TN919

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第121509号

策划编辑 吴陈滨

责任编辑 杨希

封面设计 赵阳

版式设计 范晓红

插图绘制 杜晓丹

责任校对 刘莉

责任印制 张泽业

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京机工印刷厂
开本 787mm × 1092mm 1/16
印张 27.5
字数 670千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版 次 2007年12月第1版
2011年6月第2版
印 次 2011年6月第1次印刷
定 价 42.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 32648-00

第2版前言

计算机网络与通信是信息时代重要的科学技术之一,也是高等院校电气信息类专业的主要专业课程之一。该课程内容的特点是内容更新快、跨专业性强、覆盖面广,既要介绍基本原理,又要结合具体应用,才能使学习者建立起计算机网络的系统概念,了解该技术发展与应用的最新动态。为适应“计算机网络与通信”课程教学需要,本书在第1版的基础上,遵循循序渐进、深入浅出、图文并茂的编写原则进行了修订,进一步丰富了计算机网络与通信的最新发展与应用的内容。

一、本书的内容与结构

考虑到当代计算机网络与通信技术的新变化,本书对上一版教材的大部分章节内容进行了修订、改写,剔除了一些比较陈旧的知识点,增加了相关的新技术。其内容既包括计算机网络与通信的基本原理、主要协议及其实现技术,又分析讨论了各种具体的应用范例,还以专题形式安排了计算机网络与通信实验。全书以计算机网络体系结构为总纲,突出 TCP/IP 协议体系,按照物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层 5 层参考模型,分为 4 个部分 10 个章节。

第一部分包含第 1 章、第 2 章。在第 1 章中,以本书的标题为引子,首先介绍了计算机网络与通信的含义,阐释了计算机网络的定义以及与此定义相关的各种术语;接着讨论了网络通信的研究内容、以 Internet 为对象的计算机网络组成,包括局域网在内的各种不同的网络类型以及关于网络拓扑的知识,并对计算机网络的形成与发展做了概括性的说明和展望。第 2 章主要讨论了计算机网络的体系结构。这一部分内容是计算机网络与通信的全景视图。

第二部分由第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章组成,是本书的核心。这几章翔实地介绍了物理层、数据链路层、网络层、传输层的协议工作原理和技术,如高速局域网组网、无线局域网组网等;尤其是在第 6 章网络互连及通信中,以 IP 协议为重点,用较大篇幅介绍了网络互连,详细讨论了网络层通信的核心技术,包括分组转发、路由选择及算法等;第 7 章讨论了端到端的传输服务,主要以 TCP、UDP 协议为重点介绍了端到端的数据传输机制,并突出了套接字(Socket)的概念。

第三部分为第 8 章、第 9 章,这两章针对应用层协议,重点讨论了应用层的典型应用及其相关的实例,包括网络多媒体通信如 IP 电话的应用以及基于 Java 语言的网络编程实例;并用一章的篇幅介绍了网络安全与管理。

第四部分为第 10 章,即网络通信实验,按照网络环境组建、网络通信协议分析和网络通信编程分 3 个专题,介绍了网络通信实验。这一部分内容是为加强实践能力培养、进一步强化理论与实践相结合而设置的。

为帮助读者掌握基础理论知识,每章附有简明扼要的小结和一定数量的思考与练习题。这些题目与本书内容密切相关,以便读者巩固和复习有关的概念和理论知识。

二、本书的特色与创新

本书仍遵循第1版理论与实践相结合的编撰宗旨,力求反映计算机网络与通信领域的新成就和理论成果,具有“内容新、体例新、方法新”等特色。

1. 内容新

本书涵盖了计算机网络与通信技术的主要内容,体现了知识结构的科学性、知识内容的先进性和应用技术的实用性。

(1) 知识结构的科学性

全书按照物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层系统地分层讨论计算机网络与通信的基本概念、主要协议及其实现技术。同时,比较深入地讨论了各层之间、对等实体之间的通信原理,呈现出一个完整而系统的知识结构;反映出计算机网络通信技术的理论体系,注重知识结构的科学性。

(2) 知识内容的先进性

本书比较全面地展示了近年来计算机网络通信领域的最新研究成果,涉及当前诸多研究热点,如无线局域网、IP电话、协议分析方法,以及基于Java语言的网络通信程序设计等。通过对这些内容的介绍,反映国内外网络通信的最新进展,体现了知识内容的先进性。

(3) 应用技术的实用性

本书注重理论联系实际,读者通过阅读学习能够了解有关计算机网络与通信的基本概念,掌握基本工作原理、局域网组网技术、网络协议实验分析方法,理解Internet采用的TCP/IP协议原理和实现技术,并为今后专题学习和研究各种计算机网络技术、通信技术奠定扎实的理论基础。另外,本书所涉及的网络应用编程实例均在计算机上调试通过,因此,具有很好的实用性。

2. 体例新

本书在知识体系结构等方面的特色是体例新,主要体现在以下几个方面。

(1) 模块化的知识结构

本书将知识点模块化,并组合成为有机整体,形成以计算机网络体系结构的分层模型为总纲的知识链。按照知识形成的规律,阐述基本理论及其应用,反映该学科的基本框架及科学思想和最新成就,符合认知规律。

(2) 以读者为中心的体例结构

全书内容整体设计贯彻了以读者为中心的理念,各部分内容紧密联系、图文并茂地构建计算机网络通信知识结构。全书从计算机网络通信的基本概念出发,循序渐进,紧紧围绕应用,介绍计算机网络通信原理和技术,并给出了诸多应用实例与实验指导。

(3) 全方位的实践能力训练

本书密切结合培养工程应用型人才实践能力介绍了网络工程技术。尤其在网络通信实验一章,不仅有立足于网络通信硬件环境下的网络环境组建实验内容,如以太网局域网组网、Windows网络配置和测试命令的使用、Windows Server应用服务器配置、路由器基本路由协议配置、防火墙配置,还有运用网络协议分析器对网络协议进行分析的内容,如TCP报文传输分析、无线局域网协议分析等。网络编程应该是读者很感兴趣的,为此介绍了如何用套接字来实现客户机和服务器的编程技术。读者在系统学习网络通信知识的过程中,通过循序渐进地完成实验和课

程设计题目,可获得实践能力的训练与提高。

3. 方法新

实验是对课堂所学概念加深理解的有效手段。当教学条件比较完备时,在物理层的有关实验可利用示波器、频谱仪、误比特率装置等来调试系统、演示实际系统中的各种概念和原理。显然最好是建立一个拥有全套网络设备的实验室,配置大量的路由器、交换机、集线器、PC机等,进行网络实验。也可在实际网络环境和实验室里,用网络协议分析器来调试网络系统中所使用的协议。作为示例,本书使用Ethereal分析、讨论了许多网络协议,如Ethernet、IP、OSPF、UDP、TCP、DNS、HTTP等,比较清楚地将网络通信原理和概念展现给了读者。另外,本书还介绍了一些网络实用程序,如ping、ipconfig、netstat和tracert等。

本书在体现内容丰富、实用性强等特点的基础上,还反映了编者在该领域的多年教学经验、实践技术和研究成果。

本书适用范围较广,既可以作为计算机科学与技术、通信工程、电子信息工程、信息工程、自动化等专业的教材或教学参考书,也可供信息技术、计算机网络研究与工程技术、IT管理等人员参考。

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。王志明(南京工程学院)编写了第3章、第10章,其余章节由刘化君编写,全书由刘化君统编定稿,由王志明审读;最后,由南京理工大学博士生导师孙亚民教授作为主审对全书进行了审改。在编写过程中得到了程勇、刘枫、解玉洁等许多同事、同学的支持和帮助;本书第1版由东南大学陈晓曙教授主审,自2007年12月出版发行以来,得到了众多同行的支持和广大读者的厚爱,提出了许多修订建议,在此一并表示衷心感谢!

由于计算机网络与通信技术发展速度很快,限于编者理论水平和实践经验,书中可能存在不妥之处,恳请广大读者不吝赐教,批评斧正。编者邮箱:liuhuaajun003@163.com。

编 者
2011年3月

第1版前言

计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉科学,它的内容必然要涉及通信技术。“计算机网络与通信”是它们交叉、融合、发展的产物。

在计算机网络与通信技术迅速发展的今天,人们非常希望详尽地学习和掌握计算机网络与通信技术。何谓网络通信,它包括哪些内容,网络通信的原理是什么,实现网络通信有哪些技术与方法?怎样才能适应网络通信这个新兴学科的发展和日益强劲的社会信息化需要?为此,充分认识并回答计算机网络与通信的基础理论问题,掌握相关的应用技术,不但是摆在教育工作者面前的紧迫任务,而且也是社会对计算机网络与通信技术人才的一项基本要求。

本书包含了计算机网络和数据通信两方面的知识,并使之融会贯通,以满足具有一定计算机网络基础且希望深入掌握网络通信知识的读者的要求。

一、本书的内容与结构

计算机网络技术从20世纪60年代开始发展以来,已经形成了比较完善的知识体系。目前由于应用广泛,发展十分迅速,新的技术、新的术语不断出现。不要说是初次接触网络通信知识的读者,即使是多年从事网络技术与教学的专业人员也经常对网络技术的快速发展感到困惑。对于这样一个迅速发展的领域,重要的是让读者能够学会处理网络通信问题的基本方法,掌握网络通信的基本工作原理,面对不断变化的技术具有跟踪学习的基础与能力。因此,本书全面介绍了计算机网络和通信领域所涉及的基本概念和方法,既包括计算机网络与通信的基本原理、主要协议及其实现技术,又分析讨论了各种具体的应用范例和网络编程,还以专题形式安排了计算机网络与通信实验。全书以计算机网络体系结构为总纲,突出TCP/IP协议体系,按照物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五层参考模型,分为4个部分10个章节。

第一部分包含第1章、第2章。在第1章中,以本书的标题为引子,首先讨论了计算机网络与通信的含义,给出了计算机网络的定义以及与此定义相关的各种术语;接着讲述了网络通信的研究内容,以Internet为对象的计算机网络组成,包括局域网在内的各种不同的网络类型以及关于网络拓扑的知识,并对计算机网络的形成与发展状况做了概括性的说明和展望。第2章重点讨论了计算机网络的体系结构。这一部分内容描绘出了计算机网络与通信的全景视图。

第二部分由第3章、第4章、第5章、第6章、第7章组成,是本书的核心部分。这几章翔实地讲解了物理层、数据链路层、网络层、传输层的协议工作原理和技术,如局域网组网,尤其是在第6章网络互连及通信中,以IP协议为重点,用相当的篇幅讨论了网络互连,阐释了网络层通信的核心技术,包括分组转发、路由选择及算法等;第7章介绍了端到端的传输服务,主要以TCP、UDP协议为重点讨论了端到端的数据传输,并突出了套接字概念及其基于Java语言的网络通信编程技术。

第三部分为第8章、第9章,这两章以应用层协议为背景,重点讲述了应用层的典型应用及

其相关的实例,特别是网络多媒体通信的应用。

第四部分为第10章,即网络通信实验,分为网络环境组建、网络通信协议分析和网络通信程序设计3个专题,安排了12个网络与通信实验。这一部分内容是为了加强实践能力培养,进一步强化理论与实践相结合而设置的。

全书所涉及的内容不仅属于新兴学科知识,也是形成通信工程师、网络工程师素质、能力所必备的专业技术知识。为帮助读者掌握基础理论知识,每章附有简明扼要的小结和一定数量的思考与练习题。这些题目与本书基本内容密切相关,方便读者巩固和复习有关的概念和理论知识。

二、本书的特色与创新

本书以理论与实践相结合为编撰宗旨,努力反映计算机网络与通信领域的新成就和理论成果,形成了“内容新、体例新、方法新”的鲜明特色。

1. 内容新

本书内容涵盖了计算机网络与通信技术的主要知识,体现了知识结构的科学性、知识内容的先进性和应用技术的实用性。

(1) 知识结构的科学性

全书按照物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层系统地、分层讨论计算机网络与通信的基本概念、主要协议及其实现技术。同时,比较深入地讨论了各层之间、对等实体之间的通信原理,呈现出一个完整而系统的知识结构;反映出计算机网络通信技术的理论体系,注重知识结构的科学性。

(2) 知识内容的先进性

本书比较全面地展示了近年来计算机网络通信领域的最新研究成果,涉及了当前诸多研究热点,如P2P模式、无线局域网、IP电话、协议分析方法,以及基于Java语言的网络通信程序设计等。通过对这些内容的阐释和讲解,反映了国内外网络通信的最新进展,体现了知识内容的先进性。

(3) 应用技术的实用性

本书注重理论联系实际,读者通过阅读学习能够了解有关计算机网络与通信的基本概念,掌握基本工作原理、局域网组网技术、网络协议实验分析等内容,理解Internet采用的TCP/IP协议原理和实现技术、方法,并为今后专题学习和研究各种计算机网络技术、通信技术奠定扎实的理论基础。另外,本书所涉及的网络应用编程示例均在计算机上调试通过,因此,具有很好的实用性。

2. 体例新

本书在知识体系结构等方面的特色是体例新,体现在以下几个方面:

(1) 模块化的知识结构

本书将知识点模块化,并相互勾连成为有机整体,形成以计算机网络体系结构的分层模型为总纲的知识链。按照知识形成的规律,阐述基本理论及其应用,反映该学科的基本框架及科学思想和最新成就,符合认知规律。

(2) 以读者为中心的体例结构

全书内容整体设计贯彻以读者为中心的理念,各部分内容紧密联系,图文并茂地构建计算机网络通信知识结构。全书从计算机网络通信的基本概念出发,循序渐进,紧紧围绕应用,阐述计算机网络通信原理和技术,并给出了诸多应用示例与实验指导。

(3) 全方位的实践能力训练

全书内容紧紧把握为教学改革和教学服务的主线,以培养工程应用型人才的实践能力作为核心点展开,尤其在网络通信实验一章中,不仅有立足于网络通信硬件环境下的网络环境组建实验内容,如以太网局域网组网、Windows 网络配置和测试命令的使用、DHCP 服务器配置、Web 服务器的配置与管理、路由器基本路由协议配置等,而且还有运用网络协议分析器对网络协议进行分析的内容,如 TCP 报文传输分析、无线局域网协议分析等。网络编程对读者而言应该是很感兴趣的。我们假设读者对 Java 语言有一定的了解,讲述了位于网络程序底层的客户机/服务器编程模型,展现了一个程序员对 Internet 的观点,并教给学生如何用套接字(Socket)来实现 Internet 客户机和服务器编程。为满足网络通信课程设计的需要,从培养读者实际编程能力的角度出发,本书还提供了综合性比较强的网络通信程序设计课题,以加深对基本原理和实现方法的理解。读者在系统学习网络通信知识的过程中,通过循序渐进地完成实验和课程设计题目,可获得实践能力的训练与提高。课堂教学、实验与课程设计三者相辅相成,融为一体,贯穿了教学的始终。

3. 方法新

实验是对课堂上所学概念加深理解的最有效手段。当教学条件比较完备时,有关物理层的实验可利用示波器、频谱仪、误比特率装置等来调试系统、演示实际系统中的各种原理和概念。最好建立一个拥有全套网络设备的实验室,配置大量的路由器、交换机、集线器、PC 机等,进行网络实验。在实际网络环境和实验室里,可用网络协议分析器来调试网络系统中所使用的协议。如经济条件不允许,可采用本书介绍的一种新的网络实验工具与手段,即 Ethereal 虚拟实验室。Ethereal 是一种开放源代码的网络分析器,它支持大量的网络协议。本书使用 Ethereal 分析、讲解了许多网络协议,如 Ethernet、IP、OSPF、UDP、TCP、DNS、HTTP 等,将网络通信原理和概念比较有效地展现给读者。这样,即使不具备真实网络环境,读者仍能够借助 Ethereal 学习计算机网络协议。另外,本书还介绍了一些网络实用程序,如 ping、ipconfig、netstat 和 traceroute 等。

本书在体现内容丰富、实用性强等特点的基础上,还反映了编者多年在该领域的教学经验、实践技术和研究成果。

本书适用范围较广,既可以作为计算机科学与技术、通信、电子、信息、自动化等相关专业的教学用书,也可供信息技术、计算机网络研究与工程技术、IT 管理等人员参考使用。

本书由王海涛(解放军理工大学通信工程学院)编写第2章、第9章;王志明(南京工程学院通信工程学院)编写第3章、第10章;其余章节由刘化君编写。全书由刘化君统编定稿。在编写过程中,刘枫、解玉洁等做了许多工作,在此一并表示感谢。全书经东南大学陈晓曙教授审阅,对本书内容提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书编者的研究工作得到了教育部立项课题“地方应用型本科院校人才培养目标、模式和方法的研究与实践”项目(高教函[2005]23号)和中国高等教育学会“十一五”教育科学规划研究课题“工程应用型人才工程实践与创新能力培养的改革与实践”项目的支持。

由于计算机网络与通信技术发展速度很快,囿于编者理论水平和实践经验所限,书中可能存在疏漏甚至谬误之处,恳请广大读者不吝赐教,批评斧正。

编 者

2007年5月

目 录

第 1 章 绪论	1	2.1.4 数据通信系统的性能 指标	35
1.1 何谓计算机网络与通信	1	2.2 层次型网络体系结构	37
1.2 网络通信研究的内容	4	2.2.1 网络体系结构的分层	38
1.2.1 数据通信基本原理	5	2.2.2 ISO/OSI 参考模型	42
1.2.2 数据传输设施	6	2.2.3 TCP/IP 体系结构	46
1.2.3 以计算机为基础的通信 网络	7	2.2.4 五层实用参考模型	49
1.2.4 网络通信软件	9	2.3 协议层次结构的查看与分析 ..	51
1.2.5 需要解决的其他问题	10	本章小结	53
1.3 计算机网络的组成	10	思考与练习	53
1.3.1 计算机网络的组成结构 ..	10	第 3 章 物理层中的数据传输	55
1.3.2 计算机网络拓扑结构	12	3.1 何谓物理层	55
1.3.3 Internet 的构成	13	3.1.1 物理层的基本概念	55
1.4 分组交换	16	3.1.2 物理层解决的主要问题 ..	56
1.4.1 电路交换与分组交换	16	3.2 多媒体信息的数字化表示	57
1.4.2 分组交换网络	18	3.2.1 块信息的数字化表示	57
1.5 计算机网络的形成与发展	20	3.2.2 流信息的数字化表示	58
1.5.1 Internet 的起源与发展	20	3.3 数据传输信道	59
1.5.2 Internet 在中国的发展	23	3.3.1 信道容量	60
1.5.3 影响计算机网络发展的主要 因素	24	3.3.2 多路复用技术	61
1.6 计算机网络的标准化	25	3.3.3 有线传输介质	67
1.6.1 制订标准的重要组织	25	3.3.4 无线传输介质	69
1.6.2 标准及 RFC 文档	27	3.4 数字信号的传输	73
本章小结	28	3.4.1 数字信号的基带传输	73
思考与练习	28	3.4.2 数字信号的频带传输	75
第 2 章 计算机网络体系结构	30	3.4.3 差错控制	76
2.1 数据通信的基本概念	30	3.5 数据传输方式	81
2.1.1 什么是数据通信	30	3.5.1 数据通信方式	81
2.1.2 一般概念与术语	31	3.5.2 数据同步控制	83
2.1.3 数据通信系统的组成	34	3.6 物理层接口与标准	85
		3.6.1 物理层接口	85

3.6.2 EIA RS-232 标准	86	5.3.3 千兆以太网	147
本章小结	90	5.3.4 万兆以太网	151
思考与练习	91	5.3.5 虚拟局域网	155
第4章 数据链路控制	92	5.4 无线局域网	157
4.1 数据链路层	92	5.4.1 WLAN 和无线链路特征	157
4.2 帧与组帧	94	5.4.2 IEEE 802.11 WLAN	159
4.2.1 帧的基本格式	95	5.4.3 IEEE 802.11 帧结构	161
4.2.2 组帧	95	5.4.4 IEEE 802.11 MAC	163
4.3 自动重传请求协议	98	协议	163
4.3.1 停止等待式 ARQ 协议	98	5.4.5 无线局域网组网设备	166
4.3.2 后退 N 帧式 ARQ 协议	103	本章小结	168
4.3.3 选择重传式 ARQ 协议	106	思考与练习	168
4.4 高级数据链路控制协议	108	第6章 网络互连及通信	170
4.4.1 HDLC 的帧格式	108	6.1 网络互连	170
4.4.2 HDLC 的帧类型及功能	109	6.1.1 网络互连的概念	170
4.5 互联网数据链路控制协议	112	6.1.2 网络层的主要功能	174
4.5.1 PPP 协议概述	112	6.1.3 网络层服务模型	177
4.5.2 PPP 协议的帧格式	113	6.2 IPv4 协议	179
4.6 数据链路层的设备与组件	114	6.2.1 IPv4 数据报格式	179
4.6.1 网络接口卡	114	6.2.2 IPv4 地址	184
4.6.2 交换机	116	6.2.3 子网地址	186
本章小结	120	6.2.4 无分类域间路由	189
思考与练习	120	6.2.5 地址解析协议	192
第5章 局域网	122	6.3 差错报告和控制机制	196
5.1 局域网体系结构	122	6.3.1 ICMP 报文格式	196
5.1.1 局域网的基本概念	122	6.3.2 ICMP 差错报告报文	197
5.1.2 IEEE 802 局域网标准	124	6.3.3 ICMP 查询报文	199
系列	124	6.3.4 ICMP 协议应用实例	200
5.1.3 IEEE 802 局域网体系	125	6.4 IP 数据报转发	201
结构	125	6.4.1 IP 数据报转发处理	202
5.2 以太网工作原理	129	过程	202
5.2.1 介质访问控制方法	130	6.4.2 IP 数据报转发算法	203
5.2.2 CSMA/CD 协议	131	6.5 IPv6	207
5.2.3 以太网帧格式及数据	135	6.5.1 IPv6 编址	207
封装	135	6.5.2 IPv6 数据报格式	212
5.3 以太网技术	137	6.5.3 从 IPv4 到 IPv6 的迁移	214
5.3.1 传统以太网	138	6.6 路由选择技术	216
5.3.2 快速以太网	143	6.6.1 路由选择的概念	216

6.6.2 路由算法	220	8.1.1 网络应用模式	278
6.6.3 路由器	223	8.1.2 应用层协议	283
6.7 Internet 路由协议	228	8.2 Web 应用	284
6.7.1 路由协议概述	229	8.2.1 Web 简介	284
6.7.2 路由信息协议	230	8.2.2 统一资源定位器	286
6.7.3 开放式最短路径优先 协议	233	8.2.3 Web 页及其设计	287
6.7.4 边界网关协议	236	8.2.4 超文本传输协议	291
6.8 IP 多播和 IGMP	239	8.3 文件传输与远程文件访问	299
6.8.1 IP 多播	239	8.3.1 文件传输协议	299
6.8.2 Internet 组管理协议	241	8.3.2 简单文件传输协议	302
本章小结	244	8.3.3 网络文件系统	303
思考与练习	245	8.4 电子邮件及其传输	304
第 7 章 端到端的传输服务	246	8.4.1 电子邮件系统	304
7.1 传输层概述	246	8.4.2 电子邮件报文格式 和 MIME	307
7.1.1 传输层的基本功能	246	8.4.3 SMTP 邮件传输	309
7.1.2 传输层提供的服务	248	8.4.4 邮件读取协议	311
7.1.3 端的标志	250	8.5 域名系统	314
7.1.4 多路复用与多路分解 服务	253	8.5.1 域名结构	314
7.2 用户数据报协议	255	8.5.2 DNS 的工作机制	316
7.2.1 UDP 协议概述	255	8.6 动态主机配置协议	320
7.2.2 UDP 报文结构	256	8.6.1 DHCP 概述	321
7.2.3 UDP 校验和	257	8.6.2 DHCP 工作原理	322
7.3 传输控制协议	258	8.7 多媒体通信	324
7.3.1 TCP 操作与可靠数据 传输	258	8.7.1 何谓多媒体通信	324
7.3.2 TCP 报文结构	260	8.7.2 多媒体传输协议	325
7.3.3 TCP 的连接管理	264	8.7.3 IP 电话	329
7.3.4 TCP 流量控制	268	8.8 进程间的网络通信	334
7.3.5 TCP 定时管理	270	8.8.1 系统调用和应用编程 接口	334
7.4 TCP 拥塞控制原理	271	8.8.2 网络通信程序设计 实例	336
7.4.1 拥塞原因与开销	272	本章小结	348
7.4.2 TCP 拥塞控制算法	272	思考与练习	349
本章小结	276	第 9 章 网络安全与管理	350
思考与练习	276	9.1 网络安全概述	350
第 8 章 网络应用	278	9.1.1 网络所面临的安全 威胁	350
8.1 应用层概述	278		

9.1.2 网络安全的含义	351	思考与练习	387
9.1.3 网络通信访问安全 模型	354	第 10 章 网络通信实验	388
9.1.4 网络安全标准	356	10.1 网络环境组建实验	388
9.2 密码学应用基础	358	实验 1 以太网局域网组网	388
9.2.1 数据加密通信模型	358	实验 2 Windows 网络配置和测试 命令的使用	391
9.2.2 对称密钥密码体制	360	实验 3 Windows Server 2003 应用 服务器配置	394
9.2.3 公开密钥密码体制	361	实验 4 路由器基本路由协议 配置	401
9.2.4 网络安全策略	364	实验 5 防火墙配置与应用	407
9.3 防火墙技术	366	10.2 网络通信协议分析实验	410
9.3.1 防火墙概述	367	实验 6 网络体系结构的考查 分析	410
9.3.2 防火墙类型	368	实验 7 TCP 报文传输和 HTTP 协议 应用分析	414
9.3.3 防火墙的应用配置	369	实验 8 无线局域网协议分析	417
9.4 网络安全协议	371	10.3 网络通信编程实验	419
9.4.1 网络层安全协议	371	实验 9 套接字编程	419
9.4.2 传输层安全协议	374	实验 10 Web 服务器和浏览器 设计	421
9.4.3 应用层安全协议	376	参考文献	423
9.5 计算机网络管理	379		
9.5.1 网络管理概念	379		
9.5.2 OSI 的网络管理功能	381		
9.5.3 网络管理协议	384		
本章小结	386		

第1章 绪 论

随着人类社会从工业化迈向信息化,信息已经成为人们改造世界和推动社会发展的直接媒体和重要力量。以 Internet 为代表的计算机网络已经成为信息社会的基础设施之一,并出现了人类的第二文化,即计算机网络文化。计算机网络与通信技术的发展改变了人们的时空观念,地球那边的信息可以在顷刻间传送到你的眼前,千里之遥似乎变得近在咫尺。可以预见,随着超高速光通信技术、高速无线网络通信技术、网络计算和生物计算技术的研究进展,网络与通信技术在未来几年内将朝着以“更大、更快、更及时、更方便、更安全和更有效”为标志的新一代互联网、物联网发展,产生新的飞跃。

21 世纪是一个计算机与网络的时代。在这个时代,信息的交流、获取和利用将成为个人发展、社会进步、经济增长的基本要素。因此,每一个希望在信息时代有所作为的人都需要了解、学习、使用计算机网络,掌握网络通信技术。这对每一个人,乃至整个社会既是一种机遇,也是一种挑战。为此,网络通信也就成为在迅速发展的信息社会中首当其冲的研究课题。什么是网络通信,它包括哪些内容,网络通信的原理是什么,实现网络通信有哪些方法,怎样创建自己的网站,怎样上网及如何从 Internet 上获取自己所需要的信息等,已不仅仅是计算机网络和通信工作者学习研究的内容,也是各行各业迫切需要了解 and 掌握的知识。计算机网络与通信正是为适应这种社会发展的需求而问世的。

计算机网络与通信技术发展迅速,应用广泛,涉及的内容较多,它已成为当今世界高新技术的核心技术之一。本章在简单介绍计算机网络与通信概念的基础上,主要讨论计算机网络与通信的定义和功能、网络通信研究的内容和方法,以及计算机网络通信关键技术等基本知识,并指出计算机网络通信技术的发展趋势。

1.1 何谓计算机网络与通信

随着计算机技术的全面普及和在各个领域的深入应用,人们在各种网络的基础上利用计算机进行通信,在全世界范围内使用互联网彼此交换信息,已经成为不争的事实。计算机网络作为整个社会结构的一个基本组成部分,被应用于社会政治、经济、军事和科学技术的方方面面,包括电子商务、电子政务、教育信息化、信息服务等。可以说,信息社会的信息化服务,无不建立在计算机网络通信系统的基础之上。计算机网络已经成为人类生活不可缺少的社会元素和工作术语。

人与人之间的思想交流一般采用两种方式,一是语言(包括直接或间接的声音),二是文字、图形图像等。人们把这种思想交流的方式称为通信(Communication),其交流内容的物理表现如声音、图形图像、文字、图表等称为数据(Data)。数据被赋予的具体意义称为信息(Information)。

例如,当拨打电话号码“121”,听到的声音是“今天晴天”时,这个声音就是数据,“今天晴天”就是关于天气预报的信息。这个过程是用户和气象台工作人员之间的间接通信,该信息显然是通过电话线路传送的,所以电话网是一个人们最熟悉的,而且是无所不在的通信网。

一个简单的通信网络示意图如图 1-1 所示。在该通信网络中有两类结点:终端结点(Terminal Nodes)和通信结点(Communication Nodes)。终端结点产生或使用在网络上传输的信息,通信结点传输信息但不产生和使用信息。在图 1-1 中,当终端结点包含计算机、可视电话、打印机、文件服务器等设备时,人们就可以利用这些先进的设备,或以电子邮件的方式、或以 Web 方式等交换信息,此时的电话网就变成了一个广义的通信网络。由此可以看出:一个通信网络(Communication Network)是互连结点的一个集合,该集合中的结点可彼此交换信息。人们利用通信网络彼此交换信息就被认为是网络通信(Network Communication)。

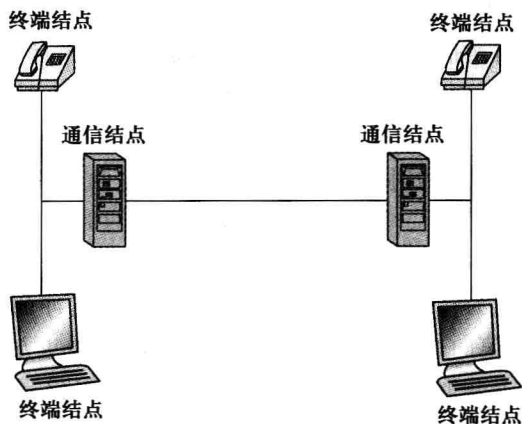


图 1-1 一个简单的网络

实际上,一般的网络概念和网络技术的应用是非常丰富的。例如在广播、无线或有线电视、电话公司等机构都有自己独立的网络。最早也是最著名的通信网络之一是电话网络。这个网络一般称之为电话系统(POTS)或公共交换电话网络(PSTN)。今天大部分人比较熟悉的通信网络是计算机通信网络,简称为计算机网络。

相对于电话网络,计算机网络的发展比较晚,只有几十年的历史。发展到今天,最大的也是大家最熟悉的计算机网络就是 Internet。Internet 是人类历史发展中的一个伟大里程碑,它是未来信息高速公路的雏形,人类正由此进入一个前所未有的信息化社会。人们用各种名称来称呼 Internet,如互联网、因特网等。Internet 正在向全世界各大洲延伸和扩散,不断增添和吸收新的网络成员,已经成为世界上覆盖面最广、规模最大、信息资源最丰富的计算机网络。Internet 实际上是网络的集合,也就是说网络的集合。目前,它已经连接了全球 240 多个国家和地区,连网主机几千万台。在 Internet 的发展过程中,研究人员和技术人员协作解决了无数的技术问题,使之可以成功运行。实际上,在 20 多年以前,没有一个人敢设想 Internet 能够发展到这样大的规模,并且还能够成功运行。当然,目前 Internet 仍然存在着许多没有解决的问题,也不断有新问题出现。正因为如此,才需要人们不断去研究、去尝试解决这些问题,从而去推动 Internet 的发展。

1997 年,Microsoft 公司总裁比尔·盖茨在美国拉斯维加斯的全球计算机技术博览会上,提

出了“网络才是计算机”的著名论点。而早在 1985 年, SUN 公司就提出了“网络就是计算机”的口号(SUN 是 Stanford University Network 的缩写, 意为斯坦福大学网络)。SUN 做出的第一台计算机就是基于网络的。该公司首席执行官思考特·麦克尼利说:“我们一直在网络计算这一模式上不断创新, 这不是基于主机的计算, 不是基于个人计算机的计算, 而是通过网络得到服务”。这就是说, 计算机的关键价值是获得网络服务。

现在, 人们将网络称为“高速公路”, 又有人把个人计算机比喻为“隐藏在丛林中的豪华汽车”。虽然, 汽车是人们的代步工具, 但其真正价值离不开高速公路, 如果它不能让人们在高速公路上奔驰, 则不论辅助设备有多么齐备, 内饰如何豪华, 又有多少价值呢? 个人计算机也可以说是一种代步工具, 所以必须让它“上路”, “上路”就是把计算机连上网。对每台计算机来说, 网络不仅是它的信息来源, 同时它又为网络添加了新的资源。在计算机网络业界有一个“梅特卡尔夫定理”, 其内容是: 网络上信息的价值, 与连接到网络上的计算机数量的平方成正比。如果计算机是一台单机, 就很难充分发挥计算机的优越性能; 如果计算机仅仅局限在一个局域网内, 则只能共享有限的网络资源; 如果将计算机接入 Internet, 则可以共享无穷无尽的网络信息资源。

究竟什么是计算机网络? 多年来对这个问题的定义并没有一个完全统一的描述, 定义的内容随着计算机网络的发展变化而不同。在 ARPANet 建成之后, 有人将计算机网络定义为“以相互共享资源(硬件、软件和数据)方式而连接起来, 且各自具有独立功能的计算机系统的集合”。这个定义强调了网络建设的目的, 但没给出物理结构。计算机网络发展到第二代后, 为了与第一代网络相区别, 又有人将其定义为: “在网络协议控制下, 由多台主计算机、若干台终端、数据传输设备所组成的计算机复合系统”。这个定义过于强调了网络的组成, 没有给出网络的本质。计算机网络界权威人士特南鲍姆(Andrew S. Tanenbaum)教授在其 1996 年出版的《计算机网络》一书中, 给出的定义是: 计算机网络是一些自治计算机(Autonomous Computers)的互连集合。这里, 自治计算机的含义是指: 在网络中, 每台计算机的地位都是对等的, 没有谁受谁控制的问题。若有两台计算机通过通信线路(包括无线通信)相互交换信息, 就认为是互连的。近年来, 随着计算机网络研究的不断深入, 按照计算机网络所具有的特性, 人们普遍公认如下定义:

计算机网络是利用通信设备和线路将分布在地理位置不同的、具有独立功能的多个计算机系统连接起来, 在功能完善的网络软件(网络通信协议及网络操作系统等)的控制下, 进行数据通信, 实现资源共享、互操作和协同工作的系统。

简单地讲, 计算机网络是由“计算机集合”加“通信设施”组成的系统。由上述定义可以看出, 构建计算机网络的目的是共享资源, 而技术手段则是计算机通信。

本书的书名是“计算机网络与通信”。它确切的含义是什么呢? 下面采用逐步推进的方式来讨论。

“计算机网络”是书名的第一部分内容。它表达的是连接一组计算机系统以实现资源共享的概念。这些连接的系统形成网络。网络概念涉及许多问题, 主要包括:

- (1) 通信协议 它规定了网络结点必须遵循的规则, 以便能够理解彼此间的通信内容。
- (2) 拓扑结构 描述网络系统如何连接。
- (3) 编址 描述系统在网络中如何确定彼此的位置。

- (4) 转发与路由 说明数据穿过网络从一个系统被传输到另一个系统的方式。
- (5) 可靠性 是一个表达数据完整性的概念,以确保收到的数据确实是所发送的数据。
- (6) 互操作性 指在网络中,由不同厂商开发的软件、硬件产品相互间能成功通信的程度。
- (7) 安全性 是关于妥善保管或保护网络中所有构件的论题。
- (8) 标准 指建立需要遵循的特定的准则和规章。

标题的后一部分是“通信”这个术语,它是指数据从一个系统到另一个系统的电子传输,描述了端系统之间通过网络相互交换信息的方式。还有一个具有相似含义的常用术语是数据通信。它们虽然可互换使用,但有些人认为术语“数据(Data)”只限于包括基本的和未加工过的事物,而术语“信息(Information)”则表示了把这些事物经组织后成为对人类有意义的形式。

另外,在该书名中还隐含了“技术”一词,它涉及了已经设计出来的各种计算机网络方案。譬如,比较常用的网络技术:以太网(Ethernet)、高速以太网、令牌环网(Token Ring)、光纤分布数据接口(FDDI)、ADSL、帧中继和综合业务数据网(ISDN)等,以及如何将它们连接起来实现数据通信。网络、通信及其技术构成了本书所要讨论的内容。

1.2 网络通信研究的内容

大家知道,现在从个人计算机到超级计算机,大多数已互连成网,多数拥有计算机的机构都已安装或准备安装自己的局部网络。对数以千万计的人来说,在全世界范围内交换电子邮件已成为一种基本工作要求。利用计算机网络进行通信已由学术成果变成了各行各业广大用户必不可少的信息交换方式。

网络通信之所以成为人们必不可少的信息交换方式,有如下几点原因。首先,通信网络上的用户,无论他是谁,也不管他在什么地方,都可以使用网络中的程序、数据和设备,从而达到资源共享的目的。其次,依靠可替代的资源能提高数据的可靠性。由于网络中的信息资源可以在两台以上的计算机中存有副本,如果其中之一由于某种故障不能使用,即可启动文件副本。这在军事、金融、航空航天控制以及许多其他应用中是非常重要的。再次,还可以节约经费。有了计算机网络,普通人坐在家里就可以到世界任何地方获取信息服务。信息革命将像以往的工业革命一样改变整个社会。正由于计算机网络通信如此重要,所以人们必须掌握它,以便更好地用它来为自己服务。对于从事计算机网络与通信的工作者,还需要进一步研究计算机网络的体系结构及其实现通信的原理、方法以及怎样解决网络通信中出现的诸如网络拥塞、纠错、服务质量(QoS)等问题,以便更好地改进和增强计算机网络通信能力,提高它的使用效率。在此关注的是与计算机网络通信有关的技术问题。

计算机网络是一个极为复杂的系统工程,要使分布在全球各地的计算机能够顺利通信并共享资源,需要一步一步地解决以下主要问题:

- (1) 计算机系统、传输介质等硬件均要顺利接通,可以正确地发送和接收数据信号。
- (2) 要保证通信链路上的所有结点都正确连通。
- (3) 要保证能够在通信链路中找到一条最佳路径,若某个结点被堵塞,必须能够找到另外的通路。