

计算机网络 技术与应用

Computer Network Technology and Applications

张建忠 徐敬东 编著



高等院校计算机教材系列

本书以应用为目的，以网络技术为主线，介绍网络基础知识、网络协议、网络操作系统、网络应用等。全书共分8章，主要内容包括：网络基础知识、局域网技术、广域网技术、网络互连技术、网络操作系统、网络应用、网络安全等。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

计算机网络 技术与应用

Computer Network Technology and Applications

张建忠 徐敬东 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书主要介绍了计算机网络的基本概念,讨论了有线和无线局域网的理论知识和组网方法,讲述了TCP/IP互联网的概念和主要的应用、服务类型,介绍了网络安全和网络接入等主要技术。在内容组织上,本书强调基础理论知识与实践内容的结合,通过学习本书内容,读者不但能够深入了解网络原理和网络协议的相关内容,而且能够增强解决实际问题的能力。

本书内容丰富,结构合理,系统性和可操作性强,可作为普通高等院校计算机科学与技术专业及相关专业计算机网络技术类课程的教材,也可作为网络培训或工程人员的自学参考书。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/张建忠,徐敬东编著. —北京:机械工业出版社,2010.5
(高等院校计算机教材系列)

ISBN 978-7-111-30519-4

I. 计… II. ①张… ②徐… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第076711号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘立卿

北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷

2010年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.25印张

标准书号:ISBN 978-7-111-30519-4

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线:(010) 88378991; 88361066

购书热线:(010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线:(010) 88379604

读者信箱:hzjsj@hzbook.com

前 言

计算机网络课程不但是一门理论性很强的课程，同时也是一门实践性很强的课程。只有理论联系实际，学生才能真正掌握和深入理解计算机网络的精髓。随着计算机网络技术和应用的深入，各出版单位纷纷推出各种形式的计算机网络教材。这些教材在内容安排、写作方式等方面风格各异，为计算机网络技术人才的培养起到了积极的作用。但是，纵观这些教材，适宜于本科计算机网络课程教学的不多。有的教材以高深的理论知识为主，很少谈及理论知识的具体应用；有的教材以操作层面的实践为主，很少谈及这些操作背后蕴含的理论知识。作为一线教师，作者深知教材在计算机网络课程教学中的重要性。在总结多年理论教学和实践教学经验的基础上，作者编写了本教材。

本书面向普通高等院校本科计算机网络课程教学，具有较强的系统性和可操作性。在内容组织上，本书将计算机网络基础理论知识与实际应用相结合，在讲解基础理论知识的同时，介绍相应理论知识在网络系统中的具体应用，使读者能够对网络的基本原理、网络协议有一个直观认识。与此同时，通过动手实践和对实践现象的解释，读者可以加深对理论知识的理解，掌握其背后的理论，从而进一步将理论应用于实际问题的解决之中。

全书共分15章，除了讲述基础知识之外，各主要章节还给出了具体的实验内容。这些实验要求的环境相对简单和统一，可以在大部分学校计算机网络实验室环境中完成。同时，每章的最后都附有基础性和拓展性的练习题，读者可以通过完成这些练习检查学习效果和对相应知识的理解程度。

第1章回答了什么是计算机网络的问题，介绍了存储转发与包交换、协议与分层等基本技术，讨论了著名的ISO/OSI参考模型，并对TCP/IP体系结构进行了介绍。

第2~4章对目前常用的共享式以太网、交换式以太网、无线局域网的理论和组网方法进行了讨论，同时介绍了虚拟局域网的组网等相关技术。

第5~9章详细介绍了互联网技术，涵盖了IP提供的服务、IP协议、路由器与路由选择算法、TCP与UDP等具体内容。

第10~13章讨论了互联网提供的主要服务和应用类型。其中第10章介绍应用程序交互模型，第11~13章讲述域名系统、Web系统、电子邮件系统的基本原理和配置、编程方法。

第14和15章分别对网络安全和网络接入技术进行了介绍。

在本书编写过程中，作者参考了许多文献资料并做了大量实验。对于每个实验，作者都在实验室中亲自动手完成，以保证实验内容的正确性。在写作中，作者力求做到层次清楚，语言简洁流畅，内容深入浅出。希望本书对计算机网络技术教学、对读者掌握网络基础知识有一定的帮助。

限于作者的学术水平，加之时间仓促，在本书的选材、内容和安排上如有不妥与错误之处，恳请读者与同行批评指正。

作者的电子邮件地址为：zhangjz@nankai.edu.cn；xujd@nankai.edu.cn。

作者

2010年4月于南开园

教学建议

| 章节 | 主要知识点 | 实验内容 | 讲授学时 | 实验学时 |
|----------------------|--|---|------|------|
| 第1章 计算机网络的基本概念 | <ul style="list-style-type: none"> ● 计算机网络的概念与组成 ● 物理网络与互联网络 ● 存储转发与包交换方式 ● 协议与分层的概念 ● OSI 参考模型与 TCP/IP 体系结构 | | 3 | 0 |
| 第2章 以太网原理与组网技术 | <ul style="list-style-type: none"> ● 共享式以太网的基本原理 ● 以太网的帧结构与 CSMA/CD 介质访问控制方法 ● 以太网的相关标准 ● 组网使用的设备和器件 ● 共享式以太网的组网规则 | 实验：组装简单的以太网 <ul style="list-style-type: none"> ● 熟悉组网使用的设备和器件 ● 制作 UTP 连接线 ● 测试网络连通性 | 4 | 3 |
| 第3章 交换与虚拟局域网 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交换以太网的提出 ● 以太网交换机的工作原理 ● 以太网交换机的地址学习、通信过滤与生成树协议 ● VLAN 的划分方法 ● 802.1Q 协议与 VLAN 数据流的处理过程 | 实验：交换式以太网组网和 VLAN 配置 <ul style="list-style-type: none"> ● 以太网交换机的配置 ● VLAN 的配置 | 4 | 3 |
| 第4章 无线局域网组网技术 | <ul style="list-style-type: none"> ● 无线传输介质与传输技术 ● 无线局域网使用的信道 ● 基本服务集与扩展服务集 ● 关联与加入 ● CSMA/CA 介质访问控制方法与帧结构 ● 无线局域网的相关标准与设备 | 实验：组装简单的自组无线局域网 <ul style="list-style-type: none"> ● 熟悉并配置组网使用的设备和器件 ● 安装和配置网络软件 ● 测试网络连通性 | 4 | 3 |
| 第5章 互联网与 IP 协议 | <ul style="list-style-type: none"> ● 互联网的主要功能 ● 互联网的主要解决方案 ● IP 互联网的工作机理 ● IP 服务与 IP 互联网的特点 | | 2 | 0 |
| 第6章 IP 数据报 | <ul style="list-style-type: none"> ● IP 数据报的格式 ● IP 封装、分片与重组 ● IP 数据报选项 ● ICMP 差错与控制报文 | 实验：IP 数据报捕获与分析 <ul style="list-style-type: none"> ● 熟悉 WinPcap 的体系架构和提供的函数 ● 学习 IP 数据报校验和计算方法 ● 编制基于 WinPcap 的 IP 数据报捕获程序 ● 对捕获的 IP 数据报进行分析 | 4 | 6 |
| 第7章 IP 地址与 ARP 协议 | <ul style="list-style-type: none"> ● IP 地址的作用和组成 ● IP 地址表示法 ● 标准 IP 编址、子网 IP 编址与无类别 IP 编址 ● ARP 协议的基本思想与改进 ● 完整的 ARP 协议工作过程 | 实验：获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 <ul style="list-style-type: none"> ● 利用命令获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 ● 通过编程获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 | 4 | 6 |

(续)

| 章节 | 主要知识点 | 实验内容 | 讲授学时 | 实验学时 |
|------------------|---|--|------|------|
| 第8章 路由器与路由选择 | <ul style="list-style-type: none"> ● 表驱动的路由选择算法 ● IP 数据报传输与处理过程 ● RIP 协议与 OSPF 协议 ● 路由协议的部署与选择 | 实验：路由配置及简单路由程序的设计 <ul style="list-style-type: none"> ● 实验环境的选择 ● 静态路由与 RIP 协议的配置 ● 利用 WinPcap 实现简单的路由程序 | 6 | 12* |
| 第9章 TCP 与 UDP | <ul style="list-style-type: none"> ● 端到端通信的概念 ● TCP 提供的服务 ● TCP 的报文格式 ● TCP 的可靠性实现 ● TCP 的连接与端口 ● UDP 提供的服务 ● UDP 的报文格式与端口 | 实验：端口的应用——网络地址转换 <ul style="list-style-type: none"> ● NAT 的主要技术类型 ● 配置 NAT 服务器 | 4 | 3 |
| 第10章 应用程序交互模型 | <ul style="list-style-type: none"> ● 客户-服务器计算模式的基本概念 ● 客户-服务器计算模式中服务的标识 ● 服务器对并发请求的处理 ● 对等计算的概念 ● 对等网络的分类 ● 对等计算的特点和应用 | 实验：编写简单的客户-服务器程序 <ul style="list-style-type: none"> ● Socket 编程基础 ● 利用 Socket 实现服务器对客户时间和日期请求的响应 | 3 | 6 |
| 第11章 域名系统 | <ul style="list-style-type: none"> ● 互联网的层次型命名机制 ● 基本的域名解析算法 ● 提高域名解析效率的方法 ● 资源记录的基本形式 ● DNS 报文的格式 | 实验：配置 DNS 服务器 <ul style="list-style-type: none"> ● 配置 DNS 服务器并对其进行测试 | 3 | 3 |
| 第12章 Web 服务 | <ul style="list-style-type: none"> ● Web 服务系统基础 ● Web 系统的传输协议 ● Web 的页面表示方式 | 实验：配置和管理 Web 服务器 <ul style="list-style-type: none"> ● Web 服务器的基本配置方法 ● Web 服务器的安全控制 | 3 | 3 |
| 第13章 电子邮件系统 | <ul style="list-style-type: none"> ● 电子邮件系统基础 ● 地址邮件传输过程 ● SMTP 协议与 POP3 协议 ● RFC 822 与 MIME ● 基于 Web 的电子邮件 | 实验：编写简化的 SMTP 服务器并观察其通信过程 <ul style="list-style-type: none"> ● 利用 Socket 编写简化的 SMTP 服务器 ● 观察 SMTP 协议的通信过程 | 3 | 12* |
| 第14章 网络安全 | <ul style="list-style-type: none"> ● 安全服务 ● 网络攻击 ● 数字加密与签名 ● 密钥分发的方法 ● 保证网络安全的具体措施 | 实验：利用 SSL 实现安全数据传输 <ul style="list-style-type: none"> ● 证书管理软件和服务的安装 ● 为 Web 服务器申请和安装证书 ● 验证并访问安全的 Web 站点 | 4 | 3 |
| 第15章 接入互联网 | <ul style="list-style-type: none"> ● 常用的接入技术 ● 接入控制与 PPPoE 协议 | 实验：PPPoE 服务器的配置和应用 <ul style="list-style-type: none"> ● 组建和配置实验网络 ● 安装和配置 PPPoE 接入服务器 ● 测试配置的 PPPoE 服务器 | 3 | 3 |

* 第8章与第13章实验是较为综合的实验，教师可根据教学情况安排学生完成其中之一。

目

录

前 言
教学建议

第1章 计算机网络的基本概念 1

1.1 计算机网络概述 1

1.1.1 计算机网络的组成部件 2

1.1.2 物理网络与互连网络 2

1.2 存储转发与包交换 3

1.3 协议与分层 5

1.3.1 协议的基本概念 5

1.3.2 网络的层次结构 5

1.4 ISO/OSI 参考模型 6

1.4.1 ISO/OSI 参考模型的结构 6

1.4.2 OSI 各层的主要功能 6

1.4.3 数据的封装与传递 7

1.5 TCP/IP 体系结构 10

1.5.1 TCP/IP 体系结构的层次划分 10

1.5.2 TCP/IP 体系结构中各层的功能 11

1.5.3 TCP/IP 中的协议栈 12

练习与思考 13

第2章 以太网原理与组网技术 14

2.1 共享式以太网的原理 14

2.1.1 以太网中的数据帧 15

2.1.2 CSMA/CD 介质访问控制方法 16

2.2 以太网的传输介质 20

2.3 以太网的相关标准 22

2.4 组网所需的器件和设备 23

2.4.1 10/100 Mbps 以太网集线器 23

2.4.2 10/100 Mbps 网络接口卡 24

口卡 24

2.4.3 10/100 Mbps 以太网中的非屏蔽双绞线 25

的非屏蔽双绞线 25

2.5 双绞线以太网的组网 27

2.5.1 单一集线器结构 27

2.5.2 多集线器级联结构 27

2.6 实验：组装简单的以太网 28

2.6.1 设备、器件及测量工具的准备和安装 29

2.6.2 网络连通性测试 30

2.6.3 集线器级联 32

练习与思考 32

第3章 交换与虚拟局域网 34

3.1 交换式以太网的提出 34

3.1.1 共享式以太网存在的问题 34

3.1.2 交换的提出 34

3.2 以太网交换机的工作原理 36

3.2.1 以太网交换机的工作过程 36

3.2.2 数据转发方式 37

3.2.3 地址学习 38

3.2.4 通过滤 38

3.2.5 生成树协议 39

3.3 虚拟局域网 VLAN 40

3.3.1 共享式以太网与 VLAN 40

3.3.2 VLAN 的划分方法 41

3.3.3 802.1Q 协议与 VLAN 数据流的处理过程 43

3.3.4 VLAN 的优点 46

3.4 实验：交换式以太网组网和 VLAN 配置 48

| | |
|--------------------------------|------------|
| 3.4.1 交换式以太网的组网 | 48 |
| 3.4.2 以太网交换机的配置 | 48 |
| 3.4.3 配置 VLAN | 50 |
| 练习与思考 | 54 |
| 第4章 无线局域网组网技术 | 55 |
| 4.1 无线局域网的传输介质 | 55 |
| 4.1.1 无线传输与有线传输的区别 | 55 |
| 4.1.2 无线传输技术 | 56 |
| 4.1.3 无线局域网的信道 | 57 |
| 4.2 802.11 体系结构 | 58 |
| 4.2.1 基本服务集和扩展服务集 | 58 |
| 4.2.2 关联与加入 | 60 |
| 4.3 介质控制访问方法和帧结构 | 62 |
| 4.3.1 CSMA/CA | 62 |
| 4.3.2 802.11 帧格式 | 64 |
| 4.4 无线局域网的相关标准与设备 | 66 |
| 4.4.1 技术标准 | 67 |
| 4.4.2 组网所需的器件和设备 | 68 |
| 4.5 实验: 动手组装简单的自组无线局域网 | 69 |
| 4.5.1 设备、器件的准备和安装 | 69 |
| 4.5.2 网络软件的安装和配置 | 69 |
| 4.5.3 无线网络的连通性测试 | 73 |
| 练习与思考 | 74 |
| 第5章 互联网与 IP 协议 | 75 |
| 5.1 互联网 | 75 |
| 5.2 网络互联解决方案 | 76 |
| 5.2.1 面向连接的解决方案 | 76 |
| 5.2.2 面向非连接的解决方案 | 77 |
| 5.3 IP 协议与 IP 层服务 | 78 |
| 5.3.1 IP 互联网的工作原理 | 78 |
| 5.3.2 IP 层服务 | 79 |
| 5.3.3 IP 互联网的特点 | 79 |
| 练习与思考 | 80 |
| 第6章 IP 数据报 | 81 |
| 6.1 IP 数据报的格式 | 81 |
| 6.2 IP 封装、分片与重组 | 82 |
| 6.2.1 MTU 与分片 | 83 |
| 6.2.2 重组 | 83 |
| 6.2.3 分片控制 | 84 |
| 6.3 IP 数据报选项 | 84 |
| 6.4 差错与控制报文 | 85 |
| 6.4.1 ICMP 差错控制 | 85 |
| 6.4.2 ICMP 控制报文 | 86 |
| 6.4.3 ICMP 请求/应答报文对 | 88 |
| 6.5 实验: IP 数据报捕获与分析 | 88 |
| 6.5.1 实验环境 | 88 |
| 6.5.2 利用 WinPcap 捕获数据包 | 89 |
| 6.5.3 IP 数据报捕获与分析实验指导 | 92 |
| 练习与思考 | 99 |
| 第7章 IP 地址与 ARP 协议 | 101 |
| 7.1 IP 地址的作用 | 101 |
| 7.2 IP 地址的组成 | 102 |
| 7.2.1 IP 地址的层次结构 | 102 |
| 7.2.2 IP 地址的分类 | 103 |
| 7.2.3 IP 地址的直观表示法 | 104 |
| 7.3 特殊的 IP 地址形式 | 104 |
| 7.3.1 网络地址 | 104 |
| 7.3.2 广播地址 | 104 |
| 7.3.3 回送地址 | 105 |
| 7.4 编址实例 | 105 |
| 7.5 子网编址 | 106 |
| 7.5.1 子网编址方法 | 106 |
| 7.5.2 子网地址和子网广播地址 | 107 |
| 7.5.3 子网表示法 | 108 |
| 7.5.4 无类别 IP 编址——子网编址的延伸 | 109 |
| 7.6 地址解析协议 ARP | 110 |
| 7.6.1 ARP 协议的基本思想 | 110 |

| | | |
|--------------|------------------------------|------------|
| 7.6.2 | ARP 协议的改进 | 110 |
| 7.6.3 | 完整的 ARP 工作过程 | 111 |
| 7.6.4 | ARP 数据的封装和 报文格式 | 112 |
| 7.7 | 实验: 获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 | 113 |
| 7.7.1 | 实验环境 | 113 |
| 7.7.2 | 利用命令获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 | 113 |
| 7.7.3 | 通过编程获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 | 114 |
| | 练习与思考 | 118 |
| 第 8 章 | 路由器与路由选择 | 120 |
| 8.1 | 路由选择 | 120 |
| 8.1.1 | 表驱动 IP 选路 | 120 |
| 8.1.2 | 标准路由选择算法 | 121 |
| 8.1.3 | 无类别域间路由——标准 路由选择算法的扩充 | 122 |
| 8.1.4 | IP 数据报传输与处理 过程 | 126 |
| 8.2 | 路由表的建立与刷新 | 128 |
| 8.2.1 | 静态路由 | 128 |
| 8.2.2 | 动态路由 | 129 |
| 8.3 | 路由选择协议 | 130 |
| 8.3.1 | RIP 协议与向量-距离 算法 | 130 |
| 8.3.2 | OSPF 协议与链路-状态 算法 | 134 |
| 8.4 | 部署和选择路由协议 | 135 |
| 8.5 | 实验: 路由配置及简单路由 程序的设计 | 136 |
| 8.5.1 | 实验环境 | 136 |
| 8.5.2 | 路由配置 | 138 |
| 8.5.3 | 简单的路由程序设计 | 142 |
| | 练习与思考 | 144 |
| 第 9 章 | TCP 与 UDP | 146 |
| 9.1 | 端对端通信 | 146 |
| 9.2 | 传输控制协议 TCP | 147 |

| | | |
|---------------|------------------------------|------------|
| 9.2.1 | TCP 提供的服务 | 147 |
| 9.2.2 | TCP 报文段格式 | 147 |
| 9.2.3 | TCP 的可靠性实现 | 148 |
| 9.2.4 | TCP 的缓冲、流控与 窗口 | 150 |
| 9.2.5 | TCP 连接与端口 | 151 |
| 9.3 | 用户数据报协议 UDP | 152 |
| 9.4 | 实验: 端口的应用——网络 地址转换 | 153 |
| 9.4.1 | 使用网络地址转换的 目的 | 153 |
| 9.4.2 | NAT 的主要技术类型 | 154 |
| 9.4.3 | 配置网络地址转换 服务器 | 157 |
| | 练习与思考 | 160 |
| 第 10 章 | 应用程序交互模型 | 162 |
| 10.1 | 客户-服务器模型 | 162 |
| 10.1.1 | 客户-服务器的概念 | 162 |
| 10.1.2 | 客户与服务器的特性 | 163 |
| 10.1.3 | 标识一个特定的服务 | 164 |
| 10.1.4 | 服务器对并发请求的 响应 | 164 |
| 10.2 | 对等计算模型 | 165 |
| 10.2.1 | 对等计算的概念 | 165 |
| 10.2.2 | 对等网络的分类 | 166 |
| 10.2.3 | 对等计算模型的特点 | 170 |
| 10.2.4 | 对等计算模型的主要 应用 | 171 |
| 10.3 | 实验: 编写简单的客户-服务 器程序 | 173 |
| 10.3.1 | 网络编程界面 socket | 173 |
| 10.3.2 | 利用 CAsyncSocket 编制 网络应用程序 | 174 |
| 10.3.3 | 简单的客户-服务器 程序实验指导 | 178 |
| | 练习与思考 | 180 |
| 第 11 章 | 域名系统 | 182 |
| 11.1 | 互联网的命名机制 | 182 |

| | | | | | |
|----------------------|----------------------------|-----|--------------------|--------------------------------|-----|
| 11.1.1 | 层次型命名机制 | 182 | 13.2 | 电子邮件传递协议 | 217 |
| 11.1.2 | TCP/IP 互联网域名 | 184 | 13.2.1 | 简单邮件传输协议 SMTP | 217 |
| 11.1.3 | Internet 域名 | 184 | 13.2.2 | 第3代邮局协议 POP3 | 218 |
| 11.2 | 域名解析 | 185 | 13.3 | 电子邮件的报文格式 | 219 |
| 11.2.1 | TCP/IP 域名服务器与 解析算法 | 185 | 13.3.1 | RFC822 | 220 |
| 11.2.2 | 提高域名解析的效率 | 188 | 13.3.2 | 多用途 Internet 邮件扩展 协议 MIME | 220 |
| 11.2.3 | 域名解析的完整过程 | 189 | 13.4 | 基于 Web 的电子邮件 | 223 |
| 11.3 | 资源记录 and DNS 报文 | 189 | 13.5 | 实验: 编写简化的 SMTP 服务 器并观察其通信过程 | 224 |
| 11.3.1 | 资源记录 | 190 | 13.5.1 | 编写简化的 SMTP 服务器 | 224 |
| 11.3.2 | DNS 报文 | 191 | 13.5.2 | 观察 SMTP 客户与服务器 的交互过程 | 224 |
| 11.4 | 实验: 配置 DNS 服务器 | 192 | 练习与思考 | | 225 |
| 11.4.1 | 域名服务器管理的 域名树 | 192 | 第 14 章 网络安全 | | 227 |
| 11.4.2 | 配置 Windows 2003 DNS 服务器 | 192 | 14.1 | 网络安全的基本概念 | 227 |
| 11.4.3 | 测试配置的 DNS 服务器 | 194 | 14.1.1 | 网络提供的安全服务 | 227 |
| 练习与思考 | | 195 | 14.1.2 | 网络攻击 | 228 |
| 第 12 章 Web 服务 | | 197 | 14.2 | 数据加密和数字签名 | 229 |
| 12.1 | Web 服务基础 | 197 | 14.2.1 | 数据加密 | 229 |
| 12.1.1 | Web 服务系统 | 197 | 14.2.2 | 数字签名 | 232 |
| 12.1.2 | Web 服务器 | 198 | 14.2.3 | 数据加密和数字签名的 区别 | 234 |
| 12.1.3 | Web 浏览器 | 199 | 14.2.4 | 密钥的分发 | 234 |
| 12.1.4 | 页面地址——URL | 200 | 14.3 | 保证网络安全的几种具体 措施 | 236 |
| 12.2 | Web 系统的传输协议 | 201 | 14.3.1 | 防火墙 | 236 |
| 12.2.1 | HTTP 信息交互过程 | 201 | 14.3.2 | 应用网关 | 239 |
| 12.2.2 | HTTP 报文格式 | 202 | 14.3.3 | SSL 协议 | 239 |
| 12.3 | Web 系统的页面表示方式 | 204 | 14.4 | 实验: 利用 SSL 实现安全 数据传输 | 240 |
| 12.4 | 实验: 配置和管理 Web 服务器 | 207 | 14.4.1 | 安装证书管理软件和 服务 | 241 |
| 12.4.1 | IIS 的基本配置方法 | 207 | 14.4.2 | 为 Web 服务器申请和 安装证书 | 241 |
| 12.4.2 | IIS 的安全性控制 | 210 | 14.4.3 | 验证并访问安全的 Web | |
| 练习与思考 | | 213 | | | |
| 第 13 章 电子邮件系统 | | 215 | | | |
| 13.1 | 电子邮件系统基础 | 215 | | | |
| 13.1.1 | 电子邮件的传输过程 | 215 | | | |
| 13.1.2 | 电子邮件地址 | 216 | | | |

| | | | |
|-----------------------------|------------|------------------------------------|------------|
| 站点 | 249 | 15.2.1 PPP 协议 | 256 |
| 练习与思考 | 249 | 15.2.2 PPPoE 协议 | 257 |
| 第 15 章 接入互联网 | 251 | 15.3 实验: PPPoE 服务器的配置和 应用 | 260 |
| 15.1 常用的接入技术 | 251 | 15.3.1 网络和接入服务器的 配置 | 260 |
| 15.1.1 借助电话网接入 | 251 | 15.3.2 接入 Internet | 264 |
| 15.1.2 利用 ADSL 接入 | 252 | 练习与思考 | 264 |
| 15.1.3 使用 HFC 接入 | 253 | 主要参考文献 | 266 |
| 15.1.4 通过数据通信线路 接入 | 255 | | |
| 15.2 接入控制与 PPPoE | 256 | | |

第1章 计算机网络的基本概念

在现代社会中，计算机网络无处不在。工作中，人们利用计算机网络交流协作，提高工作效率；生活中，人们利用计算机网络消遣娱乐，提高生活质量。因此，掌握和运用计算机网络技术是现代社会人们必须具有的技能之一。

计算机网络的产生是社会强烈需求驱动的结果。早期的计算机之间相互独立、自行工作，配备的资源只能自己使用。随着计算机应用的广泛和深入，人们发现这种方式既不高效又不经济，资源浪费非常严重。随着共享计算机资源的呼声越来越高，计算机网络诞生了。

1.1 计算机网络概述

计算机网络是利用通信线路将具有独立功能的计算机连接起来而形成的计算机集合，计算机之间借助于通信线路传递信息，共享软件、硬件和数据等资源，如图1-1所示。计算机网络建立在通信网络基础之上，以资源共享和在线通信为目的。利用计算机网络，不必花费大量的资金为每一位职员配置打印机，因为网络使共享打印机成为可能；利用计算机网络，不但可以利用多台计算机处理数据、文档、图像等各种信息，而且可以和其他人分享这些信息。在信息化高度发达的社会，在“时间就是金钱，效率就是生命”的今天，计算机网络为团队作业、协同工作提供了强有力的支持平台。

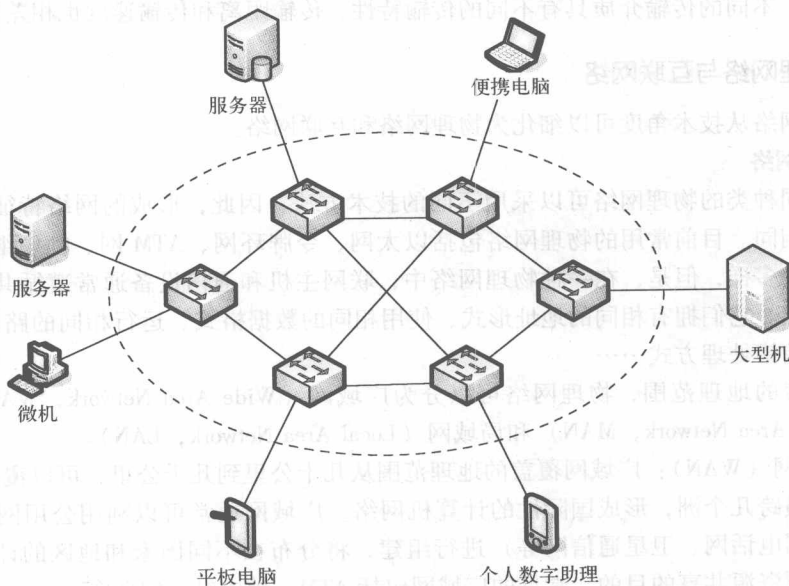


图1-1 计算机网络示意图

1.1.1 计算机网络的组成部件

计算机网络由三大类部件组成，它们是主机、通信设备和传输介质。

1. 主机

主机是信息资源和网络服务的载体，是对终端处理设备的统称。在计算机网络中，大型机、小型机、微型机、个人数字助理（PDA）、电话等终端设备都可以被叫做主机。人们通过主机向网络提供服务，通过主机使用网络的服务。

按照在计算机网络中扮演的角色不同，主机分为服务器和客户机两类。其中，服务器是网络服务和网络资源的提供者，客户机是网络服务和网络资源的使用者。但是，在对等网络应用中，主机之间地位平等，一台主机身兼两职，既是网络资源的提供者又是网络资源的使用者。

2. 通信设备

通信设备接收源主机或其他通信设备传入的数据，在对数据进行必要的处理（如差错校验、路由选择等）后转发给下一个通信设备或目的主机。

通信设备的种类很多，常见的通信设备包括集线器、网桥、交换机、路由器等。这些设备位于计算机网络路径的交叉口，尽管采用的技术路线和完成的功能不同，但都可以处理接收到的数据，并指挥这些数据按照正确的路径前进。

3. 传输介质

主机和通信设备之间，通信设备和通信设备之间通过传输介质互联。传输介质在主机和通信设备之间（或通信设备和通信设备之间）形成一条传输数据的信道，称之为链路。

计算机网络中使用的传输介质可以分为有线和无线两种，有线传输介质包括非屏蔽双绞线、屏蔽双绞线、同轴电缆、光纤等。无线传输介质包括短波信道、微波信道、红外信道、卫星信道等。不同的传输介质具有不同的传输特性，传输距离和传输速度也相差很大。

1.1.2 物理网络与互连网络

计算机网络从技术角度可以细化为物理网络和互连网络。

1. 物理网络

由于不同种类的物理网络可以采用不同的技术方法，因此，形成的网络特征和提供的网络服务各不相同。目前常用的物理网络包括以太网、令牌环网、ATM网、帧中继网等。尽管物理网络多种多样，但是，在一种物理网络中，联网主机和通信设备通常遵循共同的网络协议和行动准则。它们拥有相同的地址形式、使用相同的数据格式、运行相同的路由选择算法、采用相同的差错处理方式……

按照覆盖的地理范围，物理网络可以分为广域网（Wide Area Network, WAN）、城域网（Metropolitan Area Network, MAN）和局域网（Local Area Network, LAN）。

1) 广域网（WAN）：广域网覆盖的地理范围从几十公里到几千公里，可以覆盖一个国家、一个地区或横跨几个洲，形成国际性的计算机网络。广域网通常可以利用公用网络（如公用数据网、公用电话网、卫星通信网等）进行组建，将分布在不同国家和地区的计算机系统连接起来，达到资源共享的目的。常见的广域网包括ATM、帧中继、DDN等。

2) 城域网（MAN）：城域网的设计目标是满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司共享资源的需要，从而可以使大量用户之间进行高效的数据、语音、图形图像以及视频等多种信息的传输。FDDI是比较典型的城域网。但是，随着以太网技术的发展，利用交换式以太

网组建的城域网日渐增多。

3) 局域网 (LAN): 局域网用于将有限范围内 (如一个实验室、一幢大楼、一个校园) 的各种计算机、终端与外部设备互联成网, 具有传输速率高 (一般在 10 Mbps ~ 10 Gbps 之间)、误码率低 (一般低于 10^{-8}) 的特点。局域网通常由一个单位或组织建设和拥有, 易于维护和管理。根据采用的技术和协议标准的不同, 局域网分为共享式局域网与交换式局域网。局域网技术的应用十分广泛, 是计算机网络中最活跃的领域之一。典型的局域网包括令牌环网、令牌总线网、以太网等。在激烈的市场竞争中, 以太网独占鳌头, 凭借其实现简单、部署方便等特点, 占据了局域网市场的半壁江山。

2. 互连网络

互连网络 (internetwork) 简称互联网 (internet), 是将物理网络相互连接而形成的计算机网络, 是网络的网络。实现互联网的目的是屏蔽各种物理网络的差异, 为用户提供统一的、通用的服务。

Internet (因特网, 国际互联网) 是世界上最大、最著名的全球互联网, 由成千上万的、各种各样的物理网络相互连接而成。Internet 互联了遍及全世界的数千万计算机系统, 拥有几亿用户。Internet 的发展令人振奋, 以至于 Internet 成了互联网乃至计算机网络的代名词。人们常说的“上网”就是指上 Internet。

1.2 存储转发与包交换

存储转发 (store and forward exchanging) 和线路交换 (circuit exchanging) 是计算机网络的两种通信方式。

线路交换方式与电话交换方式的工作过程非常类似。在交换数据信息之前, 计算机网络需要通过控制信息在两台主机之间建立一条实际的物理信道。这两台计算机“独占”该物理信道, 直至本次通信过程结束。图 1-2 显示了一个线路交换的示意图。在主机 A 发出与主机 B 交换数据信息的请求后, 计算机网络为它们分配一条实际的物理信道, 该信道从主机 A 开始, 经通信结点 A、C、E 到达主机 B。在主机 A 或主机 B 请求拆除该信道之前, 该物理信道被主机 A 或主机 B 独占, 即使它们之间的数据交换断断续续。

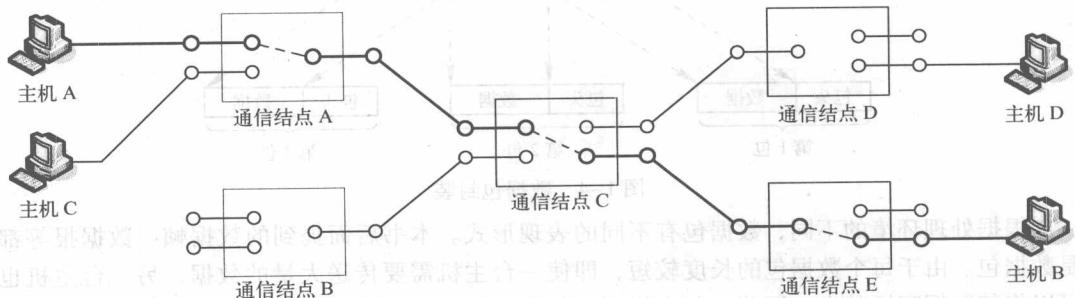


图 1-2 线路交换示意图

线路交换采用独占信道方式, 通信实时性强。但是, 独占方式不能充分利用宝贵的信道带宽, 通信成本相对较高。如图 1-2 所示, 在主机 A 和主机 B 通信过程中, 由于通信结点 A 和通信结点 C 之间的信道被占用, 因此, 主机 C 和主机 D 不能进行通信, 即使主机 A 和主机 B 的通信断断续续, 即使通信结点 C 到通信结点 D 的信道空闲。因此, 计算机网络很少采用

线路交换方式。

与线路交换不同，在存储转发方式中，数据从源主机出发，经若干通信结点到达目的主机。途中的通信结点接收整个数据，将数据短暂存储，然后选择合适的路径转发给下一个通信结点（或目的主机）。图 1-3 显示了采用存储转发方式时，主机 A 向主机 B 发送数据 I_{AB} ，主机 C 向主机 D 发送数据 I_{CD} 的情形。从图 1-3 中可以看到，通信结点 A 接收主机 A 和主机 C 发送的信息 I_{AB} 和 I_{CD} ，并将收到的信息在自己的内存中排队。只要通信结点 A 和通信结点 C 之间的信道空闲，通信结点 A 就依次将 I_{AB} 和 I_{CD} 转发给通信结点 C。同样，通信结点 C 接收和缓存 I_{AB} 和 I_{CD} ，并将 I_{AB} 转发给通信结点 E，将 I_{CD} 转发给通信结点 D。最终，通信结点 E 和通信结点 D 分别将收到的 I_{AB} 和 I_{CD} 转发给主机 B 和主机 D。在存储转发方式下，如果主机 A 和主机 B 的通信断断续续，那么主机 C 和主机 D 就能重复利用其空闲时间发送信息而不必等待主机 A 和主机 B 的通信结束。

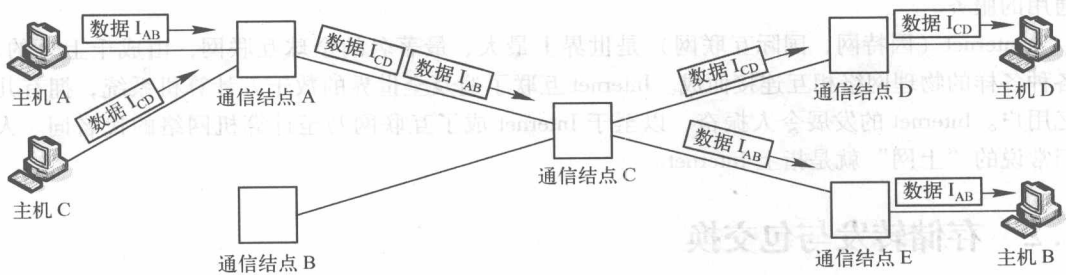


图 1-3 存储转发示意图

为了使通信结点能够为接收到的数据选择合适的转发路径，存储转发方式要求主机在发送前将数据信息的源地址、目的地址等控制信息添加到信息的前部（或后部），形成所谓的封装数据。同时，为了避免一台主机一次发送大量数据，致使另一台主机长时间等待情况的发生，现代计算机网络通常要求发送主机将大块的用户数据分割成多个小块，并为每一小块数据添加源地址、目的地址等控制信息，封装成所谓的数据包，如图 1-4 所示。作为一个数据单元，数据包经通信结点存储转发到达目的主机，并在目的主机重组成分割前的大块数据。

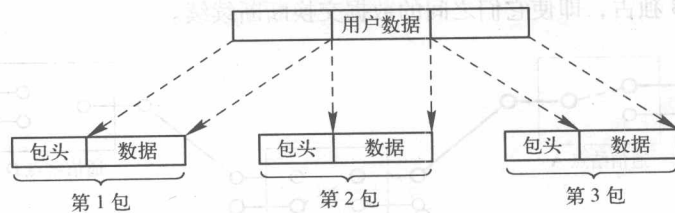


图 1-4 数据包封装

根据处理环境的不同，数据包有不同的表现形式。本书后面提到的数据帧、数据报等都是数据包。由于每个数据包的长度较短，即使一台主机需要传送大量的数据，另一台主机也可以将其数据穿插其中，因此，包交换可以提高网络的并行性。同时，在传输出错时，包交换需要的重传数据量和重传时间也相对较少。对通信结点而言，包交换对其缓存空间的要求相对较低（例如，在主机传送 100 GB 的大块数据时，包交换不要求每个通信结点必须拥有 100 GB 的内存空间以缓冲和转发该数据）。

由于包交换技术能充分利用宝贵的信道带宽，通信成本相对较低，因此在计算机网络中得到了广泛的应用。

1.3 协议与分层

1.3.1 协议的基本概念

协议 (protocol) 是通信双方为了实现通信所进行的约定或所制定的对话规则。实际上, 为了实现人与人之间的交互, 通信规约无处不在。例如, 在使用邮政系统发送信件时, 信封必须按照一定的格式书写 (如收信人和发信人的地址必须按照一定的位置书写), 否则, 信件可能不能到达目的地; 同时, 信件的内容也必须遵守一定的规则 (如使用中文书写), 否则, 收信人可能不能理解信件的内容。在计算机网络中, 信息的传输与交换也必须遵守一定的协议, 而且传输协议的优劣直接影响网络的性能, 因此, 协议的制定和实现是计算机网络的重要组成部分。

网络协议通常由语义、语法和定时关系三部分组成。语义定义做什么, 语法定义怎么做, 而定时关系则定义何时做。例如, 在包交换系统中, 协议的语法定义分组的长度、分几个字段等内容; 协议的语义定义每个字段代表的具体含义; 协议的定时关系则定义何时发送何种数据包。

计算机网络是一个庞大、复杂的系统。网络的通信规约和规则也不是一个网络协议可以描述清楚的。因此, 在计算机网络中存在有多种协议。每一种协议都有其设计目标和需要解决的问题, 同时, 每一种协议也有其优点和使用限制。这样做的主要目的是使协议的设计、分析、实现和测试简单化。

协议的划分应保证目标通信系统的有效性和高效性。为了避免重复工作, 每个协议应该处理没有被其他协议处理过的那部分通信问题, 同时, 这些协议之间也可以共享数据和信息。例如, 有些协议工作在网络的较低层次上, 保证数据信息通过网卡到达通信电缆; 而有些协议工作在较高层次上, 保证数据到达对方主机上的应用进程。这些协议相互作用, 协同工作, 完成整个网络的信息通信和处理规约, 解决所有的通信问题和其他异常情况。

1.3.2 网络的层次结构

化繁为简、各个击破是人们解决复杂问题常用的方法。对网络进行层次划分就是将计算机网络这个庞大的、复杂的问题划分成若干较小的、简单的问题。通过“分而治之”, 解决这些较小的、简单的问题, 从而解决计算机网络这个大问题的。

计算机网络层次结构划分应按照层内功能内聚、层间耦合松散的原则。也就是说, 在网络中, 功能相似或紧密相关的模块应放置在同一层; 层与层之间应保持松散的耦合, 使信息在层与层之间的流动减到最小。

计算机网络采用层次化结构的优越性包括:

- 各层之间相互独立。高层并不需要知道低层是如何实现的, 而仅需要知道该层通过层间的接口所提供的服务。
- 灵活性好。当任何一层发生变化时, 只要接口保持不变, 则这一层以上或以下各层均不受影响。另外, 当某层提供的服务不再需要时, 甚至可将这一层取消。
- 各层都可以采用最合适的技术实现, 各层实现技术的改变不影响其他层。
- 易于实现和维护。层次化使整个系统被分解为若干个易于处理的部分, 使得一个庞大而又复杂系统的实现和维护变得容易控制。
- 有利于网络标准化。因为每一层的功能和所提供的服务都已有了精确的说明, 所以标准化变得较为容易。

1.4 ISO/OSI 参考模型

随着网络应用的广泛和深入,各种机构越来越认识到网络技术在提高生产效率、节约成本方面的重要性。于是,它们开始接入互联网,扩大网络规模。由于很多网络使用不同的硬件和软件,结果造成大部分网络不能兼容,而且很难在不同的网络之间进行通信。

为了解决这些问题,人们迫切盼望网络标准的出台。为此,国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)和一些大的网络公司、科研机构做了大量的努力。国际标准化组织开放式系统互连参考模型(International Standards Organization/Open System Interconnect Reference Model, ISO/OSI RM)和 TCP/IP 体系结构的提出就是其中最重要的成就。

1.4.1 ISO/OSI 参考模型的结构

开放式系统互连(OSI)参考模型是一个描述网络层次结构的模型,其标准保证了各种类型网络技术的兼容性和互操作性。OSI 参考模型说明了信息在网络中的传输过程,各层具有的网络功能和它们的架构。

OSI 参考模型描述了信息或数据是如何从一台主机的一个应用程序到达网络中另一台主机的另一个应用程序的。当信息在一个 OSI 参考模型中逐层传送的时候,它越来越不像人类的语言,变为只有计算机才能明白的数字 0 和 1。

在 OSI 参考模型中,主机之间传送信息的问题被分为七个较小且更容易管理和解决的小问题。每一个小问题都由模型中的一层来解决。之所以划分为七个小问题,是因为它们中的任何一个都囊括了问题本身,不需要太多的额外信息就能很容易地解决。将这七个易于管理和解决的小问题映射为不同的网络功能就叫做分层。OSI 将这七层从低到高叫做物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。图 1-5 显示了 OSI 的七层结构和每一层主要解决的问题。

OSI 参考模型并非指一个现实的网络,它仅仅规定了每一层的功能,为网络的设计规划出一张蓝图。各个网络设备或软件生产厂家都可以按照这张蓝图来设计和生产自己的网络设备或软件。尽管设计和生产出的网络产品的式样、外观各不相同,但它们应该具有相同的功能。

按照 OSI 参考模型,网络中的主机应该实现全部七层功能,网络中的通信设备一般应实现下三层的功能(如路由器实现到网络层,交换机实现到链路层,集线器实现到物理层)。不论主机还是通信结点,它们的对等层应具有相同的功能,如图 1-6 所示。在 OSI 参考模型中,主机或通信结点内部的相邻层之间通过接口进行通信,上层可以使用下层提供的服务,并向其上层提供服务。

1.4.2 OSI 各层的主要功能

1. 物理层 (physical layer)

物理层处于 OSI 参考模型的最底层。利用物理传输介质为数据链路层提供物理连接,负责处理数据传输率并监控数据出错率,以便透明地传送比特流是这一层的主要功能。它定义

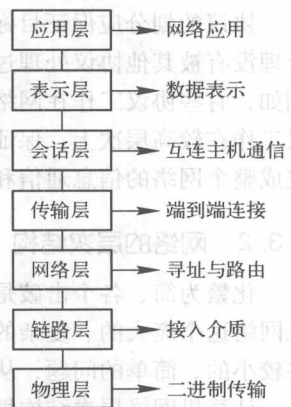


图 1-5 ISO/OSI 的七层参考模型