

“十一五”国家重点图书

计算机科学与技术学科前沿丛书

计算机科学与技术学科研究生系列教材（中文版）

计算机网络 高级软件编程技术 (第2版)

吴功宜 董大凡 王珺 刘乾 等 编著



清华大学出版社



“十一五”国家重点图书

计算机科学与技术学科前沿丛书

计算机科学与技术学科研究生系列教材（中文版）

计算机网络 高级软件编程技术 (第2版)

吴功宜 董大凡 王珺 刘乾 等 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是在 2008 年版的基础上修订的。全书共分 23 章,第 1 章为本书的内容介绍与教学辅导,第 2 章~第 23 章提供 22 个网络软件编程题目,分为基础训练、综合训练与提高训练 3 种不同的类型与 5 个不同的难度级,由读者根据自身的基础与学习要求选择编程题目,循序渐进地学习并独立完成网络软件编程训练,以实现“通过实际网络编程课题的训练,达到深入理解网络基本工作原理,掌握网络环境中软件编程方法,提高网络软件编程能力”的目的。书中基础训练、综合训练与提高训练中的每章对应一个编程题目。每章包括编程训练的目的、要求、相关知识、设计分析和扩展内容,并根据教学经验对不同程度与不同要求的读者的训练课题的选择与进度安排提出了建议。随书光盘附有所有网络编程题目的参考答案与完成编程所需要的相关工具。

本书可以作为高等院校计算机、软件工程、电子信息类及相关专业的研究生与工程硕士研究生以及重点大学计算机及相关专业高年级学生学习计算机网络、网络软件编程技术的教材或参考书,也可供从事计算机网络应用与信息技术的工程人员继续学习和研发工作时参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络高级软件编程技术/吴功宜等编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2011.6
(计算机科学与技术学科前沿丛书 计算机科学与技术学科研究生系列教材(中文版))
ISBN 978-7-302-26146-9

I. ①计… II. ①吴… III. ①计算机网络—程序设计—研究生—教材 IV. ①TP393.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 135766 号

责任编辑:张瑞庆 王冰飞

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjtc@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:28.5 字 数:709 千字

版 次:2011 年 6 月第 2 版 印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

附光盘 1 张

印 数:1~3000

定 价:49.50 元

产品编号:042632-01

Abstract

To meet the need of learning computer network software programming technologies for postgraduates, this book provides 22 network software programming excises on the basis of years of scientific research and teaching experience of authors as well as many related materials and literatures referred to many famous universities abroad. The book combines basic concepts and principles with implementation technologies in aspects of Internet, wireless network and network security. The whole book's excises can be divided into 5 difficulty levels and 3 deferent catalogs composed of basic, comprehensive and advanced training. Readers can select corresponding excises to work on according to his own background and demand for study. By this means, readers can understand the basic principles of the network deeply, be proficient at the method of software programming under network environment and eventually improve the skills and abilities of network programming. Each excise is corresponding to a chapter in the book including purpose, requirement, related knowledge, analysis and expansion. The CD-ROM included comprises reference problem solutions and many helpful tools used to fulfill the tasks. The highlight of this book is that the author has made a suggestion for selection and progress of training excises in terms of deferent level and demand of various audiences.

To reach the goal of postgraduates' learning for network technologies, a cooperative textbook, "Advanced computer network", is provided, which enables the graduate students to make solid foundation of knowledge at the field of computer network. On the other hand, to establish the technical foundation for graduate research, readers can refer to this book.

This book can be used as a textbook or reference book for graduate or undergraduate students and as a technology handbook for software engineer in Chinese universities and software companies.

Audiences: Teachers, graduates and undergraduates majored in computer science; Teachers and students in software technology training schools; Researcher and engineers in the field of computer software.

Keywords: computer network, software programming, network protocols, TCP/IP, network security, network simulation.

序

未来的社会是信息化的社会,计算机科学与技术在其中占据了最重要的地位,这对高素质创新型计算机人才的培养提出了迫切的要求。计算机科学与技术已经成为一门基础技术学科,理论性和技术性都很强。与传统的数学、物理和化学等基础学科相比,该学科的教育工作者既要培养学科理论研究和基本系统的开发人才,还要培养应用系统开发人才,甚至是应用人才。从层次上来讲,则需要培养系统的设计、实现、使用与维护等各个层次的人才。这就要求我国的计算机教育按照定位的需要,从知识、能力、素质三个方面进行人才培养。

硕士研究生的教育须突出“研究”,要加强理论基础的教育和科研能力的训练,使学生能够站在一定的高度去分析研究问题、解决问题。硕士研究生要通过课程的学习,进一步提高理论水平,为今后的研究和发展打下坚实的基础;通过相应的研究及学位论文撰写工作来接受全面的科研训练,了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,培养良好的科研作风,锻炼攻关能力,养成协作精神。

高素质创新型计算机人才应具有较强的实践能力,教学与科研相结合是培养实践能力的有效途径。高水平人才的培养是通过被培养者的高水平学术成果来反映的,而高水平的学术成果主要来源于大量高水平的科研。高水平的科研还为教学活动提供了最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研也为高水平人才的素质教育提供了良好的物质基础。

为提高高等院校的教学质量,教育部最近实施了精品课程建设工程。由于教材是提高教学质量的关键,必须加快教材建设的步伐。为适应学科的快速发展和培养方案的需要,要采取多种措施鼓励从事前沿研究的学者参与教材的编写和更新,在教材中反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时应适当引进国外先进的原版教材,确保所有教学环节充分反映计算机学科与产业的前沿研究水平,并与未来的发展趋势相协调。

中国计算机学会教育专业委员会在清华大学出版社的大力支持下,进行了计算机科学与技术学科硕士研究生培养的系统研究。在此基础上组织来自多所全国重点大学的计算机专家和教授们编写和出版了本系列教材。作者们以自己多年来丰富的教学和科研经验为基础,认真研究和结合我国计算机科学与技术学科硕士研究生教育的特点,力图使本系列教材对我国计算机科学与技术学科硕士研究生的教学方法和教学内容的改革起引导作用。本系列教材的系统性和理论性强,学术水平高,反映科技新发展,具有合适的深度和广度。同时

本系列教材两种语种(中文、英文)并存,三种版权(本版、外版、合作出版)形式并存,这在系列教材的出版上走出了一条新路。

相信本系列教材的出版,能够对提高我国计算机硕士研究生教材的整体水平,进而对我国大学的计算机科学与技术硕士研究生教育以及培养高素质创新型计算机人才产生积极的促进作用。

第 2 版 前 言

Internet 与物联网应用技术、无线网络与三网融合技术以及网络安全技术的研究与发展使得计算机网络技术进入到了一个更高的阶段。基于网络技术的电子政务、电子商务、远程教育、远程医疗、信息服务与信息安全技术正在对社会产生着前所未有的影响。今天的计算机网络已经和电力、电话一样,成为支持现代社会整体运行的基础设施,成为人们须臾不能离开的东西。计算机网络经过多年的发展,已经形成了自身比较完善的体系。目前网络技术发展迅速,应用广泛,知识更新快,产业发展势头强劲,是一个充满活力与机遇的领域。

在与计算机、网络、软件和相关行业的主管、技术人员的交流中,我们深刻地认识到以下 3 个问题。

一是仅仅通过书本中和课堂上学习的网络知识是很初步的,根本谈不上“掌握”。很多学生对网络理论的真正理解与实际工作能力的培养,是他们在参加科研工作和完成开发任务的过程中“悟”出来和“干”出来的。目前网络教学急需解决好理论与实际的结合,加强学生实际工作能力的培养问题。

二是社会对网络人才的需求十分强烈。但是真正懂网络技术,能够深入到网络协议内部的高层次网络应用系统设计和网络软件编程的软件人才是非常缺乏的,也是社会急需的高级人才。

三是尽管网络与软件编程课程同属于计算机专业必修的课程,网络课程的教学内容中也不可能离开软件实现技术,并且现代的软件都是运行在网络环境中,但是目前的教学体系、课程安排与教科书还不能很好地将两者有机和紧密地结合起来。

在多年指导和审阅相关学科硕士与博士学位论文的过程中,常常感觉到学生在两者的结合上距离较大,有必要在他们准备学位论文之前认真地训练这一方面的能力,那么他们的论文研究和完成的水平还能够有较大幅度的提高。同时,提高学生网络软件编程实际工作能力对于学生的就业将会有很大的帮助。

基于这样一个认识,在听取了南开大学网络实验室老师和同学,以及国内外同行和学术界、产业界的朋友的意见后,作者萌发了组织、编写这样一本教材的念头。同行们也都很支持作者的想法,鼓励作者去组织力量完成这样一个写作任务。在准备过程中,作者首先与研究生课程“计算机网络技术”的辅导教师一起,摸索着结合课程教学的过程以作业的形式安排软件编程的题目。经过几届的教学过程,不断地总结经验、积累资料、完善内容。同时,我们也不断地学习国内外知名大学网络课程的教学方法,搜集相关的资料,为完成这项任务做好准备。

本书的特点可以总结为以下几点:

(1) 在总结了网络实验室全体教师二十多年科研工作经验与本科、研究生教学工作实

实践经验的基础上,构思了教材的写作思路与全书的内容结构。

(2) 参考了国内外知名大学网络课程训练与著名信息技术企业在员工网络软件编程训练中的相关文献与资料。

(3) 结合对 Internet、无线网络与信息安全相关课题的研究,总结提炼出网络环境中 22 个软件编程题目。

(4) 软件编程题目的选择考虑到不同协议层次的覆盖问题,同时将软件编程题目分为基础训练、综合训练与提高训练 3 种类型和 5 个难度级,读者可以参考选题指导,根据不同的要求和不同的基础,有选择地、循序渐进地完成网络软件编程训练,实现“通过实际编程问题的训练,达到深入理解网络基本工作原理,掌握网络环境中软件编程方法,提高网络软件编程能力”的目的。

(5) 书中除了第 1 章之外的每一章对应一个或几个软件编程题目。每章内容包括编程训练的目的、要求、相关知识、设计分析和扩展内容部分。书后附有光盘,内容包括所有编程训练的参考答案与完成编程所需要的背景知识、工具与参考文献。

(6) 不同基础、不同专业的同学对于网络软件编程技术的学习要求是不同的,教师和学生可以根据需要,选择其中感兴趣的章节和完成其中某些课题。本书在学习指导中给出了对应不同要求和不同基础的读者,选择训练内容的一些建议和意见。

(7) 本书的学习可以独立于某一特定的教材,完成训练不需要任何特殊的硬件环境和编程语言。

(8) 为建立完善的研究生学位课程教学体系,适应研究生学习网络技术的需要,与本教材配套的有《计算机网络高级教程》。从教学体系的设计中,希望通过学习《计算机网络高级教程》达到为研究生在网络领域的选题做好知识储备的目的,通过学习《计算机网络高级软件编程技术》达到为研究生学位论文的完成做好技术储备的目的。

这些编程训练的题目多数是在近几年南开大学信息技术科学学院研究生学位课程“计算机网络技术”教学过程中使用过,并且有很多同学对题目的选取与参考答案的完善都做出过贡献,在这里向参与教学过程,贡献智慧、给予帮助的同学和辅导教师表示衷心的感谢。在 2008 年正式出版后又经过几十所大学的使用。读者的反馈意见表明,本书的使用对于理解计算机网络原理,掌握网络应用系统设计方法,提高学生网络问题的软件编程能力,以及在提高研究生学位课程教学水平方面能够发挥重要的作用,符合理论与能力培养并重的教学改革方向。本书在第 2 版的修订中吸纳了多位老师和同学的宝贵意见与建议。感谢兄弟院校老师的积极支持与悉心指导。

本书可作为计算机、软件工程、物联网工程、通信工程、电子信息及相关专业的硕士与工程硕士研究生、博士研究生的教材,以及重点大学计算机专业高年级学生学习网络软件编程技术的教材和参考书,也可作为网络与信息技术工程人员继续学习和研发工作的参考手册。

全书由吴功宜构思与统稿,第一部分由吴功宜编写。第 1 版的第 3、8、12、13、15、17、18、20、21 章与附录 B 由董大凡编写;第 6、7、9、10、16、22、23 章与附录 C 由王珺编写;第 2、4、5、11、14、19 章与附录 A 由刘乾编写。

第 2 版的第 2、8、14、19、20、21 章由杨凯修改;第 3、5、6、9、16 章修改与全书的勘错任务由潘怡然完成;第 4、7、12、13、22、23 章与附录 C 的修改由许昱玮完成;第 10、11、15、17、18

章的修改,以及光盘修改、最后的全书誉稿由王伟完成。

本书的写作过程中得到了南开大学信息技术科学学院计算机系网络实验室的老师 and 同学们的很多指导与帮助,特别感谢刘瑞挺教授、徐敬东教授、张建忠教授、吴英副教授的帮助。他们为研究生网络课程的教学改革投入了大量的精力和心血,没有他们的支持和帮助,单凭我们几个人是没有办法完成这样一个艰巨的任务的。因此,这是网络实验室集体智慧的结晶,只是由我们几个人把它变成书面的东西而已。

感谢业界的朋友,感谢清华大学出版社的编辑和朋友们。

限于作者的学术水平,尤其是经验和能力的不足,错误与不妥之处在所难免。我们衷心地希望得到诸位的批评指正,共同提高我国网络课程教学的水平。

作 者

于南开大学信息技术科学学院

2011年5月10日

目 录

第一部分 计算机网络软件编程训练要求与教学指导

第 1 章 计算机网络课程内容、编程训练目的与教学指导	3
1.1 计算机网络课程特点与网络软件人才需求的形势	3
1.2 计算机网络技术的研究与发展	4
1.2.1 发展主线 1: Internet 技术	4
1.2.2 发展主线 2: 无线网络技术	6
1.2.3 发展主线 3: 网络安全技术	8
1.2.4 总结	9
1.3 《计算机网络高级教程》的相关内容安排	12
1.3.1 计算机网络技术的研究与发展	12
1.3.2 广域网技术	12
1.3.3 局域网技术	13
1.3.4 城域网技术	13
1.3.5 IPv4 协议	13
1.3.6 IPv6 协议	14
1.3.7 移动 IP 协议	14
1.3.8 TCP 与 UDP 协议	14
1.3.9 网络应用和应用层协议	14
1.3.10 无线 Ad hoc 网络、无线传感器网络与无线网格网研究	15
1.3.11 网络安全与网络管理技术的研究	15
1.3.12 网络性能分析、网络模拟与开源工具包	15
1.4 网络软件编程课题训练目的与基本内容	16
1.4.1 基础类网络软件编程课题训练目的与基本内容	16
1.4.2 综合类网络软件编程课题训练目的与基本内容	19
1.4.3 提高类网络软件编程课题训练目的与基本内容	20
1.4.4 网络软件编程训练选题指导	26

第二部分 基础训练篇

第2章 Ethernet 帧结构解析程序	31
2.1 编程训练目的	31
2.2 编程训练要求	31
2.3 相关知识	35
2.3.1 帧结构	35
2.3.2 Ethernet 帧的接收流程分析	36
2.3.3 CRC 校验	37
2.4 编程训练设计分析	40
2.4.1 程序设计思路及实现	40
2.4.2 主要流程图	44
2.5 扩展与提高	45
2.5.1 CRC-32 校验查表法实现	45
2.5.2 Ethernet 帧的发送流程分析	47
第3章 使用 ARP 协议获取局域网内活动主机物理地址程序	49
3.1 编程训练目的	49
3.2 编程训练要求	49
3.3 相关知识	50
3.3.1 ARP 协议工作原理	50
3.3.2 ARP 协议相关数据帧结构	51
3.4 编程训练设计分析	51
3.4.1 程序流程介绍	51
3.4.2 编程要点分析	51
3.5 扩展与提高	57
3.5.1 ARP 欺骗	57
3.5.2 使用 Windows 自带 API 库实现类似功能	58
3.5.3 使用 Windows API 获得主机 MAC 地址	59
第4章 计算校验和程序	62
4.1 编程训练目的	62
4.2 编程训练要求	62
4.3 相关知识	63
4.3.1 网际校验和算法	63
4.3.2 网际校验和算法特性	64
4.3.3 计算举例	65
4.4 编程训练设计分析	67
4.4.1 程序设计思路及实现	67

4.4.2 程序流程图	68
4.5 扩展与提高	69
4.5.1 增量式算法的补码实现	69
4.5.2 对增量式算法的改进	70
第5章 IP 包流量分析程序	72
5.1 编程训练目的	72
5.2 编程训练要求	72
5.3 相关知识	73
5.3.1 IP 协议	73
5.3.2 IP 数据报格式	74
5.4 编程训练设计分析	77
5.4.1 捕获 IP 数据包	77
5.4.2 统计 IP 数据包的信息	80
5.4.3 程序流程图	82
5.5 扩展与提高	83
5.5.1 使用 Winpcap 捕获数据包	84
5.5.2 使用 map 结构存储 IP 数据包信息	85
第6章 Tracert 程序	88
6.1 编程训练目的	88
6.2 编程训练要求	88
6.3 相关知识	90
6.3.1 Tracert 的实现原理	90
6.3.2 ICMP 协议及报文格式	90
6.4 编程训练设计分析	93
6.4.1 核心代码及说明	93
6.4.2 程序流程图	99
6.5 扩展与提高	100
6.5.1 使用自行提供 IP 报头的方法发送 ICMP 报文	100
6.5.2 使用 ICMP 帮助函数库发送 ICMP 报文	100
第7章 IPv6 报文封装及地址生成程序	103
7.1 编程训练目的	103
7.2 编程训练要求	103
7.3 相关知识	104
7.3.1 IPv6 报头	104
7.3.2 IPv6 扩展报头	106
7.3.3 IPv6 地址	107

7.4	编程训练设计分析	112
7.4.1	IPv6 基本报头的填充	113
7.4.2	IPv6 地址生成算法	114
7.4.3	程序流程图	116
7.5	扩展与提高	117
7.5.1	用于 IPv6 的 TCP/UDP 伪报头	117
7.5.2	包含 TCP 报头的 IPv6 数据封装	118
第 8 章	TCP 和 UDP 数据包发送程序	120
8.1	编程训练目的	120
8.2	编程训练要求	120
8.3	相关知识	121
8.3.1	UDP 协议简介	121
8.3.2	TCP 协议简介	121
8.4	编程训练设计分析	122
8.4.1	数据包头结构定义	122
8.4.2	填充数据包过程介绍	124
8.4.3	TCP/UDP 协议网际校验和计算方法	125
8.5	扩展与提高	126
8.5.1	使用原始套接字完成题目要求	126
8.5.2	使用 NDIS 协议驱动发送自定义数据帧	127
第 9 章	基于 C/S 结构的套接字程序设计	130
9.1	编程训练目的	130
9.2	编程训练要求	130
9.3	相关知识	132
9.3.1	C/S 结构网络模型	132
9.3.2	Windows Sockets 编程简介	132
9.3.3	基本套接字 API 调用	134
9.3.4	典型编程调用时序图	136
9.4	编程训练设计分析	137
9.4.1	Server 端结构设计及代码说明	138
9.4.2	Client 端结构设计及代码说明	142
9.5	扩展与提高	143
9.5.1	Winsock 的两种 I/O 模式	143
9.5.2	Windows Sockets 下的 4 种编程模型	143
9.5.3	使用 WSAASelect 进行异步 I/O 编程	146

第 10 章 滑动窗口协议模拟程序	149
10.1 编程训练目的	149
10.2 编程训练要求	149
10.3 相关知识	150
10.3.1 滑动窗口协议的流量控制	150
10.3.2 滑动窗口协议的差错控制	150
10.4 编程训练设计分析	152
10.4.1 协议模拟过程分析	152
10.4.2 滑动窗口协议基本算法	153
10.4.3 核心代码及其说明	156
10.5 扩展与提高	164
10.5.1 传输层与链路层滑动窗口协议比较	164
10.5.2 TCP 滑动窗口协议的基本原理	164
第 11 章 Web Server 程序	166
11.1 编程训练目的	166
11.2 编程训练要求	166
11.3 相关知识	167
11.3.1 HTTP 的工作过程	167
11.3.2 HTTP 的消息格式	168
11.3.3 HTTP 1.1 的改进	171
11.4 编程训练设计分析	172
11.4.1 客户请求处理模块实现	172
11.4.2 响应生成发送模块实现	174
11.5 扩展与提高	177
11.5.1 HTTP 认证机制	177
11.5.2 Basic 认证的代码实现	180
第 12 章 无线局域网 802.11 协议 CSMA/CA 算法模拟程序	184
12.1 编程训练目的	184
12.2 编程训练要求	184
12.3 相关知识	185
12.3.1 802.11 协议概述	185
12.3.2 CSMA/CA 协议的工作流程	185
12.4 编程训练设计分析	186
12.4.1 主线程代码分析	186
12.4.2 数据接收线程代码分析	186
12.4.3 数据发送线程代码分析	187

12.5	扩展与提高	190
12.5.1	无线局域网的发展	190
12.5.2	IEEE 802.11b 的主要优点	190
12.5.3	IEEE 802.11b 无线网络包含组件	190
12.5.4	IEEE 802.11b 运作模式	191
12.5.5	IEEE 802.11b 运作基础	191
第 13 章	公钥密码实现程序	192
13.1	编程训练目的	192
13.2	编程训练要求	192
13.3	相关知识	193
13.3.1	密码学相关背景知识	193
13.3.2	RSA 密码机制简介	195
13.4	编程训练设计分析	196
13.4.1	模乘运算和模幂运算模块	196
13.4.2	生成随机的大素数	197
13.4.3	求最大公约数	199
13.4.4	计算私钥	200
13.4.5	加密解密过程	200
13.5	扩展与提高	201
13.5.1	RSA 安全性	201
13.5.2	其他公钥密码体系	202
13.5.3	对称密码体系简介	203

第三部分 综合训练篇

第 14 章	路由器基本功能实现程序	207
14.1	编程训练目的	207
14.2	编程训练要求	207
14.3	相关知识	209
14.3.1	路由器结构与功能	209
14.3.2	路由选择的基本原理	210
14.3.3	路由表	212
14.3.4	ICMP 差错报文	214
14.4	编程训练设计分析	215
14.4.1	路由程序的设计	215
14.4.2	测试环境的搭建	227
14.5	扩展与提高	228
14.5.1	OSPF 简介	229
14.5.2	OSPF 协议工作原理	230

14.5.3	OSPF 路由表的算法实现	232
第 15 章	FTP 协议实现程序	235
15.1	编程训练目的	235
15.2	编程训练要求	235
15.3	相关知识	236
15.3.1	FTP 协议简介	236
15.3.2	FTP 命令简介	237
15.4	编程训练设计分析	238
15.4.1	程序总体结构分析	238
15.4.2	工作者线程函数介绍	240
15.5	扩展与提高	259
15.5.1	完成端口相关原理	259
15.5.2	Windows 其他网络 I/O 传输程序架构比较	261
第 16 章	协议分析器程序	264
16.1	编程训练目的	264
16.2	编程训练要求	264
16.3	相关知识	265
16.3.1	协议分析器基本原理	265
16.3.2	TCP/IP 分层体系结构	265
16.3.3	数据的封装与解析	266
16.4	编程训练设计分析	267
16.4.1	协议分析器总体结构设计	267
16.4.2	数据捕获模块	267
16.4.3	协议解析模块	270
16.5	扩展与提高	277
16.5.1	使用原始套接字方式完成数据捕获过程	277
16.5.2	在协议分析器中使用 Winpcap 的高级特性	278
第 17 章	综合扫描器程序	281
17.1	编程训练目的	281
17.2	编程训练要求	281
17.3	相关知识	282
17.3.1	ARP 扫描	282
17.3.2	ICMP 扫描	282
17.3.3	TCP 扫描	282
17.3.4	UDP 扫描	283
17.4	编程训练设计分析	284

17.4.1	ARP 扫描实现	284
17.4.2	ICMP 扫描实现	287
17.4.3	TCP Connect 扫描实现	291
17.4.4	TCP SYN 扫描实现	293
17.4.5	TCP FIN 扫描实现	299
17.4.6	UDP 扫描实现	301
17.5	扩展与提高	305
17.5.1	ICMP 扫描扩展	305
17.5.2	TCP 扫描扩展	306
17.5.3	UDP 扫描扩展	307
17.5.4	扫描的其他应用	307
17.5.5	系统漏洞扫描简介	308

第四部分 提高训练篇

第 18 章	基于 SNMP 协议的网络拓扑发现程序	311
18.1	编程训练目的	311
18.2	编程训练要求	311
18.3	相关知识	312
18.3.1	SNMP 协议简介	312
18.3.2	异步过程调用	314
18.4	编程训练设计分析	315
18.4.1	主体结构	315
18.4.2	功能模块简介	316
18.4.3	相关代码剖析	316
18.5	扩展与提高	325
18.5.1	其他网络管理协议简介	325
18.5.2	网络管理新技术	326
第 19 章	利用 OpenSSL 实现安全的 Web Server 程序	327
19.1	编程训练目的	327
19.2	编程训练要求	327
19.3	相关知识	328
19.3.1	SSL 协议介绍	328
19.3.2	OpenSSL 库	330
19.4	编程训练设计分析	335
19.4.1	程序设计思路及实现	335
19.4.2	Server 端认证证书的生成	339
19.5	扩展与提高	340
19.5.1	客户端认证	340