

技术
面向对象的网络协议
机械工业出版社
Addison-Wesley



网络专业人员书库

Object-Oriented
Network Protocols

面向对象的 网络协议

(美) Stefan Boecking 著 陈葆珏 严伟 译



机械工业出版社
China Machine Press



Addison-Wesley

网络专业人员书库

面向对象的网络协议

(美) Stefan Boecking 著

陈葆珏 严伟 译



机械工业出版社
China Machine Press

随着网络的迅猛发展,传统的单块式通讯系统已不能满足需要,本书提出了一种全新的方法——使用面向对象的建模技术,将模块化网络协议设计为可构建、可重用和可扩展的。利用已定义和测试过的基本协议对象来满足应用的需求,及适应网络环境的变化。本书分为三部分,共20章:第一部分为网络和应用的基础知识,第二部分介绍模块化通信系统的参与构架,第三部分是系统设计与实现的各案分析以及附录和参考文献。

本书论点新颖,结构严谨,内容充实,可作为高等院校计算机和通信专业学生的教材,或网络应用、管理和设计人员的技术参考书。

Stefan Boecking: Object-Oriented Network Protocols.

Original edition copyright © 2000 by Pearson Education Limited.

Chinese edition published by arrangement with Addison Wesley Longman, Inc. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Addison Wesley 公司授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号: 图字: 01-1999-3472

图书在版编目(CIP)数据

面向对象的网络协议/(美)博金(Boecking, S.)著;陈葆珏,严伟译.-北京:机械工业出版社,2000.7

(网络专业人员书库)

ISBN 7-111-08076-9

I. ①面… II. ①博… ②陈… ③严 III. 传输控制协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第27918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:张月萍

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/6·16.75印张

印数:0 001-6000册

定价:33.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页、由本社发行部调换

译者序

近年来，网络技术与网络应用飞速发展，日新月异。新的网络技术带来了新的协议机制，新型网络应用引入了新的通信模型，这使传统的单块式通信系统开发技术越来越不能适应形势的发展。网络技术与网络应用也和软件工程的发展一样，面临着从传统的结构化范型到面向对象范型的转移，这就需要有新的语言、新的系统和新的方法学的支持。

本书的作者以自己多年来研究面向对象网络协议的工作为基础，形成了一个较完整的面向对象网络协议的建模方法。他提出了模块化通信系统的参考构架、通用术语和建模技术，进行了若干实际网络协议的设计。实践结果说明采用面向对象的方法不仅能减少协议实现的代价，而且能改善通信系统的性能。本书还总结了他人的研究工作，反映了当今面向对象网络协议技术的发展水平。本书不仅可以用作高等院校高年级和研究生面向对象网络协议课程的教科书和参考书，也为从事网络协议的设计和开发人员，提供了极有价值的参考资料。

本书由北京大学计算机系网络研究室的陈葆珏和严伟合作翻译。其中，第二部分和第三部分由陈葆珏翻译，第一部分和附录由严伟翻译，全书由陈葆珏修改、定稿。对原书中的若干明显错误，我们也一一作了修正。有错误和不妥之处，恳请指正。

译者

2000年3月于北京

译者简介



陈葆珏 北京大学计算机科学技术系教授，中国计算机学会开放系统专业委员会委员。1959年毕业于北京大学物理系，毕业后一直在计算机领域从事教学和科研工作，曾参加国内第一台百万次集成电路计算机DJS-11的研制，也是计算机-激光汉字编辑排版系统（748工程）的早期研制人员之一。1982-1983年在美国伊利诺大学进修后，研究方向集中在网络与分布式系统领域，着重于OSI和Internet网络技术研究，领导过多项国家重点科研项目，科研成果多次获省部级科技进步奖。



严伟 北京大学计算机科学技术系副教授。1982年毕业于国防科技大学计算机系。长期从事计算机网络与Internet 技术的研究。曾多次获部委级科技成果进步奖。

前 言

网络技术多样性的增长，例如Ethernet、FDDI和ATM，以及网络应用的不断发展，诸如文件传输、多媒体会议和WWW等，均要求大量的网络通信服务和协议。为了迎接这些挑战，常规的途径是：为每一类新应用和新网络性质的需求设计全新的服务及协议。这种方法面对当今网络技术的飞速发展正变得越来越不适宜，而且效率低下，因为一些公用功能被冗余地加以说明和实现。例如，今天因特网(Internet)包括了多达一百多种网络协议，但仍然无法满足新应用的所有需求，如支持可靠的组通信。而且，上述百种协议中的许多具有冗余的功能，例如对于连接、差错和流控等功能均已被设计和实现了许多次。

对于现代网络协议来说，另一种有吸引力的选择是模块化和面向对象体系结构的概念。面向对象概念是一种广泛接受与应用的软件工程技术，它已被成功地引入到网络应用及诸如CORBA那样的中间件的设计和实现中。令人惊奇的是，这种概念几乎未用于网络协议(如TCP/IP)的开发。

采用面向对象方法设计并实现的模块化网络协议具有可组装、可复用及可扩展等优点。以后，程序员只要按照应用需求和网络环境，从一组早已被说明、被实现及被测试过的基本协议对象中，通过组装(而不是编程)来实现所需的协议和服务。因此，我们期望面向对象这一概念将逐步简化及加速新服务和协议的设计与实现。

进一步讲，在考虑网络程序设计语言的事实上标准时，Java是极富前途的候选者，如果同时将JavaBeans作为相关的组装构架，那么面向对象的网络协议就成为可能。此时，用户通过网络下载的网络应用中就会包括它们独特地定制并优化了性能的协议栈。

此外，我们将用一个案例分析显示：相对于单块式网络协议而言，模块化网络协议能提供改进的性能。这是由于模块化网络协议具备了特殊的组装能力：针对被请求的服务，仅仅组装那些真正需要的功能。同时这也消除了协议程序员的疑虑，他们或许认为采用模块化和面向对象的设计或实现方法将降低协议的总体性能。

本书的目标

本书的基本意图在于提供用面向对象的方法来设计和实现网络通信协议的基础。

设计网络协议的重点在于参考构架，而构架对于协议和协议栈的描述、详细说明及实现提供了公共术语和建模技术。众所周知的构架有ISO、B-ISDN/ATM或因特网参考模型。这些构架不能为具备组通信和多媒体功能的面向对象网络协议和现代协议提供建模。因此，本书的第一个目标是为包括模块化网络通信协议系统引入一个新型的构架。该构架提供了一种面向对象的建模技术，并结合了已被公众接受且在ISO、B-ISDN/ATM和因特网世界中仍有效的概念。我们刻意保留了与已知参考模型尽可能熟悉的术语。

本书的第二个目标在于探讨面向对象网络协议的开发。通过一个案例分析讨论了如何将因特网协议TCP(传输控制协议)从一个单块式协议转换成一组基本的协议对象，随后这组对象可用来组装不同的TCP变体。用另一个案例分析讨论了一种新的面向对象协议族(传输与互连软件包，TIP)，它是专为可组装性而设计的。TIP由许多协议构件(对象类)库、应用编程接口及一个协议操作系统(类似于X-kernel)组成。应用通过接口组装并访问它们各自的通信服务；

协议操作系统则是实现动态可组装网络协议所必需的。而且，我们还提供了一些其他模块化系统，以便读者了解其他的途径。同时，我们还说明了著名协议的设计原理也同样适合于由面向对象网络协议组成的系统，例如一体化层处理(Integrated Layer Processing, ILP)及应用级分帧(Application Level Framing, ALF)。

本书的第三个目标是研究面向对象网络协议是否能提高通信性能，以及是否能减少协议实现的成本。我们从作为案例分析提出的面向对象协议族(TIP)着手，获得对性能及软件的测量。

除此之外，这本书还提供了网络技术和网络应用的基本介绍，以便读者对于现代网络通信协议和服务的需求有足够快的反应。

本书适合于哪些人

这本书可作为计算机科学系学生的教科书及以新观点(面向对象)学习网络通信协议(例如TCP/IP)的培训教材。这本书同样适用于那些对理解和开发可复用协议软件感兴趣的计算机专业人士。

由于本书提供了网络应用与网络技术的基本介绍，因而不需要连网的一般知识。

除此之外，本书还简要描述了现有的反映网络技术发展水平的协议机制，例如路由选择、安全和差错控制。所以，这本书也可作为参考书使用。

本书大纲

这本书被组织成三部分：网络及应用基础、模块化通信系统(即模块化网络通信协议系统)的参考构架及系统设计与实现的案例分析。

第一部分 基础

描述了通信系统的环境，包括通信系统所基于的网络以及使用通信服务的应用。

第1章简单介绍了网络、应用及通信系统术语。定义了单块式通信系统与模块化通信系统的差异。

第2章提供了网络技术及其性质的全面综述。通信系统必须要考虑这些技术与特征。

第3章提供了网络应用及其对通信系统能力方面的需求的全面综述。

第4章给出了OSI构架的概述，包括一个参考模型、服务和协议详细说明。虽然OSI服务和协议今天已很少使用，但其参考模型及术语被广泛应用并采纳在概念和体系结构的讨论中。

第5章总结了数据通信系统的事实上标准，即因特网协议组。这个协议组中的协议(例如TCP和IP)通常采用单块式设计。

第二部分 参考构架

这部分引入了一个模块化通信系统的构架。模块化通信系统由一组网络通信协议组成，这些通信协议被挑选出来以提供特定的通信服务。这里提出的参考构架是模块化通信系统(Modular Communication System, MCS)构架。

提出MCS构架的意图在于为描述、设计、说明和实现模块化通信系统提供公共术语和建模技术。采用的术语基本上与OSI、B-ISDN/ATM和因特网构架所用的一致，只是某些地方作了修改与扩充。

MCS构架引入的一个新颖特性是面向对象技术。面向对象建模技术是一种有效、并已被

广泛接受的软件工程方法。建模特征包括信息隐藏、封装、抽象及继承。这些特征一般能简化可组装、可扩展及可复用的系统，尤其是模块化通信系统的设计。

MCS构架的另一个新奇点在于它的统一通信模型。统一通信模型提供了多点连接的抽象，它的统一性使模块化通信系统能组装许多具备不同能力的通信服务，尽管这些能力基于同一个通信模型。

第6章解释了基于对象、类、操作和继承的面向对象建模基础。

第7章将通信系统划分成一组由层和面构成的服务对象。

第8章定义了相邻层的对象之间的交互所基于的服务的抽象，并定义了服务的用户、提供者、原语和服务动作。

第9章解释了多点连接的统一通信模型，包括有关通信寻址、增强型设施和服务质量等方面。

为了所提供的服务，服务对象按照特殊的协议相互协同合作。第10章详细描述了协议模型并总结了典型的协议功能。

第11章提供了组装通信服务的全面综述。因此MCS模型引入了组装服务，它能按照给定的服务描述而组装一个特制的通信服务。

最后，第12章讨论了MCS构架与OSI构架的共性和差异。

第三部分 案例分析

这部分探讨了模块化系统及其相关组成部分的设计和实现，例如协议操作系统和应用程序接口。

引导性的第13章提出了一个运行通信系统软件的网络节点简化模型。这是为了使读者对于实现一个通信系统所涉及的组成部分有个共同的理解。然后，进一步讨论了我们自己认为在开发现代通信系统中比较重要的通用设计目标。这一章还给出了如何以面向对象方式构造模块化通信系统及设计协议的指导原则。

第14章讨论了TCP协议模块化的可能性，由此显示了将已有单块式协议将来迁移至模块化及面向对象协议的途径。

第15章给出了TIP及其他模块化通信系统的概述，例如HOPS、F-CSS、微协议及Da Capo。为了简化这些系统的评估，采用了MCS构架来惟一描述它们的基本原理和体系结构。

第16章提出了TIP的协议操作系统。这是专为支持动态可配置协议软件的实现而设计的。

第17章研究了TIP的应用程序接口(API)。编程接口为应用程序提供了对TIP配置和通信服务的访问。本章还给出了其他API方法的概述。

第18章提出了对于TIP总体性能及TIP与TCP/IP基准的测量结果。这些结果最终回答了模块化通信系统相比单块式系统是否能提高通信性能这一问题。进而，本章还研究了模块化和配置的影响。

最后一章，评估了TIP软件工程方面的特性，以便证明模块化通信系统能减少协议实现的成本。

附录

附录部分包括了有关本书提出主题的细节和更多信息。附录A将因特网术语映射到我们的参考构架。附录B包含了网络详细知识。附录C解释了TCP如何运作。

目 录

译者序

前言

第一部分 基础篇

第1章 引言	1
1.1 计算机网络模型	1
1.2 单块式和模块化通信系统	2
1.2.1 可组装性	3
1.2.2 可扩展性	3
1.2.3 可复用性	3
1.3 当今的计算机网络体系结构和协议	3
1.3.1 OSI模型	3
1.3.2 因特网协议组	3
1.4 计算机网络的抽象视图	4
第2章 计算机网络	6
2.1 传输媒体	6
2.1.1 双绞线	6
2.1.2 同轴电缆	6
2.1.3 光纤	7
2.1.4 无线传输	7
2.2 传输技术	8
2.2.1 基带传输	8
2.2.2 宽带传输	9
2.3 媒体访问方法	10
2.3.1 点到点链路	10
2.3.2 多点链路	11
2.3.3 广播链路	14
2.4 局域网	14
2.4.1 IEEE 802.3(CSMA/CD)	15
2.4.2 IEEE 802.4(令牌总线)	16
2.4.3 IEEE 802.5(令牌环)	17
2.4.4 IEEE 802.11(无线LAN)	17
2.4.5 IEEE 802.12(100Mbps请求优先级	

访问)	19
2.5 城域网	21
2.5.1 IEEE 802.6(DQDB)	21
2.5.2 光纤分布式数据接口(FDDI)	23
2.6 广域网	24
2.6.1 异步传输模式	25
2.6.2 功能体系结构	27
2.6.3 AMT 通信量合约	28
2.6.4 传输媒体	28
2.7 编址	28
2.7.1 IEEE 地址格式	28
2.7.2 ITU-T地址格式	28
2.7.3 OSI地址格式	29
2.8 本章小结	30
2.8.1 降低出错率	30
2.8.2 增加带宽	30
2.8.3 增加带宽延迟乘积	30
2.8.4 增加带宽差异	30
2.8.5 增加网络服务多样性	30
第3章 应用	32
3.1 传统应用	32
3.1.1 文件传送	32
3.1.2 虚拟终端	34
3.1.3 X.400 电子邮件	35
3.1.4 因特网电子邮件: SMTP、POP、 IMAP 和MIME	37
3.1.5 远程作业输入	41
3.1.6 电话	42
3.1.7 远程传真机	43
3.1.8 电传和用户电报	43
3.2 分布式应用	43
3.2.1 分布式共享内存	44
3.2.2 远程过程调用	44
3.3 多媒体应用	45

3.3.1 音频流	46
3.3.2 视频流	46
3.3.3 多媒体对象	48
3.3.4 分布式MM对象	48
3.3.5 MM应用	49
3.3.6 H.323: 会话式MM应用	50
3.3.7 WWW: 可检索的MM应用	54
3.4 实时应用	58
3.5 本章小结	58
3.5.1 高吞吐率服务	59
3.5.2 低延迟服务	59
3.5.3 多点会话服务	59
3.5.4 保证性能的服务	60
第4章 OSI构架	61
4.1 系统模型	61
4.1.1 层	62
4.1.2 面	63
4.2 服务和协议模型	63
4.3 通信模型	63
4.3.1 性能	63
4.3.2 可靠性	64
4.3.3 安全性	64
4.3.4 优先级	64
4.4 本章小结	64
第5章 因特网协议组	65
5.1 概述	65
5.1.1 因特网组织	65
5.1.2 因特网编址	66
5.1.3 因特网路由选择	66
5.2 系统体系结构和协议	67
5.2.1 链路层协议	68
5.2.2 网络层协议	69
5.2.3 传输层协议	70
5.2.4 应用层协议	70
5.3 网际协议	72
5.3.1 IP版本4	72
5.3.2 IP版本6	73
5.4 本章小结	75

第二部分 参考构架

第6章 对象模型	77
6.1 概述	77
6.1.1 可组装性	78
6.1.2 可扩展性	78
6.1.3 可复用性	78
6.2 组装构架	78
6.3 对象	79
6.4 类	79
6.5 继承	79
6.6 操作	79
6.7 对象的创建与终止	80
6.8 对象分解	80
6.9 网络中的对象	80
6.10 本章小结	81
第7章 系统模型	82
7.1 层	82
7.2 面	82
7.3 参考体系结构	83
7.4 本章小结	83
第8章 服务模型	84
8.1 服务原语	84
8.2 时序图和状态转换图	85
8.3 本章小结	85
第9章 通信模型	86
9.1 连接类型	86
9.1.1 灵活的QoS连接	86
9.1.2 多点连接	86
9.1.3 快速建立连接	86
9.1.4 短暂连接	86
9.2 多点连接模型	87
9.3 通信阶段	87
9.3.1 服务组装	87
9.3.2 连接建立	88
9.3.3 数据传输	88
9.3.4 连接释放	89
9.3.5 服务删除	89
9.3.6 短暂连接	89

9.4 增强型设施	89	10.3.8 加密	107
9.4.1 连接转发	89	10.3.9 差错控制	110
9.4.2 连接迁移	90	10.3.10 前向纠错(FEC)	111
9.4.3 连接搜寻	90	10.3.11 无活动控制	112
9.4.4 连接合并	90	10.3.12 抖动补偿	112
9.4.5 连接分离	90	10.3.13 多路复用	112
9.4.6 连接再协商	90	10.3.14 速率流控	112
9.4.7 加入数据流汇	90	10.3.15 中继	112
9.4.8 删除数据流汇	90	10.3.16 路由选择	113
9.4.9 流转发	90	10.3.17 分段	114
9.4.10 划分子流	90	10.3.18 签名	114
9.4.11 代理建立	90	10.3.19 分流	114
9.4.12 第三方建立	91	10.3.20 通信量控制	114
9.5 服务质量	91	10.3.21 通信量填充	115
9.5.1 可靠性	91	10.3.22 通信量整形	115
9.5.2 安全性	92	10.3.23 窗口流控	115
9.5.3 性能	94	10.4 本章小结	115
9.6 寻址	97	第11章 组装模型	116
9.6.1 地址	98	11.1 服务能力	116
9.6.2 模式	98	11.1.1 服务设施	117
9.6.3 域	99	11.1.2 服务质量	117
9.7 基本服务对象类	99	11.1.3 服务模式	118
9.7.1 组装器类	100	11.1.4 本地配置参数	118
9.7.2 服务访问点类	100	11.2 节点资源	118
9.7.3 连接端点类	100	11.3 协议功能	118
9.7.4 数据流源类、数据流汇类	100	11.4 服务对象、协议功能和服务能力的关系	119
9.8 基本连接类型	100	11.5 服务对象的组装	119
9.9 本章小结	101	11.5.1 组装类型	119
第10章 协议模型	102	11.5.2 组装时刻	120
10.1 协议行为	102	11.5.3 组装方法	120
10.2 协议数据	104	11.5.4 组装控制协议	120
10.3 协议功能	105	11.6 与现存的管理概念结合	122
10.3.1 对齐	105	11.6.1 服务管理	122
10.3.2 分块	106	11.6.2 系统管理	123
10.3.3 字节排序	106	11.7 本章小结	124
10.3.4 加校验和	106	第12章 与OSI构架的差异	125
10.3.5 拼接	106	12.1 层	125
10.3.6 连接控制	106	12.2 面	125
10.3.7 封装	107	12.3 服务和协议模型	125

12.4 通信模型	126
12.5 本章小结	126

第三部分 案例分析

第13章 实现考虑	129
13.1 网络节点的组成	129
13.1.1 应用程序	130
13.1.2 应用编程接口	130
13.1.3 通信子系统	130
13.1.4 网络存取部分	130
13.1.5 操作系统	130
13.2 设计目标	131
13.2.1 协议实现问题	131
13.2.2 应用实现问题	131
13.2.3 对平台和协议的独立性	131
13.3 构建模块化通信系统	132
13.3.1 定义阶段	132
13.3.2 优化阶段	134
13.3.3 实现阶段	134
13.3.4 修改已存在的模块化通信系统	135
13.4 一体化层处理与应用级分帧	135
13.4.1 一体化层处理	135
13.4.2 应用级分帧	137
13.4.3 ILP 实现考虑	137
13.5 协议对象的设计原则	137
13.5.1 单个状态机	137
13.5.2 通用性	140
13.5.3 自治性	140
13.5.4 弱耦合	141
13.5.5 统一接口	142
13.5.6 高效	142
13.5.7 简单	142
13.6 本章小结	143
第14章 TCP模块化	144
14.1 TCP服务模型	144
14.2 协议功能	145
14.2.1 分块	145
14.2.2 字节排序	145
14.2.3 加校验和	146

14.2.4 连接控制	147
14.2.5 差错控制和窗口流控	147
14.3 扩展	148
14.3.1 窗口比例选项	148
14.3.2 时间戳选项	149
14.3.3 请求/响应选项	149
14.3.4 局部有序和局部可靠传递选项	150
14.3.5 保护循环使用的序号	151
14.3.6 选择性确定选项	152
14.4 模块化TCP	152
14.4.1 服务组装	153
14.4.2 性能优化	153
14.4.3 简单性	154
14.4.4 易扩展性	154
14.4.5 体系结构	154
14.4.6 复用单块式TCP的功能	156
14.5 本章小结	157
第15章 系统体系结构	158
15.1 层和面	158
15.2 服务和协议对象	158
15.2.1 Sockets++	159
15.2.2 Tempo	159
15.2.3 Netglue	162
15.3 通信模型和服务能力	162
15.4 服务组装	163
15.5 其他体系结构	166
15.5.1 Adaptive	166
15.5.2 Da Capo	168
15.5.3 DyCAT	169
15.5.4 F-CSS	169
15.5.5 灵活的协议集	171
15.5.6 HOPS	171
15.5.7 微协议	172
15.6 本章小结	172
第16章 协议操作系统	173
16.1 模型	173
16.1.1 模块	173
16.1.2 模块类	174
16.1.3 模块排序	174

16.1.4 模块间通信	175	17.9.3 流水线服务器	193
16.1.5 通道	175	17.10 事件处理	193
16.2 其他系统	176	17.11 差错处理	194
16.3 本章小结	176	17.12 消息处理	194
第17章 应用程序编程接口	177	17.13 本章小结	195
17.1 通信API的概貌	177	第18章 性能测定	196
17.1.1 高级通信 API	177	18.1 测试环境	196
17.1.2 基本级通信 API	177	18.2 测试程序	196
17.1.3 低级通信API	179	18.3 影响性能的因素	198
17.2 BSD Sockets	179	18.4 Tempo的性能	198
17.3 Sockets++	180	18.5 Tempo与TCP的比较	199
17.3.1 面向对象的设计	180	18.6 通用和专用协议模块的比较	200
17.3.2 基本消息的服务数据传递	181	18.7 模块化的影响	201
17.3.3 支持多点服务	181	18.8 Sockets++的性能	202
17.3.4 数据流转发	181	18.9 本章小结	203
17.3.5 通用通信模型	181	第19章 从软件工程观点评价	204
17.3.6 平台独立设计	182	19.1 软件度量	204
17.3.7 基于类继承性的扩展	182	19.1.1 大小度量	204
17.3.8 对称套接字行为	182	19.1.2 数据结构度量	204
17.3.9 显式地接受连接	182	19.1.3 逻辑结构度量	204
17.3.10 新的套接字参数	183	19.1.4 工作量和代价度量	204
17.3.11 合并的套接字建立操作	183	19.1.5 缺陷和可靠性度量	204
17.4 模型	183	19.1.6 设计度量	205
17.5 通信阶段	185	19.2 Tempo软件测量	205
17.5.1 服务组装	185	19.2.1 大小	205
17.5.2 连接建立	185	19.2.2 耦合度	206
17.5.3 数据传输	187	19.2.3 复杂性	206
17.5.4 连接释放	187	19.2.4 模块性	206
17.5.5 服务注销	188	19.2.5 工作量	206
17.6 异步模式中的服务对象	188	19.3 本章小结	207
17.6.1 建立阶段	188	第20章 总结	208
17.6.2 数据传输阶段	188		
17.6.3 释放阶段	189		
17.7 新服务和操作的引入	189		
17.8 编程示例	190		
17.9 寻址	191		
17.9.1 向知名组多点播送	191		
17.9.2 转发请求	192		

第四部分 附 录

附录A 因特网术语及其MCS等价术语	209
附录B 网络详述	210
附录C TCP详述	237
参考文献	247

第一部分 基础篇

本部分描述了一些众所周知的网络技术和流行的网络应用：从简单的以太网技术到复杂的异步传输模式(ATM)；从简单的文件传输，到复杂的视频点播。读者从中可认识到网络特征和需求的广泛多样性。

书中列出的网络和应用是一些经过我们认真研究和考虑的。它们将被用于设计模块化通信系统(在下一部分描述)的参考构架。

设计(模块化)通信系统的参考构架时，应尽可能多地考虑已有的和预期将有的应用需求及网络特征。这一点非常重要，否则，构架只能适用于一小部分网络与应用。例如，如果没考虑到应用对多点通信的支持，构架将可能只适应于点到点通信模式；或者，如果遗漏了网络资源的预留功能，那么服务模型质量将无法提供性能保证支持。

这部分在开始的引导章节中定义了贯穿全书所用的术语，如应用、网络和通信系统。在提出了各种不同的网络和应用后，最后以简短概述开放系统互连(OSI)构架和因特网协议组作为这部分的结束。OSI和因特网协议组是随后要讨论的面向对象网络协议(第二部分)和案例分析(第三部分)的基础。

第1章 引言

自治的计算系统与计算机网络的互连可使资源和信息的访问与它们所处的物理位置无关。而且，网络因其具备资源共享、资源冗余和并行处理的可能性而对应用有很大的吸引力，它能产生改进的可靠性、可用性及性能指标，但同时也增加了高复杂性。由于计算机网络缺乏共享内存，因此驻留在不同网络节点上的应用只能通过消息的传送来协同工作。应用无需考虑网络技术和互联问题，它们所需要的通过网络进行端到端传送消息的服务皆由通信系统提供。为了提供所需的服务，通信系统包含了一组协议，这组协议控制了分布在网络中各应用之间的消息交换。

1.1 计算机网络模型

本节引入了贯穿本书所用的简单计算机网络模型，以后随着讨论的进行将不断将其逐步分解。

计算机网络(computer network)表示自治计算机的互连集合。这些计算机称为网络中的节点(node)。由于计算机网络的松耦合特性，驻留在不同节点上的应用(application)只能通过消息传送来协同工作。所需要的服务——通过网络透明地端到端地传送消息由通信系统(communication system)实施，使应用无需考虑网络技术和互联问题。

图1-1显示了一个简单计算机网络模型。它说明了网络通信中涉及的基本组成部分。

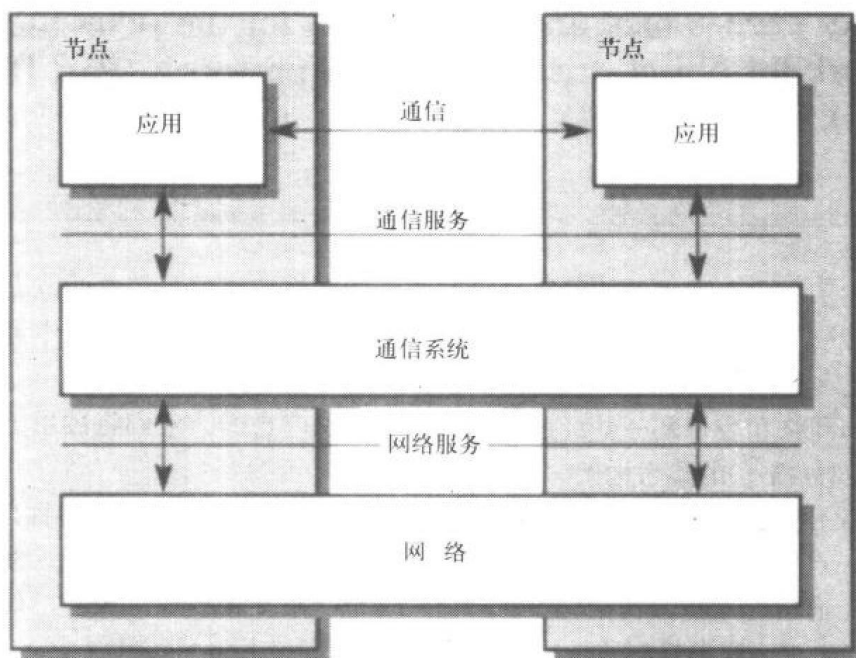


图1-1 简单计算机网络模型

1.2 单块式和模块化通信系统

在本节中，我们对通信系统加以区分，划分的依据是按它们是基于单块式还是模块化的体系结构。

单块式(monolithic)通信系统包含一个或多个网络通信协议，每一个协议提供一种特定的通信服务。模块化(modular)通信系统包含一组协议功能，这些功能可用来构成提供适当通信服务的协议。因此，单块式通信系统提供的是一组预先定义好的通信服务，而模块化系统则提供了一种组合式服务，它使应用程序能组装任意数目的独特的通信服务(见图1-2)。然而，单块式通信系统也能以一个模块化通信系统为模型，其中所有的协议是由单一的协议功能通过平常的组装服务组装而成。

较之单块式通信系统的设计，模块化通信系统的潜在优点在于它们的可组装性、可扩展性和可复用性。

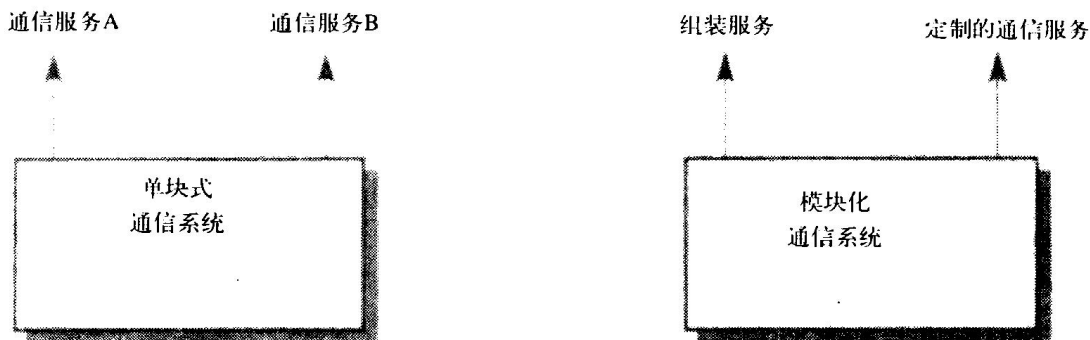


图1-2 单块式和模块化通信系统

1.2.1 可组装性

模块化系统通过组装适当的协议功能可产生适用于新通信服务的协议。在单块式系统中，每一种新的通信服务通常需要设计和实现一个新协议。

1.2.2 可扩展性

对于模块化系统来说，以后通过引入新的协议功能就可添加新的通信服务能力，这并不影响现有协议的功能；而单块式系统通常则需要对整个协议设计进行修改并加以实现，以便纳入新的通信服务。

1.2.3 可复用性

模块化系统在不同层次可复用不同协议的协议功能；而单块式系统的协议通常是专为个别系统设计的：由此导致了不同协议中的功能被冗余地设计和实现。

1.3 当今的计算机网络体系结构和协议

就网络协议而言，反映当前技术发展水平的计算机网络是因特网协议组。然而，当它成为概念上和体系上的网络模型时，仍然采用OSI参考模型。因此，本书同时考虑这两种模型。

1.3.1 OSI模型

OSI模型提出了计算机网络的构成，从传输媒体到应用软件分为七个层次，从低到高(从第一层到第七层)分别为：

- 物理层(physical layer) 为在物理媒体上进行比特传输定义了机械的、电子的、功能的及规程的接口。
- 数据链路层(data link layer) 提供控制逻辑链路及传输数据单元而非原始比特的手段；该层通常分为逻辑链路控制和媒体访问控制两个子层。
- 网络层(network layer) 负责将不同的子网互连成一个单一的具有惟一地址空间的虚拟网络；网络层协议的典型功能是中继和路由选择，使数据通过虚拟网络到达最终目的地。
- 传输层(transport layer) 增强网络服务的通信特征，例如改进了传输可靠性或安全性。
- 会话层(session layer) 提供组织和同步通信对话的手段。
- 表示层(presentation layer) 提供通信期间所交换用户数据的公共语法。
- 应用层(application layer) 提供基本的面向用户的网络服务，例如电子邮件的交换，或通过网络传送文件。

我们所提出的计算机网络的3组件的模型，它与OSI模型的映射关系是：应用组件构成了第七层的功能；通信系统组件构成了第六层到第二层(逻辑链路控制子层)的功能；网络组件构成了第二层(媒体访问控制子层)到第一层的功能。本书第4章和第12章详细讨论了OSI构架，包括OSI模型，并陈述我们为模块化通信系统而提出的MCS构架与OSI的差异。

1.3.2 因特网协议组

因特网协议组是由应用层、传输层、网络层和数据链路层的协议组成的。图1-3 列出了其

中的一些协议，并说明了它们与OSI模型和我们的3组件模型的关系。按照我们提出的计算机网络模型，因特网通信系统由传输层、网络层和数据链路层协议构成；包含的最流行协议是网际协议(Internet Protocol, IP)和传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)。IP的功能是在虚拟网络中路由选择和中继数据报到达目的地，虚拟网络就是由一组互连子网构成的互联网。数据报是自含式的数据单元，它的传送不具备任何防止重复、丢失、损坏和乱序的措施(损坏的数据被检测出以后遭到丢弃，但不被纠正)。而TCP在两个端用户(应用)已明确同意连接建立后，为它们提供了可靠、全双工的数据交换手段(“可靠”意味着在每个方向上的数据流不会发生丢失、损坏、重复和乱序)。

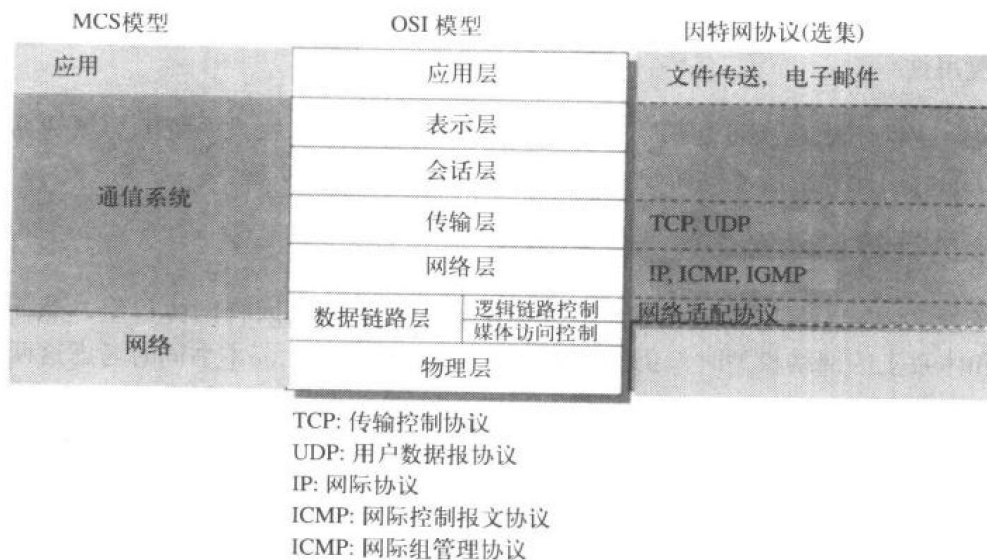


图1-3 网络体系结构与协议

因特网通信系统是基于单块式体系结构的，即纳入的协议是以单块方式设计并加以实现的。如果提供的协议不足以支持新的应用需求和网络特征，则必须扩展已有的协议或设计并实现全新的协议。这种途径面临的问题及可能的解决方案(从单块式体系结构迁移到模块化体系结构)将在第14章讨论。

1.4 计算机网络的抽象视图

图1-1提出的计算机网络模型仅仅是观察计算机网络及其组件的透视图或抽象图。根据所观察的层次，采用不同的公共术语，例如网站、端系统或中继系统表示节点。按照我们提出的3组件模型，不同透视的一种可能结构是由网络的应用视图、通信系统视图和网络技术视图构成的。

计算机网络的网络应用视图是指驻留在端系统上的端用户(称为应用实体)，这些端系统通过一个虚拟网络(互联网)互连。应用基于的互联网有可能是一组通过中继系统互连的子网，这一点对应用而言是透明的，而这恰恰是我们称为通信系统的互联网视图，相对于由节点和网络构成的通用视图。计算机网络的网络技术视图重点在于线缆、传输媒体、连接器、中继物理信号的设备及由相互连接的站所执行的媒体访问方法。图1-4根据所选择的抽象级说明了计算机网络的不同视图及公共术语。