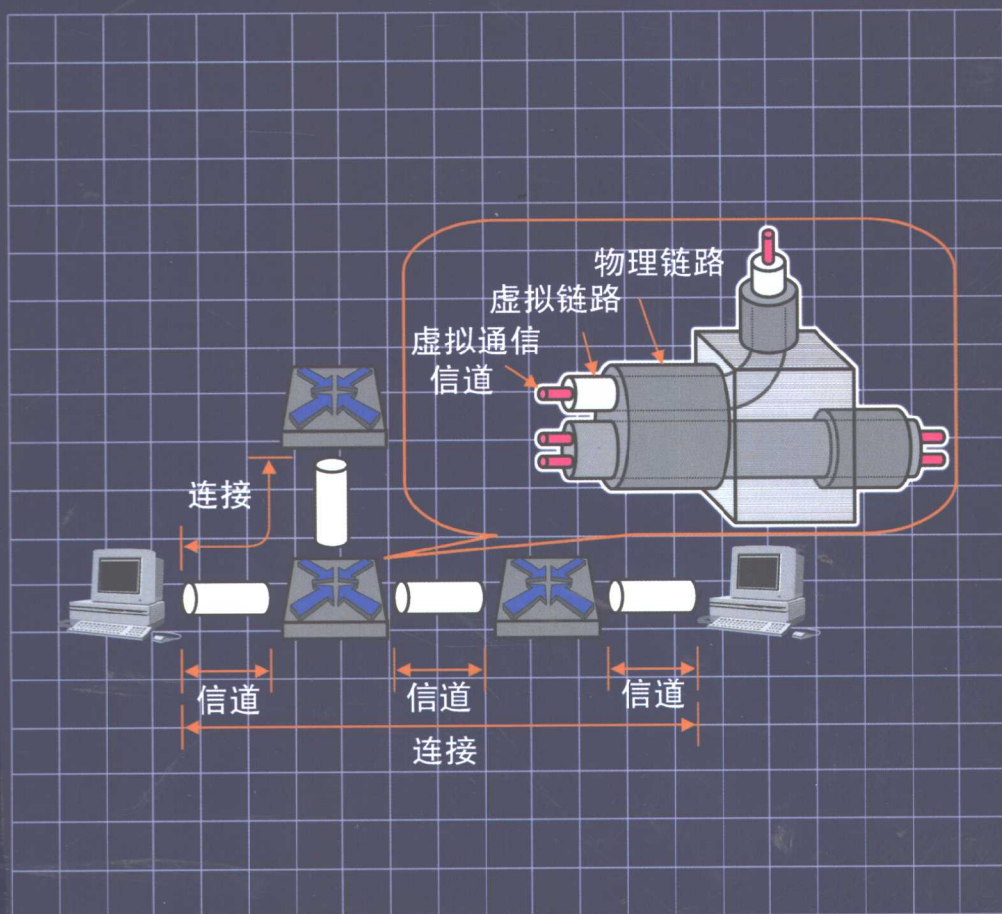


OHM 大学理工系列

网络技术原理及其应用

〔日〕池田克夫 编著





OHM 大学理工系列

网络技术原理 及其应用

〔日〕池田克夫 编著

冯 杰 译

丁 真 校

科学出版社 OHM 社

2002

图字:01-2002-0307 号

Original Japanese edition

Shinsedai Kougaku Series

Computer Network

Edited by Katsuo Ikeda

Copyright © 2001 by Katsuo Ikeda

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 2002

All rights reserved

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

新世代工学シリーズ
コンピュータネットワーク
池田克夫 オーム社 2001

图书在版编目(CIP)数据

网络技术原理及其应用/(日)池田克夫 编著; 冯杰 译. --北京:科学出版社,2002
ISBN 7-03-010038-7

I. 网… II. ①池…②冯 III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 004859 号

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2002 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2002 年 2 月第一次印刷 印张: 13

印数: 1—5 000 字数: 177 000

定 价: 26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

丛 书 序

主编 樱井良文

现在,很多大学正在进行院系调整以及学科、专业的重组,以研究生培养为重点,引入学期制,采用新的课程体系授课,特别是由于学期制教学计划的引入,使得原来分册编写的教材很难在一个学期的教学中消化。因此,各学校对“易教”、“易学”教材的需求越来越迫切。

本系列是面向通信、信息,电子、材料,电力、能源,以及系统、控制等多学科领域的新型教学参考系列。系列中的各册均由活跃在相应学科领域第一线的教授任主编,由年轻有为的学者执笔,内容丰富、精炼,有利于对学科基础的理解。设计版面时着意为学生留出了写笔记的空间,是一种可以兼作笔记,风格别致的教学参考书。

希望肩负新世纪工程技术领域发展重任的青年读者们,通过本教程系列的学习,建立扎实的学科基础,在实践中充分发挥自己的应用能力。

OHM 大学理工系列编辑委员会

主 编

樱井良文 大阪大学名誉教授

副主编

西川祐一 大阪工业大学校长
京都大学名誉教授

编委(按姓氏笔画顺序)

广濑全孝	广岛大学教授	井口征士	大阪大学教授
木村磐根	大阪工业大学教授 京都大学名誉教授	仁田旦三	东京大学教授
白井良明	大阪大学教授	西原 浩	大阪大学教授
池田克夫	京都大学教授	滨川圭弘	立命馆大学教授 大阪大学名誉教授

前言

进入 20 世纪 80 年代以来,计算机和计算机网络的发展速度可谓一日千里,日新月异。在 21 世纪的今天,作为信息化社会的基础,计算机网络技术的重要性与日俱增。其应用领域不仅局限于理科和工科领域,已扩展到社会科学和人文科学领域。因此,为了适应社会的发展和需要,急需大量培养计算机网络方面的人才。

迄今为止,有关计算机和因特网的出版物层出不穷。然而,遗憾的是,这些出版物几乎都没有说明原理和结构,而只是单纯地介绍操作过程,因此,不适宜作为学生的教科书。由于不明白原理,操作稍微变化一点,就可能不会使用。无论做什么事情,如果基础不牢,就很难干成大事,也不可能期望有大的发展。虽说计算机网络技术一日千里地向前发展,但其基本原理还是相对稳定、不会全部改变的。

本书可以作为新一代工科大学理工科的教科书,对于打算学习计算机网络的结构和原理,有志构建信息系统的技术人员,以及构建网络或者运用网络的技术人员,均可以把本书作为一本计算机网络的入门书籍。本书具有通俗易懂、深入浅出和便于掌握的特点,因而,对于非计算机专业的学生及社会人士,可通过本书概要地学习计算机网络及其组成方法。

本书各章节均由各个领域的专家分别撰写,其内容包括:为什么要建设计算机网络,计算机网络是什么样的系统,如何构成计算机网络等。在许多教科书中,一般都采用首先说明构成网络系统的要素,然后再逐步地以搭积木的方法编写教科书。本书则采取了与目前教科书完全相反的顺序,即首先明确地提出目的,然后按照既定目标逐步讲解,以便读者更容易阅读和理解。在高等教育中,重要的是只有明确目的才能达到目标。那种不讲道理,填鸭式的教学是初等教育的方法,对教育和学习效果都不是十分理想的。

为了加强学习效果,各章的后面还配有练习题,在书后给出了简要的解答,读者可以据此对所学内容的掌握程度加以检验。另外,在本书的最后,还附有各章的参考文献,这对于打算进

一步学习的读者是非常有益的。

作者殷切地期待本书能对信息化社会的基础——计算机网络的
健康发展有所贡献。

池田克夫

目 录

第 1 章 计算机网络引论	1
1.1 计算机	1
1.2 计算机网络——计算机和信息	2
1.3 21 世纪信息化社会的基础	3
1.4 计算机网络的发展	4
1.4.1 早期的数据通信网	4
1.4.2 分时系统	4
1.4.3 ARPAnet	4
1.4.4 Internet	5
1.4.5 TCP/IP	6
1.4.6 OSI 基本参考模型	6
1.4.7 LAN	6
1.4.8 网络文件系统和窗口	7
1.4.9 WWW 的出现	7
1.5 本书的组成	8
1.5.1 计算机网络的重要性	8
1.5.2 网络是计算机和信息	8
1.5.3 计算机网络的基本知识	9
1.5.4 将各种计算机与网络互连	9
1.5.5 网络模型	10
1.5.6 TCP/IP 的原理	10
1.5.7 网络服务的实现	11
1.5.8 超宽带网络的实现	11
1.5.9 网络的安全性	11
1.5.10 多媒体服务的实现	11
1.5.11 计算机网络的监测	11
第 2 章 计算机网络	13
2.1 由计算机网络实现的分布式系统	13

2.1.1 集中式系统和分布式系统	13
2.1.2 分布式系统的主要特性	14
2.1.3 具有高度透明性的计算机网络 ...	15
2.2 分布式系统中的服务	17
2.2.1 服务器与客户机	17
2.2.2 开放系统的优点	18
2.2.3 各种各样的服务实例	19
2.3 广域分布式系统的扩展	24
2.3.1 面向人机通信的系统	24
2.3.2 面向计算机网络的扩展	25
练习题	27
第 3 章 网络建设	29
3.1 面向连接型通信和无连接型通信	29
3.1.1 客户机服务器模型	29
3.1.2 面向连接型通信和无连接型通信 ...	31
3.1.3 单组广播式通信和多组广播式 通信	32
3.2 传输线路的实现	33
3.2.1 模拟通信和数字通信	33
3.2.2 数字通信的特征	35
3.2.3 传输方式和调制	35
3.2.4 传输线路的多路复用	37
3.2.5 包通信方式	38
3.3 网络的拓扑结构	39
3.3.1 专用线路和交换网	39
3.3.2 包交换	41
3.3.3 总线型网络	42
3.3.4 星型和总线型	42
练习题	44
第 4 章 各种计算机的自由连接:LAN 和 WAN	45
4.1 近距离的连接:LAN 原理	45
4.1.1 信号形式	45

4.1.2 传输介质	46
4.2 介质访问控制方法	50
4.2.1 网络拓扑结构和介质访问控制	51
4.2.2 通信量和吞吐量	52
4.2.3 ALOHA 方式	53
4.2.4 CSMA 方式	54
4.2.5 令牌传递方式	57
4.3 LAN 和与 LAN 的连接	59
4.3.1 中继器	59
4.3.2 网 桥	60
4.3.3 路由器	61
4.4 更大范围内的连接:WAN 原理	62
4.4.1 用交换网实现的连接	62
4.4.2 使用专用线路的连接	64
4.4.3 Internet 的路由控制	65
4.5 Internet 的构成	67
4.5.1 关于计算机的命名	67
4.5.2 域名的结构	68
练习题	70
第 5 章 网络的层次模型	71
5.1 层次模型的必要性	71
5.2 OSI 基本参考模型	73
5.2.1 应用层	75
5.2.2 表达层	76
5.2.3 会话层	76
5.2.4 传输层	78
5.2.5 网络层	78
5.2.6 数据链路层	79
5.2.7 物理层	79
5.3 分层协议的逻辑结构	80
练习题	81
第 6 章 TCP/IP 的结构	83
6.1 Internet 协议:IP	83

6.1.1	网络的相互连接	83
6.1.2	IP 地址	84
6.1.3	IP 包	85
6.1.4	路由寻址和子网屏蔽	86
6.1.5	广播式通信与多组广播式通信	87
6.1.6	IP 地址与 MAC 地址:地址解决协议	88
6.1.7	控制用协议:ICMP	89
6.1.8	下一代 IP 协议(IPv6)	90
6.2	路由寻址原理	91
6.2.1	距离向量算法	91
6.2.2	链路状态算法	94
6.2.3	分层的路由寻址方法	95
6.2.4	多组广播路由寻址	97
6.3	传输层协议:TCP,UDP	97
6.3.1	端口号和服务	98
6.3.2	TCP 协议	99
6.3.3	UDP 协议	103
	练习题	104

第 7 章 网络服务的实现 105

7.1	DNS 和目录服务	105
7.1.1	DNS	105
7.1.2	LDAP 协议	108
7.2	万维网(WWW)	108
7.2.1	HTTP 协议	108
7.2.2	HTML 语言	109
7.2.3	XML 语言	110
7.2.4	Java 语言	111
7.2.5	JavaScript 语言	111
7.2.6	SSL 协议	112
7.3	电子函件	112
7.3.1	电子函件的性质和假脱机	112
7.3.2	电子函件的发送	113
7.3.3	SMTP 协议	113

7.3.4 POP 协议	114
7.3.5 IMAP 协议	115
练习题	117
第 8 章 超宽带网络原理及其技术	119
8.1 光导纤维传输线路和带宽	119
8.1.1 使用光导纤维传输数据的方法 ...	119
8.1.2 由宽带化引起的变化	121
8.2 高速交换技术	122
8.2.1 非同步传输方式	122
8.2.2 标号交换	124
8.2.3 分层 2 交换和分层 3 交换	125
8.3 光导纤维传输线路的可能性	126
8.3.1 同步光导纤维网络	126
8.3.2 高效的 IP 传输方式	127
8.3.3 超级宽带网	128
8.4 宽带通信服务与测试平台(test bed)	129
8.4.1 商用的宽带通信服务	129
8.4.2 下一代的 Internet 测试平台	130
练习题	131
第 9 章 网络安全性原理	133
9.1 加密和认证	133
9.2 加密的基础技术	134
9.2.1 公共密钥加密和公开密钥加密 ...	134
9.2.2 消息摘要和数字签名	138
9.2.3 认证系统	139
9.3 IP 网络中的安全性	140
9.3.1 应用层	140
9.3.2 传输层	142
9.3.3 网络层	143
练习题	144
第 10 章 多媒体服务的实现	145
10.1 多媒体信息的压缩	145

10.1.1	JPEG 标准	145
10.1.2	MPEG 标准	146
10.1.3	分层编码处理方式	147
10.1.4	电视电话的国际标准	148
10.2	实时数据流的传输	149
10.2.1	保证网络质量的网络体系结构	149
10.2.2	保证网络质量的技术	150
10.2.3	在网络上保证多媒体数据质 量的通信协议	152
10.2.4	多组广播式通信	153
10.3	多媒体应用	154
10.3.1	双方向型应用	155
10.3.2	单方向型应用	158
10.3.3	高质量应用的关键技术	160
练习题		161
第 11 章	网络使用状况的检查	163
11.1	使用记录和个人信息的保存	163
11.2	信息收集的场所	164
11.3	通信量的合计	165
11.3.1	在网络接口中的输入/输出包 的数量	165
11.3.2	使用 SNMP 合计通信量	166
11.4	对应用记录进行分析	169
11.4.1	IP 包的结构	169
11.4.2	包分析	171
11.4.3	WWW 服务的应用记录	173
11.4.4	其他服务器的应用记录	177
练习题		178
练习题简答		179
参考文献		189

第 1 章 计算机网络引论

计算机是人类发明的、应用范围最广的工具,而计算机网络则是具有强大功能的计算机系统。

随着计算机技术的发展,所有相关的技术也提高到了了一定的水平,而且锦上添花的是,计算机能够为人工智能提供高度的支持。

使用计算机网络,人们可以将多台计算机、数据库和信息系统连接起来,从而实现单台计算机在地理上和容量上都不能实现的功能。

在计算机网络中,如果将一台计算机连接到网络上,则无论在什么地方都可以使用计算机网络的信息处理功能,都可以自由地访问网上各种各样的信息。因此,我们可以说计算机网络是能够满足用户需要的计算机系统,它能够提供你所需要的任何信息。

Internet(因特网,也称国际互联网)是 21 世纪社会实现环境信息化的催化剂,它已经渗透到我们社会生活的方方面面。

在本章中,我们首先介绍计算机网络的产生,以使读者对计算机网络产生浓厚的兴趣,然后再学习与其相关的知识。

1.1 计算机

可以说计算机是通用性很强的万能工具。

随着计算机的不断发展,几乎所有相关的技术都提高到一个新的水平。电子表就是一个很好的例子,即使是最便宜的电子表,它也具有机械表所不具备的功能。在家用洗衣机中,只需轻轻地按一下按钮,便可以选择各种各样的洗衣方法,就连孩子们都能够使用洗衣机。然而,如果使用传统的硬件控制电路,即使有控制功能较强的洗衣机产品,从成本角度考虑,这类洗衣机也是不可能实现的。

然而,更令人感到惊奇的是,计算机能够高度地支持人的智力活动。例如,用户在计算机内部所定义的参数,可以直接在显示器上“表示”出来。我们使用计算机定义一个点,画一条直线,并且能够将直线连接起来形成更复杂的形状。然后,在所表示事项的内部结构中,可以“记述”这些参数。例如,如果要用六个正方形来组成一个正方体,则只需赋予一个正方体的边长即可。更有甚者,计算机能够理解其内部记述的事情的意义。而且,现在基于一个想法或概念,进而能够描述整个事情。也就是人在传达思想的过程中,计算机在某种程度上也能够帮助人实现“传递”。由此可以看出,计算机正在变得能够很好地支持人们所进行的高级智力活动。但是,该项工作仍处于研究阶段,至于能够把这种功能提高到何种程度,目前尚不能确定。

使用计算机网络,可以将多台计算机、数据库和信息系统连接起来,从而可以实现单台计算机在地理上和容量上所不能实现的功能。而且,这种功能每时每刻都在不断地增强,这只需要将计算机与网络相连接即可实现。即使不更新自己的计算机,也可访问整个网络的资源,并且多个用户可以容易地分别利用计算机网络。

因此,人们可以很方便地将计算机与计算机网络相连,并且相连的各台计算机之间可以自由地交换信息,所有这些都要归功于计算机网络的存在,它是当今社会所必不可少的一种工具。

1.2 计算机网络——计算机和信息

如果将各种各样的计算机连接起来,就构成了计算机网络,无论你在什么时候、什么地方,都能够获取所需要的信息,都能够自由地访问各种各样的信息。因此,我们可以说计算机网络是能够满足人们需要的、连接在一起的多台计算机,它能够提供用户所需要的任何信息。

计算机网络是目前已经实现的分布式系统,它具有下列功能:

- 通过计算机网络,可实现虚拟的、独立的高性能计算机系统。
- 使用计算机网络,可以消除空间的限制。
- 具有计算机网络的内部处理功能,可以共享文件(程序、数

据、信息)。

- 无论何时何地,也无论是谁,都可以发送和接收信息。

1.3 21 世纪信息化社会的基础

Internet 实现的全世界范围内的无缝网络环境,是产生新世纪社会的催化剂。这不仅仅是一部分人的事情,也不是只有一部分人需要并会使用它,而是关系到世界上所有人的问题,它已经渗透到当今社会日常生活的方方面面,构成了社会生活的基础。计算机和网络已经高度地支持着人们的社会日常生活,并且这种前进的步伐还远远没有停止。如果离开了它们,那么当今社会生活就不能很好地进行。

当初,Internet 是科学研究者之间为了达到交换信息的目的而构筑发展起来的。由于它在社会活动和经济活动中具有很好的信息交换功能,所以这种功能一旦被人们所认识,它就像雨后春笋那样迅速地发展壮大起来,其发展速度就连计算机网络技术人员也难以预测。不知不觉地,在各种社会和经济组织中,Internet 已经悄然地改变着人们的生活习惯和价值观,正在引起一场新的信息革命。

Internet 一方面担负了上述重要的使命,另一方面与在长年发展中积累了丰富的成功与失败经验,已经比较成熟的社会和经济系统相比较,它所积累的经验还比较贫乏,因此,对于目前社会系统中已经不会显示出来的一些新的缺陷和问题,对于网络来讲,都会是一些正趋于表面化的困难,有不少问题急需解决,例如,网络安全问题就是当前最棘手的问题之一。

然而,计算机和网络是 21 世纪社会最重要的社会基础,对于这一点,是毋庸置疑的。它不但可以用来解决地球资源、财富分配不均、人口和城市等问题,而且也可以用来解决区域性传染病等困难问题。为了人类的不断繁荣,计算机网络是不可缺少的工具,所以我们必须健康地、安全地发展和使用计算机网络。

1.4 计算机网络的发展

计算机网络是如何发展起来的呢?在本节中,我们首先介绍计算机网络的诞生,然后阐述构成计算机网络的动机和网络发展的历史,使读者有一个明确的学习目标和动机,以激发起学习计算机网络的浓厚兴趣。

1.4.1 早期的数据通信网

在计算机网络形成以前,为了进行国防上和宽广空域上的航空管制,或者进行高价的飞机座位预约,早期的数据通信网主要是由印刷电报机来构成的。

20世纪60年代,第二代计算机趋于大型化,其性能有了很大的提高。但是,由于购置计算机的费用很大,所以使用计算机的技术人员必须以批处理方式共享使用计算机。这些计算机技术人员从使用的立场出发,强烈希望在自己的办公室里就能使用计算机进行实时处理。为了在远程能够控制作业运行和进行作业的输入,以及在远程能够获得打印机所输出的处理结果等,这就要求在中央计算机和远程的输入输出设备之间,使用通信线路把它们连接起来,形成一个星(star)型的计算机网络。这就是当时最简单的计算机网络的雏形。

1.4.2 分时系统

20世纪的60年代后期,由于操作系统的迅速发展,使得多个任务(task)可以同时执行,在多台联机终端之间可以共享CPU(中央处理器)和存储器,这就是所谓的分时系统(TSS:time-sharing system)。实际上,这种系统也是终端与中央计算机连接而形成的、星形的计算机网络。并且,在一部分TSS系统中,计算机用户之间开始使用电子函件来交换信息。从此以后,电子函件作为一个方便的工具开始被广泛地使用起来。

1.4.3 ARPAnet

1969年,美国国防部(DoD:department of defence)在全美国范围内开始建设计算机网络。该计算机网络叫做ARPANET

(advanced research project agency network),它使用了 56kbit/s 的专用线路,连接了加利福尼亚大学的洛杉矶分校(UCLA)、加利福尼亚大学的圣芭芭拉分校(UCSB)、犹他(Utah)大学和 SRI International 等 4 个地方,并且开始了包(packet)通信的实用试验。当时,作为商业运营的计算机网络只有剑桥的 BBN 公司(Bolt beranek and neuman, Inc.)。在 1972 年,他们开始进行技术的初步试验,在成功后进行了公开实验。在该计算机网络中,有 2 台以上的计算机之间可以实现电子函件和文件的传送。该计算机网络使得各个研究工作者之间能够进行信息交换,这是通过多次试验充分证明了的事实。

1.4.4 Internet

如果要探索 Internet 的渊源,则它与 ARPANET 有着千丝万缕的联系。ARPANET 是从 1969 年开始建设的,此后,它便作为供研究使用的计算机网络,在全美国范围内发展壮大起来。从 1986 开始,美国科学基金 NSF(national science foundation)管理运行的 NSFNET (national science foundation NET)是从 ARPANET 继承发展而来的。这两种网络于 1990 年完成了它们的历史使命,停止了运行,其原因是 NSFNET 已经发展成为全世界的 Internet,形成了今天的计算机网络文化。

在美国从事计算机网络的研究和开发,基本上是由税金支持的,研究工作者不是属于哪个民间的组织,可以认为他们的研究和开发是“开放”的。关于计算机网络技术,研究工作者可以举行热烈而又积极的争论,许多人也可以自由地“参与”这种讨论。这种讨论或评论被称为请求评论 RFC(request for comments),无论是什么人均可以参加讨论,这种方式非常灵活,现在的 Internet Society(国际互连网社会)也继承了这种“开放”和“参与”精神。

在日本,从 1984 年开始,在东京大学、东京工业大学和庆应义塾大学之间建设了 JUNET(Japan University/UNIX NETwork)。此后,NTT 和 KDD 的研究所以及其他大学也积极参加了 JUNET 的建设,从而使它迅速地发展壮大起来。1988 年,民间企业也参加进来,形成了一个范围很广的工程项目(wide project),进而成为今天研究和开发的基础。从技术上来讲,非常重要的是该项目实现了 TCP/IP、网络文件系统和 WWW 的相关技术,关于