

JISUANJI WANGLUO JICHU



世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

计算机网络基础

主编 张建华 余 平



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

计算机网络基础

主 编 张建华 余 平



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书是根据计算机网络设计和维护职业的任职要求,参照相关的职业资格标准,本着“应用为目的,必需够用为度”的原则,参考国内外相关的书籍和资料及大量网上信息所编写的。

本书系统全面地阐明了计算机网络技术(工程)所涉及的基本概念、基本工作原理和应用技术,为网络结构、网络操作系统、组网技术、网络运行管理及网络应用等提供理论依据。它是计算机网络技术专业各门专业课程的先导课程配套教材,为学习和掌握计算机网络专业知识和技能奠定基础。

本书适用于高职高专计算机网络技术(工程)专业和计算机类的其他专业计算机网络课程的教学,亦可供从事计算机网络工程技术和运行管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础/张建华,余平主编. --北京:北京邮电大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5635-2943-8

I. ①计… II. ①张…②余… III. ①计算机网络—基本知识 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 048622 号

书 名: 计算机网络基础

主 编: 张建华 余 平

责任编辑: 彭 楠

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 16.5

字 数: 412 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2943-8

定 价: 35.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

本教材是为适应高职、高专院校计算机网络技术(工程)专业“计算机网络基础”课程教学需求,贯彻落实 21 世纪高等职业教育应用型人才培养规格,实施“知识、能力、素质、创新”的教改思想和教学方法而编写的。

计算机网络是计算机技术与通信技术密切结合的综合性学科,也是计算机应用中一个重要领域,计算机网络已成为当今计算机科学技术最热门的分支之一。它在过去的几十年里得到了快速的发展,尤其是近十多年来 Internet 网络迅速深入到社会的各个层面,对科学、技术、经济、产业乃至人类的生活都产生了重要影响。在计算机网络技术快速发展的新形势下,在跨进 21 世纪的今天,网络技术是计算机相关专业学生必须掌握的知识。“计算机网络”课程是计算机科学与技术专业的重要专业课程之一。计算机网络技术的迅速发展和在当今信息社会中的广泛应用,给“计算机网络”课程的教学提出了新的更高的要求。

作为计算机与应用专业重要的专业基础课,要求学生通过对本课程的学习能对计算机网络体系结构、通信技术以及网络应用技术有整体的了解,特别是 Internet、典型局域网、网络环境下的信息处理方式。同时要求学生具备基本的网络规划、设计的能力和常用组网技术。

(1) 本课程理论性、综合性强,涉及的相关知识点多,教学难度大。要求在教学工作中尽可能系统地介绍网络的知识,务必使学生掌握一种计算机网络的实际应用。

(2) 与同类图书相比,本书具有下列特色和优点。

- 整本教材结构清晰,知识完整。重点掌握方法、强化知识的系统性。
- 本书突出对计算机网络的基本知识和概念的讲解,将内容和网络的发展密切结合起来。
- 本书由浅入深,循序渐进,使学生能快速地掌握知识。
- 教材结合了最新的知识介绍,配合相关的实践配套书,学生能更好地理解网络的概念。

(3) 本书主要完成计算机网络体系中涉及的重要应用,全书共 9 章。

- 第 1 章局域网基础主要介绍网络的基础知识、网络的体系结构、IP 地址、网络分类等基础知识。
- 第 2 章局域网设备详细地介绍了常用的传输介质和网络设备等内容。
- 第 3 章 TCP/IP 协议主要介绍了 TCP/IP 协议中各种常用协议的情况以及作用等内容。
- 第 4 章局域网技术主要介绍了当前常用的局域网,着重介绍了 VLAN 和 VPN 网络。

- 第5章无线局域网对无线局域网的设备、组成、安全等方面进行了详细介绍。
- 第6章局域网互联主要介绍了网络层的连接,着重介绍了路由算法。
- 第7章网络服务器组网主要介绍了网络操作系统的相关知识和常用的网络服务。
- 第8章局域网安全与管理主要介绍网络安全和网络管理方面的知识。
- 第9章网络规划与设计主要介绍了对网络建设的规划,重点在对组建网络的各种设备的选型上。

在每章内容结束后,还提供了一些习题。通过完成习题可以达到强化每一章知识点的目的。

本书的编写过程比较匆忙,如有不足之处,请大家多提意见。

编者

目 录

第 1 章 局域网基础	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.1.1 计算机网络的发展	1
1.1.2 网络拓扑结构	2
1.2 局域网的结构	5
1.2.1 基本概念与原理	5
1.2.2 OSI 参考模型	6
1.2.3 TCP/IP 体系结构	9
1.3 IP 地址	9
1.3.1 IP 地址分类	10
1.3.2 公有地址和私有地址	11
1.3.3 子网划分	12
1.3.4 子网掩码	13
1.3.5 VLSM	14
1.3.6 CIDR	15
1.3.7 静态 IP 和动态 IP	15
1.3.8 IPv6	16
1.4 局域网	17
1.4.1 IEEE 802	18
1.4.2 以太网	22
1.4.3 局域网的功能	26
习题一	27
第 2 章 局域网设备	29
2.1 传输介质	29
2.1.1 有线通信介质	29
2.1.2 无线通信介质	33
2.2 传输设备	37
2.2.1 集线器	37
2.2.2 交换机	40
2.2.3 路由器	46
2.2.4 路由器与交换机的区别	50
习题二	50
第 3 章 TCP/IP 协议	52
3.1 TCP/IP 的历史	52
3.2 TCP/IP 协议	53
3.2.1 应用层协议	53
3.2.2 传输层协议	54

3.2.3 网络层协议	62
习题三	73
第4章 局域网技术	75
4.1 局域网分类	76
4.2 虚拟局域网	78
4.2.1 VLAN 概念	78
4.2.2 VLAN 的实现	79
4.2.3 VTP	82
4.3 第三层交换技术	85
4.3.1 三层交换原理	87
4.3.2 三层交换机种类	88
4.3.3 三层交换技术分类	90
4.4 虚拟专网	91
4.4.1 VPN 概述	91
4.4.2 VPN 的分类	93
4.4.3 VPN 的隧道协议	94
4.4.4 VPN 发展趋势	101
习题四	101
第5章 无线局域网	103
5.1 无线局域网概述	103
5.1.1 无线局域网的历史	103
5.1.2 无线局域网概念	103
5.2 无线网络相关技术	105
5.2.1 无线网络标准	105
5.2.2 无线网络设备	107
5.2.3 无线局域网的接入技术	109
5.2.4 无线局域网的组网方式	111
5.2.5 无线局域网的操作方式	113
5.3 无线局域网安全	114
5.3.1 无线局域网的安全威胁	114
5.3.2 基本的无线局域网安全技术	114
5.4 无线局域网规划	121
5.4.1 网络结构与大小规划	121
5.4.2 用户需求分析	122
5.4.3 频率规划	122
5.4.4 损耗计算和干扰因素	123
5.5 无线局域网的应用	123
5.6 无线局域网的发展趋势	124
习题五	125
第6章 局域网互联	127
6.1 简介	127
6.2 路由概念	129
6.2.1 路由原理	129

6.2.2 路由算法	130
6.2.3 路由协议	131
6.3 直连路由和静态路由	132
6.3.1 直连路由	132
6.3.2 静态路由	133
6.3.3 默认路由	134
6.4 动态路由	135
6.4.1 动态路由的分类	136
6.4.2 距离矢量路由	137
6.4.3 链路状态路由	140
6.4.4 RIP	144
6.5 OSPF	146
6.5.1 OSPF 的基本概念	147
6.5.2 OSPF 区域	148
6.5.3 OSPF 的工作过程	151
6.5.4 OSPF 工作状态	153
6.5.5 OSPF 的网络类型	155
6.5.6 OSPF 的优缺点	157
6.5.7 管理距离	157
6.6 NAT 技术	158
6.6.1 NAT 技术简介	158
6.6.2 NAT 技术的基本原理	159
6.6.3 NAT 类型	160
6.6.4 应用 NAT 技术的安全问题	162
习题六	164
第 7 章 网络服务器组网	166
7.1 网络操作系统	166
7.1.1 网络操作系统概念	166
7.1.2 网络操作系统的结构	167
7.1.3 常用的网络操作系统	169
7.1.4 网络操作系统选择原则	171
7.2 Windows 操作系统及其应用	172
7.2.1 Windows Server 2008 R2 介绍	172
7.2.2 Windows 网络配置	173
7.3 Linux 操作系统	176
7.3.1 Linux 操作系统的发展	176
7.3.2 Linux 操作系统的特点	177
7.3.3 Linux 目录	178
7.3.4 Linux 的网络配置	180
7.4 存储技术与设备	183
7.4.1 DAS	183
7.4.2 SAS	184
7.4.3 NAS	185
7.4.4 SAN	185

7.4.5 RAID	186
7.5 网络常用服务	188
7.5.1 DNS 服务	188
7.5.2 DHCP 服务	194
7.5.3 WWW 服务	198
7.5.4 FTP 服务	202
习题七	206
第8章 局域网安全与管理	208
8.1 网络安全概述	208
8.1.1 网络安全概念	208
8.1.2 网络安全技术特征	209
8.1.3 网络安全防范体系	209
8.1.4 网络安全防范体系层次	210
8.2 网络安全技术与产品	211
8.2.1 认证技术	211
8.2.2 访问控制	213
8.2.3 加密技术	214
8.2.4 防火墙技术	218
8.2.5 漏洞扫描技术	224
8.2.6 安全审计	227
8.3 网络管理	228
8.3.1 网络管理概述	228
8.3.2 网络管理协议	229
8.3.3 网络管理的主要功能	232
8.3.4 数据保护与备份	233
习题八	236
第9章 网络规划与设计	238
9.1 网络规划概述	238
9.1.1 网络规划与设计原则	238
9.1.2 网络规划的主要步骤	239
9.2 网络总体设计	240
9.2.1 网络拓扑设计原则	240
9.2.2 Internet 接入设计	242
9.2.3 IP 地址规划	243
9.2.4 网络可靠性与冗余性设计	244
9.2.5 网络安全性设计	244
9.3 网络设备和系统选型	246
9.3.1 网络设备选型	247
9.3.2 网络软件选择	251
9.4 网络规划案例	253
9.4.1 用户需求	253
9.4.2 网络建设方案设计	253
习题九	255
参考文献	256

第 1 章 局域网基础

1.1 计算机网络的基本概念

1.1.1 计算机网络的发展

随着 1946 年世界上第一台电子计算机问世,随后的十多年时间内,由于其价格昂贵,以致数量极少。早期所谓的计算机网络主要是为了解决这一矛盾而产生的,其形式是将一台计算机通过通信线路与若干台终端直接连接,也可以把这种方式看做最简单的网络雏形。

在早期的网络中,人们利用通信线路、集线器、多路复用器以及公用电话网等设备,将一台计算机和多台终端设备相连接,用户通过终端命令以交互的方式使用计算机系统,从而将单一计算机系统的各种资源分散到各个用户手中。但这种面向终端的计算机网络系统存在很明显的缺点:如果计算机的负荷较重,会导致系统响应时间过长,而且单机系统的可靠性一般较低,一旦计算机发生故障,将导致整个网络系统瘫痪。

为了克服第一代计算机网络的缺点,人们开始研究将多台计算机相互连接的方法。1965 年美国国防部高级研究计划局(ARPA)建立了以分组交换技术为主的计算机网络,标志着计算机网络进入一个新纪元。ARPAnet 网络使计算机网络的概念发生了根本性的变化,使早期的面向终端的计算机网络向以资源子网为中心的计算机网络转变。

1974 年 IBM 公司推出了系统网络体系结构 SNA,各个公司都相继推出了自己的网络体系结构,这些网络体系结构推进了网络飞速发展,但相互之间没有统一的标准,难以相连。在这种情况下,国际标准化组织制定了开放系统互连参考模型(OSI),OSI 参考模型的出现,意味着计算机网络发展到第三代。1978—1979 年,ARPAnet 推出了 TCP/IP 体系结构和协议。1980 年前后,ARPAnet 上的所有计算机开始了 TCP/IP 协议的转换工作,并以 ARPAnet 为主干网建立了初期的 Internet。1988 年 Internet 开始对外开放。1991 年 6 月,在连通 Internet 的计算机中,商业用户首次超过了学术界用户,这是 Internet 发展史上的一个里程碑,从此 Internet 成长速度一发不可收拾。

计算机网络是利用通信线路将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来,以通信协议实现资源共享和信息传递的复合系统。

计算机网络按其覆盖范围的大小,分为三类:局域网、城域网、广域网。

1. 局域网

局域网(Local Area Network, LAN)是结构复杂程度最低的计算机网络。局域网仅是

在同一地点上经网络连在一起的一组计算机。局域网通常挨得很近,它是目前最广泛使用的一类网络。通常将具有如下特征的网络称为局域网。

(1) 网络所覆盖的地理范围比较小。通常不超过几十千米,甚至只在一幢建筑物或一个房间内。

(2) 信息的传输速率比较高,至少是 10 Mbit/s,有的甚至高达 10 Gbit/s。具有低延迟和低误码率的特点。

(3) 网络的经营权和管理权属于某个单位,相对而言,易于管理和维护。

2. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是一种界于局域网与广域网之间的网络,一般的作用范围在几十到几千千米之间,覆盖一个城市的地理范围,是用来将同一区域内的多个局域网互联起来的中等范围的计算机网。

3. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)是影响广泛的复杂网络系统。WAN 通常跨越很大的物理范围,如一个国家。WAN 由两个以上的 LAN 构成,这些 LAN 间的连接可以穿越 30 英里以上的距离。大型的 WAN 可以由各大洲的许多 LAN 和 MAN 组成。最广为人知的 WAN 就是 Internet,它由全球成千上万的 LAN 和 WAN 组成。

有时 LAN、MAN 和 WAN 间的边界非常不明显,很难确定 LAN 在何处终止、MAN 或 WAN 在何处开始。但是可以通过四种网络特性,即通信介质、协议、拓扑以及私有网和公网间的边界点来确定网络的类型。通信介质是指用来连接计算机和网络的电线电缆、光纤电缆、无线电波或微波。通常 LAN 结束在通信介质改变的地方,如从基于电线的电缆转变为光纤。电线电缆的 LAN 通常通过光纤电缆与其他的 LAN 连接。

1.1.2 网络拓扑结构

网络拓扑(Topology)结构是指用传输介质互连各种设备的物理布局,指构成网络的成员间特定的物理的即真实的,或者逻辑的即虚拟的排列方式。如果两个网络的连接结构相同,我们就说它们的网络拓扑相同,尽管它们各自内部的物理接线、结点间距离可能会有不同。

在有线局域网中使用的拓扑结构主要有星型拓扑、环型拓扑、总线拓扑、树型拓扑和网状拓扑。

1. 星型拓扑结构

星型拓扑结构也称“集中式拓扑”结构,通过点到点链路接到中央结点的各站点组成的。

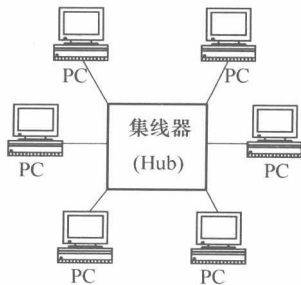


图 1-1 星型拓扑结构

通过中心设备实现许多点到点连接。在数据网络中,这种设备是交换机或集线器,是目前局域网最常见的方式。在星型网中,可以在不影响系统其他设备工作的情况下,非常容易地增加和减少设备。星型拓扑结构如图 1-1 所示。

星型拓扑结构的优点如下。

(1) 网络传输数据快。整个网络连接中央结点是不共享带宽的,每个结点的数据传输对其他结点的数据传输影响较小。

(2) 实现容易,成本低。利用中央结点可方便地提供

服务和重新配置网络。

(3) 结点扩展、移动方便。单个连接点的故障只影响一个设备,不会影响全网,容易检测和隔离故障,便于维护;任何一个连接只涉及中央结点和一个站点,因此控制介质访问的方法很简单,从而访问协议也十分简单。

星型拓扑结构的缺点如下。

(1) 中心交换机工作负荷重。每个站点直接与中央结点相连,如果中央结点产生故障,则全网不能工作,所以对中央结点的可靠性和冗余度要求很高。

(2) 网络布线复杂。每个结点采用专门的网线与集线设备相连,需要大量电缆,因此费用较高,网线数量大,结构复杂,不易维护。

(3) 广播传输,容易影响网络性能。这是以太网的主要缺点,集线器和交换机在网络中转发数据时,通常采用的是广播发送方式。

2. 总线型拓扑结构

总线型网络采用单根传输线作为传输介质,所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到传输介质或称总线上。使用一定长度的电缆将设备连接在一起,设备可以在不影响系统中其他设备工作的情况下从总线中取下。任何一个站点发送的信号都可以沿着介质传播,而且能被其他所有站点接收。总线型拓扑结构如图 1-2 所示。

总线型拓扑结构的优点如下。

(1) 网络结构简单,易于布线。总线结构是共享传输介质,结构简单,布线容易。

(2) 扩展方便。

(3) 维护容易。总线结构的某结点坏掉,不影响其他结点的工作,更换容易。

总线型拓扑结构的缺点如下。

(1) 速率低。

(2) 故障诊断和隔离困难。虽然总线结构布线简单,但是如果故障发生在传输介质上,排除和隔离就有一定的困难。

(3) 网络效率和传输性能不高。因为所有的结点都在一条总线上,信息传输容易发生冲突,这种结构的网络实时性不强,网络传输性能低。

(4) 难以实现大规模扩展。总线型结构的网络性能随着结点的增多而下降。当结点数量达到一定数量时,网络难以实现扩展。

3. 环型拓扑结构

环型拓扑结构由连接成封闭回路的网络结点组成,每一结点与它左右相邻的结点连接。环型网络的一个典型代表是令牌环局域网,它的传输速率为 4 Mbit/s 或 16 Mbit/s,这种网络结构最早由 IBM 推出,但现在被其他厂家采用。在令牌环网络中,拥有“令牌”的设备允许在网络中传输数据,这样可以保证在某一时间内网络中只有一台设备可以传送信息。在环型网络中信息流只能是单方向的,每个收到信息包的站点都向它的下游站点转发该信息包。信息包在环网中“旅行”一圈,最后由发送站进行回收。由于信息是沿固定方向流动,两个结点间仅有唯一的通路,简化了路径选择的控制。但是,当网络中的结点过多时,传输效率低,网络响应时间变长,但当网络确定时,其延时固定,实时性强;而且由于环路封闭,扩充

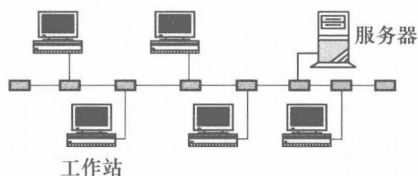


图 1-2 总线型拓扑结构

不方便。环型拓扑结构如图 1-3 所示。

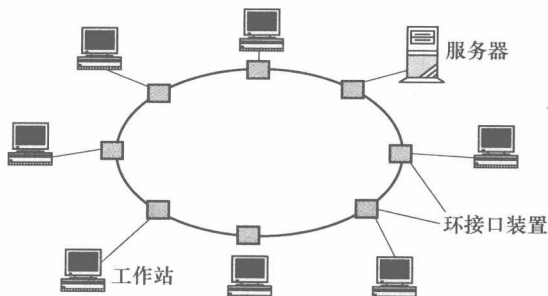


图 1-3 环型拓扑结构

环型拓扑结构的主要优点如下。

(1) 网络路径选择和网络组建简单。在环型拓扑结构中,信息的流动比较单一,信息路径的选择简单,路径选择效率高。

(2) 投资成本低。线材成本低,而且在网络中没有其他网络专用设备,因此投入低。

环型拓扑结构的主要缺点如下。

(1) 传输速度慢和效率低。环型结构之所以没有得到较大发展,主要是因为传输速率低,后期又没有得到改善;共享一条传输介质,每发送一个令牌数据都要在整个网络从头到尾走一遍,传输效率低。

(2) 连接的用户数少。在环型结构中,传输速率不高,结点共享带宽,这种网络结构一般接入的结点不超过 20 个。

(3) 扩展性能差。环型结构,如果要增加结点,必须断开网络,在适当位置切断网线,增加中继转发器。

(4) 维护困难。环型结构的网络一旦出现故障,整个网络都受到影响,查找结点的故障也在全网络进行,因此维护相当困难。

4. 树型拓扑结构

树型拓扑结构可以认为是星型拓扑结构的一种扩展,也称扩展星型拓扑。它采用分层结构,包括根结点和各分支结点。在树型结构的网络中,任意两个结点之间不产生回路,每条通路都支持双向传输。如图 1-4 所示。

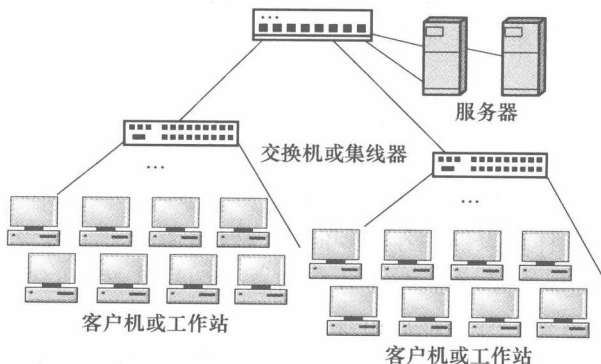


图 1-4 树型拓扑结构

这种结构的特点是扩充方便、灵活,成本低,易推广,适合于分主次或分等级的层次型管理系统。数据在传输中要经过多条链路,时延较大,适用于汇集信息的场合,如需要进行分级管理和收集信息的网络。

5. 网状拓扑结构

网状拓扑结构是由分布在不同地点的计算机系统经信道连接而成,其形状任意。每个结点都有多条线路和其他结点相连,这样使得结点之间存在多条路径可选,在传输数据时可以灵活地选用空闲路径或者避开故障线路,这对点对点通信最为理想。如图 1-5 所示。

所有设备间采用点到点通信,没有争用信道现象,带宽充足;而且每条电缆之间都相互独立,当发生故障时,故障隔离定位很方便。任何两站点之间都有两条或者更多条线路可以互相连通,网络拓扑的容错性极好。但由于结构比较复杂,建设成本较高。而且电缆数量多,结构复杂,不易管理和维护。从网状拓扑结构的特点可以看出,该结构可以充分、合理地使用网络资源,并且具有可靠性高的优点。所以该结构主要用于广域网。

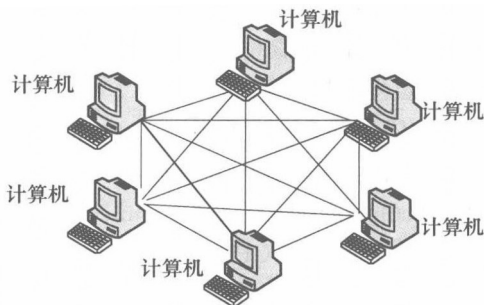


图 1-5 网状拓扑结构

1.2 局域网的结构

1.2.1 基本概念与原理

1. 网络协议

计算机网络由多个互联的结点、各种服务器及计算机终端组成,各种设备要不断地交换数据和控制信息。要做到各个互联设备能正常地相互通信,必须遵守一些事先约定好的共同规则。为网络上的数据交换而制定的规则、约定和标准统称为网络协议(Network Protocol)或通信协议(Communication Protocol)。网络协议是通信双方所约定的标准规则,就像说话用某种语言一样。

网络协议是网络中实现通信功能最基本的机制,不同的计算机之间必须使用相同的网络协议才能进行通信。

网络协议包括语法、语义和同步三个方面。

- ① 语法:数据的结构或格式,也就是数据呈现的顺序,定义怎么做。
- ② 语义:是比特流的每一部分的意思,定义做什么。
- ③ 同步:数据在何时应当发送出去以及数据应当发送得多快,定义何时做。

为了减少网络协议的复杂性,网络设计者并不是设计一个单一、巨大的协议来为所有形式的通信规定完整的细节,而是采用把通信问题划分成许多小问题,然后为每个小问题设计

一个单独的协议的方法。分层模型是一种用于开发网络协议的设计方法。本质上,分层模型描述了把通信问题分为几个小问题(称为层次)的方法,每个问题对应一层。

2. 网络体系结构

计算机网络的体系结构(architecture)是指计算机网络的各层及其协议的集合。网络体系结构分层时,有以下原则。

① 层数要适中。层次过多则结构过于复杂,各层组装困难,而层次过少则层间功能划分不明确,多种功能在同一层,造成每层协议复杂。

② 层间接口要清晰,跨越接口的信息尽可能少。

③ 每一层的功能相对独立,下层为上层提供服务,上层通过接口调用下层的功能,而不必关心下层提供服务的细节。

④ 分层结构有利于网络系统的标准化。

国际标准化组织(International Standard Organization,ISO)制定开发了开放系统互连参考模型(Open System Interconnection / Reference Model,OSI 参考模型)。美国国防部开发 TCP/IP 模型,TCP/IP 模型成为了 Internet 赖以发展的实际标准(工业标准)。

1.2.2 OSI 参考模型

国际标准化组织(ISO)在 1977 年建立了一个分委员会来专门研究计算机网络体系结构,提出了开放系统互连参考模型(OSI/RM),定义了连接异种计算机的标准主体结构。OSI 不断发展,得到了国际上的广泛认可,使计算机网络向着标准化、规范化的方向发展。

OSI 参考模型中的“开放”指只要遵循 OSI/RM 标准,一个系统就可以与位于世界上任何地方、同样遵循同一标准的其他任何系统进行通信。在 OSI/RM 标准制定过程中,采用的方法是将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题,这就是体系结构的分层方法,在 OSI/RM 标准中采用的是三级抽象,即体系结构、服务定义和协议规格说明。体系结构部分定义了 OSI/RM 的层次结构、各层间关系及各层可能提供的服务;服务定义部分详细说明了各层所具有的功能;协议规格说明部分的各种协议精确定义了每一层在通信中发送控制信息及解释信息的过程。

OSI 参考模型已经被许多厂商所接受,成为指导网络发展方向的重要思想。但 OSI/RM 只给出了计算机网络系统的一些原则性说明,并不是一个具体的标准,而是一个在制定标准时所使用的概念性框架。OSI/RM 将整个网络的功能划分为 7 个层次,如图 1-6 所示。七层模型从下到上分为物理层(Physical Layer)、数据链路层(Data Link Layer)、网络层(Network Layer)、传输层(Transport Layer)、会话层(Session Layer)、表示层(Presentation Layer)和应用层(Application Layer)。层与层之间的联系是通过各层之间的接口进行的,上层通过接口向下层提出服务请求,而下层通过接口向上层提供服务。两个计算机通过网络进行通信时除物理层外,其他各对等层之间均不存在直接的通信关系,而是通过各对等层之间的通信协议来进行通信,只有两端的物理层之间通过传输介质才实现真正的数据通信。最高层是应用层,它是面向用户提供应用服务的。

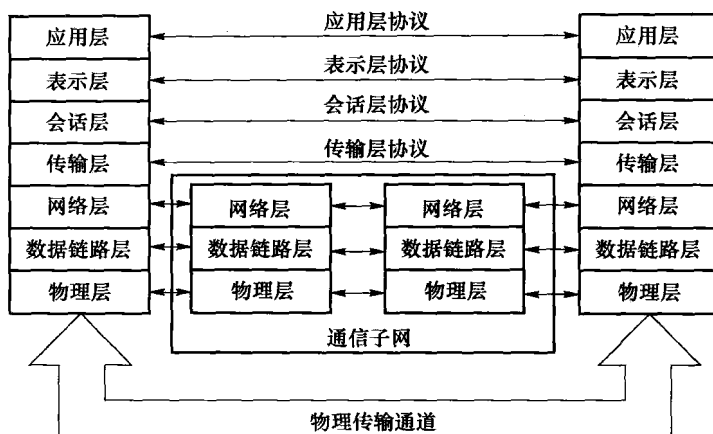


图 1-6 OSI 参考模型

七层模型中,低三层属于通信子网的范畴,它主要通过硬件来实现,高三层协议为用户 提供网络服务,属于资源子网的范畴,主要由软件实现。传输层的作用是屏蔽具体通信子网 的通信细节,使得高层不关心通信过程而只进行信息处理。

1. 物理层

物理层位于 OSI 参考模型的最底层,它直接面向原始比特流的传输。该层是由网络通 信的数据传输介质、连接不同结点的电缆与设备共同构成。物理层协议关心的典型问题是 使用什么样的物理信号来表示数据“1”和“0”;一位持续的时间多长,数据传输是否可同时在 两个方向上进行;最初的连接如何建立以及完成通信后连接如何终止;物理接口(插头和插 座)有多少针以及各针的用处。

物理层的主要功能是:利用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 和监控数据出错率点之间的传输链接,以确保点到点传输不中断,以及管理数据交换等功 能。物理层的设计主要涉及物理接口的机械、电气、功能和规程特性。

2. 数据链路层

数据链路层确保数据的可靠传输(基于数据帧)、建立可靠的数据链路及连接。数据链 路层协议涉及目的地(物理地址)寻址、网络介质访问、差错控制和流量控制等方面的标准。

为了保证数据的可靠传输,发送方把用户数据封装成帧,并按顺序传送各帧。由于物理 线路的不可靠,发送方发出的数据帧有可能在线路上发生出错或丢失(所谓的丢失实际上是 数据帧的帧头或帧尾出错),从而导致接收方不能正确接收到数据帧。为了保证接收方能对 接收到的数据进行正确性判断,发送方为每个数据块计算出 CRC(循环冗余检验)并加入到 帧中,这样接收方就可以通过重新计算 CRC 来判断数据接收的正确性。一旦接收方发现接 收到的数据有错,则发送方必须重传这一帧数据。然而,相同帧的多次传送也可能使接收方 收到重复帧。数据链路层必须解决由于帧的损坏、丢失和重复所带来的问题。

数据链路层要解决的另一个问题是防止高速发送方的数据把低速接收方“淹没”,因此 需要某种信息流量控制机制使发送方得知接收方当前还有多少缓存空间。为了控制的方 便,流量控制和差错控制一同实现。

3. 网络层

网络层主要负责从源主机到目的主机的路由(基于数据报),沿着该路径逐结点转发,最

终实现跨网络数据传输,即网络互联;网络层协议主要涉及如何定位主机的网络位置,如何选择传输路径等方面的标准。

网络层的关键任务是使用数据链路层的服务将每个报文从源端传输到目的端。在广域网中,这包括产生从源端到目的端的路由。如果在子网中同时出现多个报文,子网可能形成拥塞,必须加以避免,此类控制也属于网络层的内容。

当报文不得不跨越两个或两个以上的网络时,又会产生很多新的问题。例如,第二个网络的寻址方法可能不同于第一个网络;第二个网络也可能因为第一个网络的报文太长而无法接收;两个网络使用的协议也可能不同等。网络层必须解决这些问题,使异构网络能够互相通信。

在单个局域网中,网络层是冗余的,因为报文是直接从一台计算机传送到另一台计算机的,所以网络层所要做的工作很少。

4. 传输层

传输层承上启下,依靠“物理层+数据链路层+网络层”提供的网络通信功能建立两台主机之间的连接,为“会话层+表示层+应用层”的应用程序之间的信息交互提供数据传输服务,即建立位于两台主机之上的应用进程之间的传输链路。

如果主机上运行多个网络应用程序,如何区分通过网络传送的数据到底属于哪个应用进程?为了区分不同的网络应用,传输层为每一种网络应用分配唯一的端口号。

传输层要决定对会话层用户,最终对网络用户,提供什么样的服务。最好的传输连接是一条无差错的、按顺序传送数据的管道,即传输层连接是真正端到端的。换言之,源端机上的某进程,利用报文头和控制报文与目标机上的对等进程进行对话。在传输层下面的各层中,协议是每台机器与它的直接相邻机器之间的协议,而不是最终的源端机和目标机之间的协议。

5. 会话层

会话层在通信双方一次完整的信息交互中,负责发起、维护、终止应用程序之间的通信(会话)。会话层协议涉及传输方式(半双工、全双工)、会话质量(传输延迟、吞吐量等)、同步控制等方面的标准。

6. 表示层

在 OSI 参考模型中,表示层是第六层。表示层的主要功能是:处理两个通信系统中交换信息的表示方法,主要包括数据格式变换、数据加密与解密、数据压缩与恢复等功能。

表示层以下各层只关心从源端机到目标机可靠地传送比特,而表示层关心的是所传送的信息的语法和语义。表示层是用大家一致选定的标准方法对数据进行编码。大多数用户程序之间并非交换随机的比特,而是交换如人名、日期、货币数量和发票之类的信息。这些对象是用字符串、整型数、浮点数的形式,或几种简单类型组成的数据结构来表示。

网络上的计算机可能采用不同的数据表示,所以需要在数据间进行数据格式的转换。例如,在不同的机器上常用不同的代码表示字符串(ASCII 和 EBCDIC)、整型数(二进制反码和补码)以及机器字的不同字节顺序等。为了让采用不同数据表示法的计算机之间能够相互通信并交换数据,我们在通信过程中使用抽象的数据结构来表示传送的数据,而在机器内部仍然采用各自的标准编码。管理这些抽象的数据结构,并在发送方将机器的内部编码转换为适合网上传输的传送语法,以及接收方做相反的转换等工作,都是表示层来完成的。