

■ 高等学校理工科电子信息类规划教材

计算机网络实验教程

COMPUTER NETWORK EXPERIMENT

江荣安 主编



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

■ 21世纪高等院校计算机专业系列教材

计算机网络实验教程

COMPUTER NETWORKS EXPERIMENT

王 健 编

清华大学出版社

北京

2008 年 10 月

第 1 版

第 1 次印刷

32 开

160 页

3.00 元

ISBN 7-302-18000-0

000000

000000

000000

000000

000000

000000

■ 高等学校理工科电子信息类规划教材

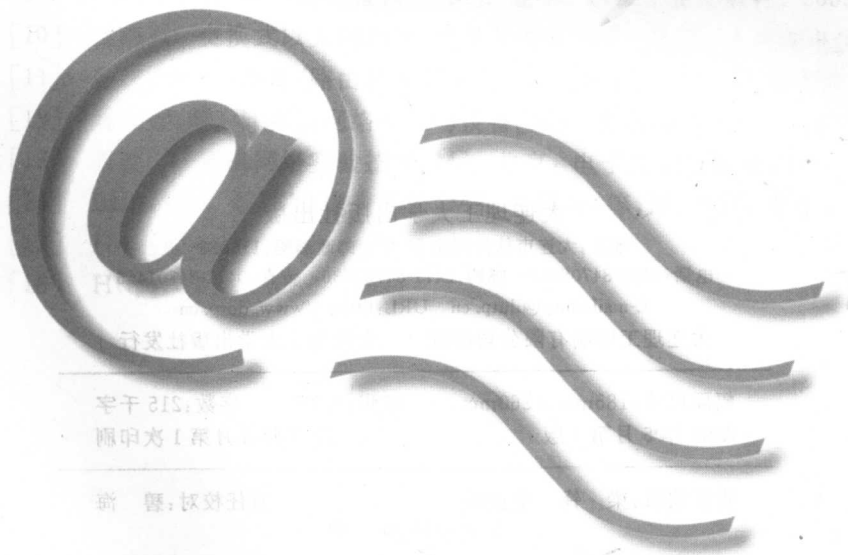
计算机网络实验教程

COMPUTER NETWORK EXPERIMENT

主编 江荣安

编者 江荣安 赵铭伟 吕蕾蕾

孙少颖 宋嘉琳



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实验教程/ 江荣安主编. —大连:大连理工大学出版社, 2007. 5

ISBN 978-7-5611-3567-9

I. 计… II. ①江… 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(2007)第 055551 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

电话:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:9.75	字数:215 千字
2007 年 5 月第 1 版	2007 年 5 月第 1 次印刷	

责任编辑:梁 锋 范业婷	责任校对:碧 海
封面设计:宋 蕾	

ISBN 978-7-5611-3567-9

定 价:16.80 元

前 言

随着信息时代的到来,网络技术的发展正在日益影响着整个社会,网络也已经深入影响到人们的工作、学习、生活方式、文化娱乐、商业活动等各个方面。

计算机网络是一门实验性非常强的课程,仅仅进行课堂的原理性教学,还只是纸上谈兵,只有进行了实践学习,亲自动手组建和调试网络,才能真正地了解网络的精髓,才能学会根据实际需求来构建一个实用的计算机网络。

我们根据多年来在计算机网络方面的教学实践和科研经验,编写了这本实验教程。本书适合作大中专院校学生及研究生的教材或参考教材,同时也适合计算机技术、通信、自动化、管理工程、金融等领域的广大科技人员参考,希望能对读者通过实验学习计算机网络技术有所帮助。

全书共分为6章。第1章为计算机网络技术基础,对本实验教程涉及的计算机网络技术进行全面介绍,以使读者对后续实验中要用到的知识有所了解或复习。第2章介绍了计算机网络实验和组网中常用设备,包括集线器、交换机和路由器等;还介绍了常用网络的连接线标准,即RJ-45连接线水晶头的制作工具和制作方法。第3章介绍常见对等网络的实现,包括NETBEUI协议和TCP/IP协议的使用配置。第4章主要介绍交换机和路由器的使用与配置,虚拟局域网VLAN的概念及配置方法。这里的交换机使用的是D-Link DES-3624i,菜单式操作使得入手很容易,不必去记住那些繁杂的指令。路由器使用的是Cisco公司的产品,其性能和通用性良好。第5章介绍了常用无线网

络的组建方法,因为目前无线网络的应用和普及也是一大趋势。第6章为 Internet 网络软件的综合课程设计,主要学习和设计在网络中经常用到的一些协议、浏览、Web 服务等综合软件。

本书中的所有实验都实际验证过,但在书中并不明确给出实验测试条件和结果,因为要求读者完成的是设计型实验,要求读者自己思考,可能初期会觉得难一些,但学习收获会很大,印象会很深。我们期望通过完成实验篇的实验,读者能够对网络的建设、安装、配置方法以及应用有基本的掌握。

本书第1章由孙少颖编写,第2章由吕蕾蕾编写,第3~5章由赵铭伟和江荣安编写,第6章由宋嘉琳编写。全书由江荣安统稿。

李盘林教授审阅了全书,并提出了宝贵意见及建议,在此表示感谢。本书的编写参考了书末的文献,在此向各文献作者表示衷心的感谢!

由于作者的水平有限,本书的缺点和不足在所难免,敬请相关专家学者指正,也请同学们在学习和使用中对需要完善和补充的地方提出切实的意见,以达到教学相长的目的。大家有任何意见或建议,请通过以下方式与我们联系:

邮箱 jcyj@dutp.cn

电话 0411-84707962 84708947

编 者

2007 年 4 月

目 录

第1章 计算机网络基础 /1

- 1.1 计算机网络及其分类 /1
 - 1.1.1 计算机网络的定义 /1
 - 1.1.2 计算机网络的功能 /1
 - 1.1.3 计算机网络的分类 /2
 - 1.1.4 计算机网络的组成 /3
 - 1.1.5 计算机网络的体系结构 /4
- 1.2 局域网概述 /6
 - 1.2.1 局域网及其标准 /6
 - 1.2.2 IEEE802 标准 /7
 - 1.2.3 以太网 /7
 - 1.2.4 交换式以太网 /8
- 1.3 计算机网络常用通信协议 /9
 - 1.3.1 NetBEUI/NetBIOS 协议 /9
 - 1.3.2 IPX/SPX 协议 /9
 - 1.3.3 TCP/IP 协议 /9
 - 1.3.4 通信协议选择策略 /10

第2章 网络设备与传输介质 /11

- 2.1 网络设备 /11
 - 2.1.1 计算机 /11
 - 2.1.2 网 卡 /11
 - 2.1.3 集线器 /12
 - 2.1.4 交换机 /12
 - 2.1.5 路由器 /13
- 2.2 传输介质 /14
 - 2.2.1 同轴电缆 /14
 - 2.2.2 双绞线电缆 /14
 - 2.2.3 电 缆 /15
 - 2.2.4 无线传输介质 /15
- 2.3 双绞线 RJ-45 连接头的制作 /15
 - 2.3.1 TIA/EIA-568A 标准 /15
 - 2.3.2 双绞线 1236 通信规则 /16

- 2.3.3 双绞线 RJ-45 连接头的制作 /17

- 2.3.4 检测双绞线的连通性 /19

实验 2.1 制作双绞线的 RJ-45 连接头 /20

第3章 对等网络的实现 /21

- 3.1 对等网络概述 /21
 - 3.2 用 NetBEUI 协议实现对等网 /22
 - 3.2.1 网络组件 /22
 - 3.2.2 网络标识 /23
 - 3.3 用 TCP/IP 协议实现对等网 /25
 - 3.3.1 TCP/IP 协议 /25
 - 3.3.2 TCP/IP 对等网的配置 /25
 - 3.4 IP 地址与子网掩码 /27
 - 3.4.1 IP 地址 /27
 - 3.4.2 子网与子网掩码 /29
 - 3.5 共享网络资源 /31
- ### 实验 3.1 使用 NetBEUI 协议和 TCP/IP 协议实现对等网 /33

第4章 交换机与路由器的配置 /34

- 4.1 交换机与路由器概述 /34
 - 4.1.1 交换机概述 /34
 - 4.1.2 路由器概述 /35
 - 4.1.3 三层交换技术概述 /36
 - 4.1.4 路由协议 /37
 - 4.1.5 D-Link 交换机与 Cisco 路由器 /38
- 4.2 VLAN 技术 /38
 - 4.2.1 虚拟局域网基本概念 /38
 - 4.2.2 VLAN 技术的交换方式 /40
 - 4.2.3 VLAN 的划分方法 /41
- 4.3 D-Link 交换机的配置方式 /42
 - 4.3.1 D-Link DES-3624i 配置方式 /42
 - 4.3.2 D-Link DES-3326SR 配置方式 /47
- 4.4 D-Link DES-3624i 的系统配置 /48
 - 4.4.1 Configure IP Address /48

- 4.4.2 Configure Console /49
- 4.4.3 Configure Switch Stack /50
- 4.4.4 Configure Ports /52
- 4.4.5 Configure Trunk Groups /54
- 4.4.6 Configure Port Mirroring /55
- 4.4.7 Configure Spanning Tree Protocol /56
- 4.4.8 Configure Filtering and Forwarding Table /56
- 4.4.9 Configure IGMP /59
- 4.4.10 Configure VLANs & MAC-based Broadcast Domains /62
- 4.5 D-Link DES-3624 系列的堆叠功能 /70
 - 4.5.1 安装堆叠模块 DES-363S /71
 - 4.5.2 DES-3624i 的堆叠管理 /71
- 4.6 D-Link DES-3624i 的 VLAN 划分 /73
- 4.7 多台 D-Link DES-3624i 相同 VLAN 之间的通信 /77
- 4.8 D-Link DES-3624i 不同 VLAN 之间的通信 /79
 - 4.8.1 Cisco 1721 单端口路由器的设置方法 /80
 - 4.8.2 Cisco 2621 双端口路由器的设置方法 /87
- 4.9 单台 D-Link DES-3326SR 的 VLAN 划分 /88
- 4.10 多台 D-Link DES-3326SR 相同 VLAN 之间的通信 /92
- 4.11 D-Link DES-3326SR 的三层交换 /95
- 实验 4.1 DES-3624i 和 DES-3624 实现交换机堆叠 /102
- 实验 4.2 DES-3624i VLAN 的划分 /102
- 实验 4.3 DES-3624i 跨交换机相同 VLAN 的通信 /103
- 实验 4.4 Cisco 1721 实现不同 VLAN 之间的通信 /104
- 实验 4.5 Cisco 2621 实现不同 VLAN 之间的通信 /105
- 实验 4.6 DES-3326SR 实现跨交换机相同 VLAN 的通信 /105
- 实验 4.7 DES-3326SR 的三层交换功能 /106

第 5 章 无线局域网的实现 /108

- 5.1 无线局域网概述 /108
- 5.2 无线局域网标准 /109
- 5.3 无线局域网的分类 /110
- 5.4 无线网络设备 /111
 - 5.4.1 PCI 增强型无线局域网适配器 /111
 - 5.4.2 DWL-900 AP 无线局域网访问结点 /112
 - 5.4.3 无线网卡的安装 /112
- 5.5 与已经建好的局域网连接 /113
- 5.6 连接到 Internet /113
- 实验 5.1 无线局域网的实现 /114

第 6 章 大型网络软件综合课程设计 /115

- 6.1 socket 基础知识 /115
 - 6.1.1 概述 /115
 - 6.1.2 客户机/服务器计算模式 /115
 - 6.1.3 数据结构 /117
 - 6.1.4 系统调用 /118
- 6.2 html 语言介绍 /120
 - 6.2.1 html 文件结构 /120
 - 6.2.2 构成网页的基本元素 /122
- 6.3 HTTP 协议与通用网关接口(CGI) /126
 - 6.3.1 HTTP 协议 /126
 - 6.3.2 通用网关接口 /135
 - 6.3.3 网关程序向服务器返回数据 /139
- 6.4 Lynx 文本浏览器与 ncurses 库简介 /139
 - 6.4.1 Lynx 文本浏览器 /139
 - 6.4.2 ncurses 基本概念 /140
 - 6.4.3 ncurses 使用方法 /140
 - 6.4.4 刷新屏幕:refresh /141
 - 6.4.5 窗体数据的读写 /141
 - 6.4.6 物理指针和逻辑指针 /142
 - 6.4.7 清除窗体 /142
 - 6.4.8 使用颜色 /143
 - 6.4.9 功能键 /143
- 6.5 Web 应用技术概述 /144
 - 6.5.1 browser /144
 - 6.5.2 web server /144
- 实验 6.1 大型网络软件综合课程设计 /145

参考文献 /149

第 1 章 计算机网络基础

1.1 计算机网络及其分类

1.1.1 计算机网络的定义

网络是一些结点和链路的集合。它提供两个或多个规定点的连接,以便于在这些点之间建立通信。

利用通信设备和线路将地理位置分散的、具有独立功能的许多计算机系统连接起来,按照某种协议进行数据通信,以实现资源共享的信息系统就是计算机网络。

计算机网络就是相互连接、彼此独立的计算机系统的集合。

(1)相互连接指两台或多台计算机通过信道互连,从而可进行通信;

(2)彼此独立则强调在网络中,计算机之间不存在明显的主从关系,即网络中的计算机不具备控制其他计算机的能力,每台计算机都具有独立的操作系统。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能可包括以下几个方面:

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能。用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息,包括文字信件、新闻消息、咨询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点可以将分散在各个地区的单位和部门用计算机网络联系起来,进行统一的调配、控制和管理。

2. 资源共享

计算机网络的主要目的是共享资源。共享的资源包括计算机硬件、软件和数据资源。

3. 集中管理

计算机网络技术的发展和已使得现代的办公手段、经营管理方式等发生了变化。计算机网络将分散的信息与对象进行集中控制与管理,提高了工作效率及经济效益。

4. 实现分布式处理

网络技术的发展,使得分布式计算成为可能。对于大型的科学计算和信息处理,可采用适当的算法,把任务分散到不同的计算机上进行处理,然后再集中起来,解决问题。

5. 负荷均衡

负荷均衡是指工作任务被均匀地分配给网络上的多台计算机系统。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负荷过重时,系统会自动将负荷转移到负荷较轻的计算机系统去处理。

1.1.3 计算机网络的分类

1. 按网络的覆盖范围分类

由于网络覆盖的地理范围不同,所采用的网络结构和传输技术也不同,因而形成不同的计算机网络,一般可以分为以下 3 种类型。

(1) 广域网(WAN, Wide Area Network)

广域网的覆盖范围可以是几十千米,也可以延伸到星际。数据传输速率为几 kb/s 到几 Gb/s。广域网范围很广,可以分布在一个省、一个国家或几个国家。

(2) 局域网(LAN, Local Area Network)

局域网的覆盖范围从几米到几千米,数据传输速率一般在 10 Mb/s 以上。局域网是一种在小范围内实现的计算机网络,一般在一个建筑物内,或一个工厂、一个事业单位内部,为单位独有。

(3) 城域网(MAN, Metropolitan Area Network)

城域网的覆盖范围从几千米到几十千米。城域网是在一个城市内部组建的计算机网络,提供全市的信息服务。城域网的范围在 WAN 与 LAN 之间,其运行方式与 LAN 相似。

从技术的观点看,按照覆盖范围对网络进行分类不是一种十分严谨的方法。

2. 按照网络的通信介质分类

根据通信介质的不同,网络可划分为以下 2 种:

(1) 有线网

采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理介质来传输数据的网络。

(2) 无线网

采用卫星、微波等无线形式来传输数据的网络。

3. 按照网络的使用范围分类

根据网络使用范围的不同,网络可划分为以下 2 种:

(1) 公用网

公用网又称为公众网。对所有人来说,只要符合网络拥有者的要求就能使用这个网,也就是说,它是为全世界所有人服务的。公用网一般指电信公司建造的公用网络。

(2) 专门网

专门网专门为一个部门或几个部门所拥有,它只为拥有者提供服务,这种网络不向拥有者以外的人提供服务。

4. 按照网络的传输技术分类

根据网络所采用的传输技术的不同,网络可划分为以下 2 种:

(1) 点对点网络

以点对点的连接方式把各个计算机连接起来的网络。

(2) 广播式网络

用一个共同的传播介质把各个计算机连接起来的网络,主要有以同轴电缆连接起来的共享总线型网络和以无线、微波、卫星方式传播的广播网。

5. 按照数据的交换方式分类

按照通信子网数据的交换方式不同,网络可划分为以下3种:

(1) 线路交换网络(Circuit Switching, CS)

线路交换最早出现在电话系统中,早期的计算机网络就是采用此方式来传输数据的,数字信号经过变换成为模拟信号后才能在线路上传输。

(2) 报文交换网络(Message Switching, MS)

报文交换网络是一种数字化网络。当通信开始时,源主机发出的一个报文被存储在交换机里,交换机根据报文的目地地址选择合适的路径发送报文。将这种方式称做存储-转发方式。

(3) 分组交换网络(Packet Switching, PS)

分组交换也采用报文传输,但它不是以不定长的报文作为传输的基本单位,而是将一个长的报文划分为许多定长的报文分组,以分组作为传输的基本单位。这不仅简化了对计算机存储器的管理,同时也加速了信息在网络中的传播速度。由于分组交换优于线路交换与报文交换,因此它已成为计算机联网的主流。

6. 按网络的拓扑结构分类

网络的拓扑结构指网络中结点(设备)和链路(连接网络设备的信道)的几何形状。如图1-1所示。

1.1.4 计算机网络的组成

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能,所以它在功能上可以分成两部分:资源子网和通信子网。如图1-2所示,负责数据处理以实现网络资源共享的计算机与终端属于资源子网,而负责数据通信的设备与通信线路则属于通信子网。在网络逻辑上,以通信子网为中心,说明资源共享是建立在通信基础之上的。

1. 通信子网

通信子网由分组交换结点(简记为R)及连接这些结点的链路组成,负责在主机(Host,简记为H)间传输分组。

通信子网的目的是将数据快速、准确地从信源传递到制定的信宿。通信子网由物理信道、通信设备和通信控制软件组成,负责与通信介质的连接任务,并要在相邻结点之间完成互相通信的控制,消除不同通信网络技术之间的差异,保证跨越网络两端的计算机之间的通信联系正确。

2. 资源子网

资源子网由连在网上的主机构成,为网上用户提供共享资源、入网途径和方法。

资源子网由主机系统、终端控制器、请求服务的用户终端、通信子网的接口设备、各种

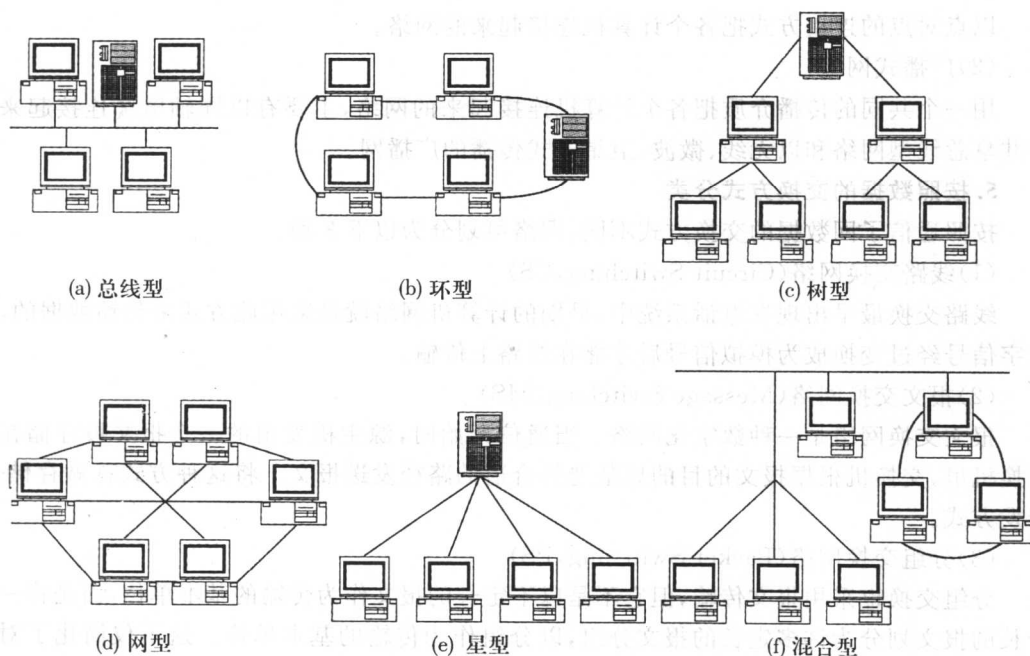


图 1-1 网络按照拓扑结构分类

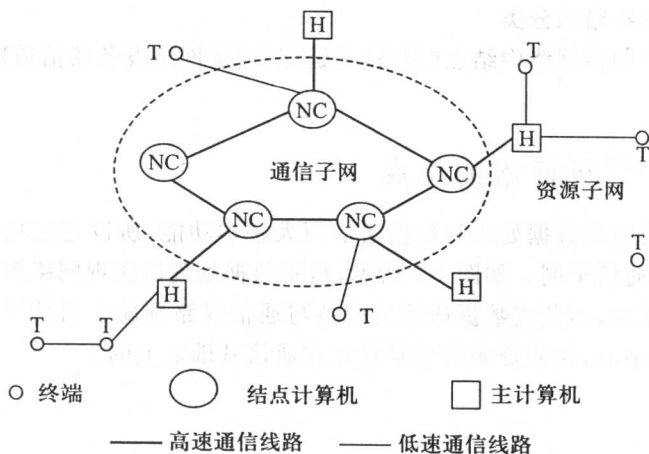


图 1-2 计算机网络的组成

共享软件资源(如数据库和应用程序)构成。它负责网络的数据处理业务,向网络用户提供各种网络和网络服务。

局域网中的每台主机都通过网卡连接到传输介质上,网卡负责在各个主机间传递数据,显然,网卡和传输介质构成了局域网的通信子网,而主机集合则构成了资源子网。

1.1.5 计算机网络的体系结构

网络体系是指为了完成计算机之间的合作,把计算机互连的功能划分成有明确定义

的层次,规定同层次通信的协议及相邻层之间的接口及服务等。将这些同层次通信的协议及相邻层之间的接口统称为网络体系结构。

国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)为适应网络向标准化发展的需要,在1977年制定了开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open System Interconnection Basic Reference Model),从而形成了网络体系结构的国际标准。OSI构造了7层模型,即物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层,不同系统对等层之间按相应协议进行通信,同一系统不同层之间通过接口进行通信。

TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)参考模型是一组网际互连的通信协议,主要考虑异种网络之间的互联问题。它虽然不是国际标准,但已被广大用户和厂商所接受,成为当今计算机网络最成熟、应用最广的协议。TCP/IP实际上是一个包括很多协议的协议簇,TCP和IP是这个协议簇中的两个核心协议。

TCP/IP是一个4层的体系结构,包括应用层、传输层、网络层(也称网际层)和网络接口层,但实际上最下面的网络接口层没有什么具体内容,它对应于OSI模型中的物理层和数据链路层。而在Internet中重点考虑的是能把各种各样的通信子网互联起来,所以TCP/IP专门设置了一个网络层,它是整个模型中的核心和关键,该层运行的协议就是IP协议。

TCP/IP和OSI/RM的对应关系见表1-1。

表 1-1 TCP/IP 和 OSI/RM 的对应关系

OSI/RM 模型	TCP/IP 模型	TCP/IP 协议簇
应用层 表示层 会话层	应用层	HTTP,FTP,TFTP,SMTP,SNMP,Telnet,RPC,DNS...
传输层	传输层	TCP,UDP
网络层	网络层	IP,ARP,RARP,ICMP,IGMP
数据链路层 物理层	网络接口层	Ethernet,ATM,FDDI,X.25,PPP,Token-Ring

1. 网络接口层

TCP/IP与各种物理网络的接口称为网络接口层,它与OSI模型中的数据链路层和物理层对应。网络接口层负责接收分组,并把分组分装成数据帧,再将数据帧发送到指定的网络上。

实际上,TCP/IP在这一层没有任何特定的协议,而是允许主机连入网络时使用多种现成的、流行的协议,如Ethernet协议、ATM协议、X.25协议等。网络接口也可以有多种,它支持各种逻辑链路控制和介质访问控制协议,其目的就是将各种类型的网络(LAN、MAN、WAN)进行互联,因此TCP/IP可运行在任何网络上。

2. 网络层

网络层是整个TCP/IP体系结构的关键部分,它解决两个不同IP地址的计算机之间的通信问题,具体包括形成IP分组、寻址、检验分组的有效性、去掉报头和选择路由等功能,将分组转发到目的计算机。网络层包括下面几个核心协议:网际协议IP、网际控制信

息协议 ICMP、地址解析协议 ARP、逆向地址解析协议 RARP 和网际组信息协议 IGMP。

其中,IP 协议是 Internet 中的基础协议和重要组成部分。主要功能是进行寻址和路由选择,并将分组从一个网络转发到另一个网络。它将分组传输到目的主机后,不管传输正确与否都不进行检查,不回送确认,没有流量控制和差错控制功能。这些功能留给上层协议 TCP 来完成。

3. 传输层

传输层负责将源主机的数据信息可靠地发送到目的主机,源主机和目的主机可以在同一个网上,也可以在不同的网上。传输层有两个端到端的协议:传输控制协议 TCP 和用户数据协议 UDP。

4. 应用层

应用层为用户提供调用和访问网络上的各种应用程序的接口,并向用户提供各种标准的应用程序及相应的协议。应用层的主要功能是使应用程序、应用进程与协议相互配合,发送和接收数据。

1.2 局域网概述

1.2.1 局域网及其标准

局域网是限定区域的网络。

局域网的线路是专用的。

局域网具有较高的数据通信速率。

局域网具有开放性。

目前,很难对局域网做出明确定义,这是因为局域网正处于飞速发展的过程中,在网络产品、技术等方面还存在许多不确定因素。

IEEE802 是主要的局域网标准,该标准所描述的局域网通过共享的传输介质通信。

IEEE802 标准包括局域网参考模型与各层协议,如图 1-3 所示。

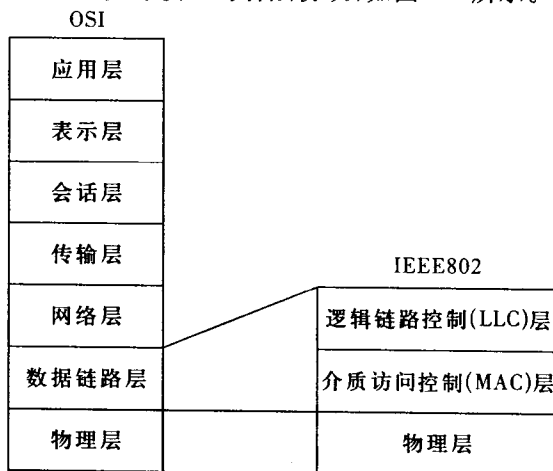


图 1-3 网络参考模型

物理层是必需的,它负责处理机械、电气、功能和过程方面的特性,以建立、维持和撤销物理链路。

数据链路层也是必需的,它负责把不可靠的传输信道改造成可靠的传输信道,采用差错检测和帧确认技术,传送带有校验信息的数据帧。

1.2.2 IEEE802 标准

1. CSMA/CD

IEEE802.3 定义了带冲突检测的载波侦听多路访问 CSMA/CD 方式。借助于这种方式,两个或多个站能共享一个公共的总线传输介质。

CSMA/CD 的工作机制可概括为:先听后讲、边讲边听、冲突停止、延迟重发。

2. 几种以太网标准

- ① 10Base-5(粗缆以太网)
- ② 10Base-2(细缆以太网)
- ③ 10Base-T(双绞线以太网)
- ④ 10Base-F(光纤以太网)
- ⑤ 100Base-TX(使用 5 类 UTP 的快速以太网)
- ⑥ 100Base-FX(使用光纤的快速以太网)
- ⑦ 100Base-T4(使用 4 对 3 类 UTP 的快速以太网)
- ⑧ 100Base-T2(使用 2 对 3 类 UTP 的快速以太网)
- ⑨ 1000Base-SX(使用 1 对短波长光光纤的千兆以太网)

3. 现有产品对以太网标准支持情况概述

在工程实践中,标准需要产品的支持。就以太网而言,目前生产的 10 M 和 100 Mb/s 的网卡、集线器和交换机一般都支持 10Base-5、10Base-2、10Base-T、10Base-F、100Base-TX 和 100Base-FX 等几个标准。而支持 100Base-T4 和 100Base-T2 标准的设备则比较少。此外,目前生产的多数 1000Mb/s 设备一般同时支持 1000Base-TX、1000Base-SX 和 1000Base-FX 标准。

需要指出的是,不同速度的以太网具有高度的兼容性,同一以太网中可存在多种数据传输速度。在组建以太网的过程中,不必考虑帧结构的兼容性。

1.2.3 以太网

以太网(Ethernet)最初是由美国施乐公司与美国斯坦福大学合作,于 1975 年设计并实现的一种小型机局域网。这是一种数据传输速率为 2.94 Mb/s 的 CSMA/CD 系统,在 1 000 m 的电缆上连接有 100 多个个人工作站。因为在历史上曾认为电磁波是通过“以太”来传播的,因此,该系统就以“以太”来命名。现在的以太网数据传输速率已达到 1~10 Gb/s。

以太网使用 CSMA/CD 介质访问控制方式,在数据链路层传输的是帧,物理层拓扑结构可以为总线型、星型和树型结构,但其逻辑上却都是总线型结构。例如,10Base-T、100Base-T 等,虽然用双绞线连接时在外表上看是星型结构,但连接双绞线的 Hub 内部

仍然是总线型结构,只是连接每个计算机的传输介质变长了,这种以太网被称为共享式以太网。采用交换机的以太网被称为交换式以太网。它们具有不同的性质。

在局域网中,多个站点同时使用通信介质,可能会发生冲突,为了解决这个问题,将数据链路层划分为两个子层:介质访问控制(Medium Access Control,MAC)子层和逻辑链路控制(Logical Link Control,LLC)子层。其中,MAC子层处理局域网中各站点对通信介质的争用问题,对于不同的网络拓扑结构可以采用不同的方法;而LLC子层隐蔽各种MAC子层的具体实现,将其改造成成为统一的LLC界面,从而向网络层提供一致的服务。这样既可以通过MAC子层解决局域网中各个站点对通信介质的争用问题,又可以通过LLC子层保持局域网与OSI参考模型的衔接。

在以太网中,如果一个结点要发送数据,它以“广播”方式把数据通过总线发送出去,连在总线上的所有结点都能“收听”这个数据信号。由于网中所有结点都可以利用总线发送数据,并且网中没有控制中心,因此,发生冲突将是不可避免的。

在采用CSMA/CD方法的局域网中,每个结点利用总线发送数据时,首先要监听总线的忙闲状态。如果总线已经有数据信号传输,则为总线忙;如果总线没有数据信号传输,则为总线空闲。如果一个结点已准备好发送的数据帧,并且此时总线处于空闲状态,那么它就可以开始发送。但是,此时如果同时有两个或两个以上结点发送了数据,则会产生冲突,因此结点在发送数据时应该进行冲突检测。

所谓冲突检测,就是发送结点在发送数据的同时,将它发送的信号波形与从总线上接收到的信号波形进行比较。如果总线上同时出现两个或两个以上的发送信号,它叠加后的信号波形将不等于任何结点发送的信号波形。当发送结点发现自己发送的信号波形与从总线上接收到的信号波形不一致时,表示总线上有多个结点在同时发送数据,冲突已经产生。如果在发送数据过程中没有检测出冲突,结点在发送结束后进入正常结束状态;如果在发送数据过程中检测出冲突,为了解决信道冲突,结点停止发送数据,随机延时后重发。

1.2.4 交换式以太网

1990年以前,不同的局域网之间是依靠一般的普通网桥进行连接的,它们采用存储转发技术。1990年,一种新型的网桥问世了,这种新型的网桥就是网络交换机,又称网络开关(Switch),它和电话交换机很相似,是一种智能型端口网桥,能提供多条数据传输路径的体系结构。通过它可使数据传输延时大大降低,系统整体吞吐量明显提高,从而大大提高了网络的性能。采用网络交换机将以太网连接起来,交换式以太网就出现了。

交换机设备可以把一个网络从逻辑上划分为几个较小的段。与属于OSI模型第一层的集线器不同,交换机属于OSI模型第二层(数据链路层),而且,它还能够解析出MAC地址信息。从这个意义上讲,交换机与网桥相似。但事实上,它相当于多个网桥。交换机的所有端口都共享同一指定带宽。事实证明了这种方式确实比网桥性价比高。交换机的每一个端口都扮演一个网桥角色,而且每一个连接到交换机上的设备都可以有自己专用的信道。从以太网观点来看,每一个专用信道都代表了一个冲突检测域,冲突检测域是一种从逻辑或物理意义上划分的以太网网段,在一个段内,所有的设备都要检测和处

理数据传输冲突。

1.3 计算机网络常用通信协议

1.3.1 NetBEUI/NetBIOS 协议

NetBEUI(NetBIOS Extended User Interface, NetBIOS 下的扩展用户接口)是一种体积小、效率高、速度快的通信协议,由 IBM 公司于 1985 年推出,是 NetBIOS 的改进版。该协议特别适用于局域网段内部的通信。

在微软的主流产品(如 Windows 9X 和 Windows NT)中,NetBEUI 会自动与网卡连接,连接在网络上的计算机就能够自动利用其功能与其他计算机进行通信。微软之所以选择 NetBEUI,主要是因为它在工作时占用的内存少,速度快。

NetBEUI 适合用于小型网络,但是在大型网络中,NetBEUI 不能很好地发挥其效能。因为 NetBEUI 用计算机名作为网络地址,这样网络中就不能出现彼此同名的计算机,而在大型网络中,很难保证计算机彼此不同名。

此外,NetBEUI 是不可路由协议,不支持跨越路由器的通信。

基于上述认识,在网络中选择通信协议时,通常将 NetBEUI 与一种可路由协议(如 TCP/IP)配套使用,并以 NetBEUI 为主协议。当在局域网网段内部进行通信时,使用 NetBEUI,当需要进行跨越网段的通信时,则使用其他的可路由协议。

1.3.2 IPX/SPX 协议

Windows NT 中提供了两个与 IPX/SPX 兼容的协议:“NWLink IPX/SPX 兼容传输协议”和“NWLink NetBIOS”,两者统称为“NWLink 通信协议”。NWLink 协议是 IPX/SPX 协议在微软网络中的实现,它一方面拥有 IPX/SPX 协议的优点,另一方面又能够适应微软的操作系统和网络环境。Windows NT 网络和 Windows 9X 用户可以利用 NWLink 协议获得 NetWare 服务器的服务。当网络从 Novell 平台转向微软平台,或两种平台共存时,NWLink 通信协议是最好的选择。不过,在 NWLink 中,“NWLink IPX/SPX 兼容协议”类似于 Windows 9X 中的“IPX/SPX 兼容协议”,只能作为客户端的协议实现对 NetWare 服务器的访问,离开了 NetWare 服务器,此兼容协议将失去作用;而“NWLink NetBIOS 协议”不但可在 NetWare 服务器与 Windows NT 之间传递信息,而且能够用于 Windows NT 计算机之间、Windows 95/98 计算机之间以及 Windows NT 计算机与 Windows 9X 计算机之间的通信。

1.3.3 TCP/IP 协议

TCP/IP 具有很强的灵活性,支持任意规模的网络,几乎可连接所有类型的服务器和工作站。但其灵活性也为它的使用带来了许多不便,在使用 NetBEUI 和 IPX/SPX 及其兼容协议时都不需要进行配置,而 TCP/IP 协议在使用前需要进行复杂的设置。

使用 TCP/IP 协议的结点至少需要一个“IP 地址”、一个“子网掩码”、一个“默认网