

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

计算机网络300题

张尧弼 翁惠玉 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

计算机网络300题

张尧弼 翁惠玉 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本习题集是作者十多年讲授“计算机网络”课程的积累,由于在教学中选用 Andrew. S. Tenenbaum 教授著的 *Computer Networks* 作为教材,所以本习题集中的有些提法也与原教材一致,但这不会影响选用其他教材的师生参考。

本习题集的章节安排基本与原教材相同,每章前面都把本章内的知识点作了简单的介绍。习题基本上都按选择题(单选)、填空题、简答题和计算题分类,大部分习题都作了详细的说明,对于正确、深入地理解相关网络原理是有帮助的。

本习题集对于正在讲授或学习“计算机网络”课程的教师以及本科生、研究生而言,可作为教学的辅助书籍;此外,由于本习题集中也涉及网络的工程应用,所以对相关网络研究人员、网络工程技术人员也具有相当的参考意义。

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 300 题/张尧弼等编著. —北京:清华大学出版社,2012.10

21 世纪高等学校规划教材·计算机应用

ISBN 978-7-302-28815-2

I. ①计… II. ①张… III. ①计算机网络—高等学校—题解 IV. ①TP393-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103101 号

责任编辑:高买花 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:张雪娇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.75 字 数:332 千字

版 次:2012 年 10 月第 1 版 印 次:2012 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

产品编号:045044-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	覃 征	教授
	王建民	教授
	冯建华	教授
	刘 强	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
	王 珊	教授
中国人民大学	孟小峰	教授
	陈 红	教授
北京师范大学	周明全	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
	赵 宏	副教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
	苗夺谦	教授
同济大学	徐 安	教授
	邵志清	教授
华东理工大学	杨宗源	教授
华东师范大学	应吉康	教授
	乐嘉锦	教授
	孙 莉	副教授
东华大学		

浙江大学

扬州大学

南京大学

南京航空航天大学

南京理工大学

南京邮电学院

苏州大学

江苏大学

中国矿业大学

武汉大学

华中科技大学

中南财经政法大学

华中师范大学

江汉大学

国防科技大学

中南大学

湖南大学

西安交通大学

长安大学

哈尔滨工业大学

吉林大学

山东大学

厦门大学

厦门大学嘉庚学院

云南大学

电子科技大学

成都理工大学

西南交通大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

李 云 教授

骆 斌 教授

黄 强 副教授

黄志球 教授

秦小麟 教授

张功萱 教授

朱秀昌 教授

王宜怀 教授

陈建明 副教授

鲍可进 教授

张 艳 教授

何炎祥 教授

刘乐善 教授

刘腾红 教授

叶俊民 教授

郑世珏 教授

陈 利 教授

颜 彬 教授

赵克佳 教授

邹北骥 教授

刘卫国 教授

林亚平 教授

沈钧毅 教授

齐 勇 教授

巨永锋 教授

郭茂祖 教授

徐一平 教授

毕 强 教授

孟祥旭 教授

郝兴伟 教授

冯少荣 教授

张思民 教授

刘惟一 教授

刘乃琦 教授

罗 蕾 教授

蔡 淮 教授

于 春 副教授

曾华桑 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人: 魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn



前言

随着计算机技术和通信技术这两大支柱的发展与结合,计算机网络技术的发展令世人瞩目,可以说计算机网络已在整个人类社会活动中占据着越来越重要的地位,导致各行业对网络人才的需求越来越多,并且其势头还将继续。

近十年来网络技术的发展更多地体现在网络传输速率越来越快,网络设备的集成度越来越高,网络的应用面越来越宽、越来越深。然而,经典的网络理论依旧,譬如即便当今的局域网几乎全部是交换端口直接上桌面,但共享原理依旧是局域网介质访问的基础。

作者认为“计算机网络”的教学应从数据通信的基本原理开始,结合国际标准化组织 ISO 的开放系统互连(OSI)经典的 7 层参考模型和在 Internet 上的 TCP/IP 参考模型,来讲授网络的体系结构。作者在十多年的网络课程教学中一直选用荷兰阿姆斯特丹 Vrije 大学计算机科学系 Andrew. S. Tenenbaum 教授著的 *Computer Networks* 作为教材,所以本习题集中对有关知识点的提取中包括了 P2P 算法、逆向路径算法等,提法也与原教材一致,例如窗口协议中的协议 5、协议 6、辅助定时器等,但这不会影响选用其他教材的师生参考。

本习题集是作者在上海交通大学计算机系从事“计算机网络”教学十多年的积累,有关的课程信息可访问上海交通大学课程中心网站 <http://cc.sjtu.edu.cn/>,课程资源中的精品课程“计算机网络”。

在教学中,经常需要用一些实例来说明相关的网络原理,以期帮助学生通过网络原理的定性理解和定量分析;同时对学生是否按教学计划的要求掌握了有关教学内容,考试是一种相对比较公平、客观的,并且可以量化的评价标准,这都要求教师对习题有所积累。为此,从我们的积累中选择了一些较具有代表性的习题整理成册并作了比较详尽的说明,希望对从事“计算机网络”教学的教师和学生“计算机网络”的学习中有所帮助。

当然,对某些问题的提法、理解和说明,本习题集未必能做到尽善尽美,不妥之处在所难免,希望能得到广大教师、学生和相关专业读者的批评指正。

作 者

于上海交通大学计算机系

2012 年 5 月

目 录

第 1 章 网络及通信基础	1
1.1 概论	1
1.2 选择题	2
第 2 章 物理层	5
2.1 数据、信号、信道	5
2.2 数字数据的传输	6
2.3 确定物理媒体的最高传输速率	8
2.4 共享物理媒体	9
2.5 模拟数据的数字传输	9
2.6 利用现有的通信网络	10
2.7 选择题	11
2.8 填空题	32
2.9 简答题	36
2.10 计算题	38
第 3 章 数据链路层	41
3.1 数据帧的成帧	41
3.1.1 带字符填充的首尾界符法	41
3.1.2 带位填充的首尾标志法	41
3.1.3 物理层的编码违例法	42
3.2 差错控制	42
3.2.1 差错检测	42
3.2.2 差错处理	43
3.3 流量控制	43
3.3.1 停等协议	43
3.3.2 后退 n 帧的滑动窗口协议	44
3.3.3 选择性重发的滑动窗口协议	44
3.4 数据链路层的数据传输及 HDLC	44
3.5 选择题	45
3.6 填空题	52
3.7 简答题	54

3.8 计算题	56
第4章 介质访问层	61
4.1 CSMA/CD 和二进制指数后退法	61
4.2 以太网	62
4.3 快速以太网 802.3u	63
4.4 千兆以太网 802.3z	63
4.5 数据链路层的交换	64
4.6 无线局域网标准 802.11	65
4.7 选择题	65
4.8 填空题	82
4.9 简答题	84
4.10 计算题	87
第5章 网络层	93
5.1 路由算法	93
5.1.1 距离矢量法(D-V 算法)	93
5.1.2 链路状态法(L-S 算法)	94
5.1.3 逆向路径算法	94
5.2 拥塞控制	95
5.3 网络互联	95
5.4 因特网中的网络层	96
5.4.1 IP 分组格式以及分段和重组	96
5.4.2 IP 地址	96
5.4.3 子网的划分	96
5.4.4 无类域间路由	97
5.4.5 网络地址转换	98
5.4.6 因特网控制信息协议	98
5.4.7 地址解析协议	99
5.5 选择题	99
5.6 填空题	118
5.7 简答题	124
5.8 计算题	132
第6章 传输层	146
6.1 因特网中的传输层协议	146
6.2 TCP 的连接建立与释放	147
6.3 TCP 的差错控制	148
6.4 TCP 的流量控制	148

6.5	TCP 的拥塞控制	148
6.6	选择题	149
6.7	填空题	156
6.8	简答题	158
6.9	计算题	162
第 7 章	应用层	163
7.1	简单网络管理协议	163
7.2	域名解析系统	164
7.3	电子邮件系统	165
7.4	万维网系统	166
7.5	选择题	166
7.6	填空题	176
7.7	简答题	179
第 8 章	网络安全	182
8.1	加密技术	182
8.2	完整性控制	183
8.3	身份认证	184
8.4	数字签名	184
8.5	选择题	185
8.6	填空题	188
8.7	简答题	189
8.8	计算题	189
第 9 章	综合题	192
9.1	选择题	192
9.2	填空题	199
9.3	简答题	200

第1章

网络及通信基础

1.1 概论

计算机网络是由不同通信媒体和中继设备连接的、物理上独立的多台计算机组成的、将需传输的数据分成不同长度的分组进行传输和处理的系统。计算机网络的结构如图 1-1 所示,图中的 R 是数据交换设备,H 是计算机。

计算机是信息传输的源和目的,网络中的每台计算机都被连接到某一个中继设备。中继设备用于帮助计算机传递信息,中继设备互相连接形成一个通信子网。计算机和中继设备、中继设备和中继设备之间的传输媒体可分为有线和无线两大类。

有线媒体一般有光缆、同轴电缆和双绞线等;无线

媒体有微波、红外、蓝牙等。中继设备上的转发方式通常有分组交换和虚电路交换。虚电路交换在发送数据前先要查找一条从源计算机到目的计算机的路径,然后将要传输的数据分成一个个小的数据片,沿着这条路径从源计算机传输到目的计算机。分组交换不需要事先找好路径,而是在数据到达每个站点后再查找下一站的地址,一站一站往下送,无论数据传输过程要跨越多少个中继设备,只要下一站不忙,该数据即送至下一站。

要实现网络通信,计算机和中继设备上要有一定的软件支持,计算机网络的这些支持软件称为网络协议。网络协议是互相通信的计算机之间的一种约定,这种约定非常繁复,因此通常将它们分成若干个小问题来解决。最经典的划分方式是 ISO(International Organization for Standardization, 国际标准化组织)提出的开放系统互连参考模型(Open System Interconnect Reference Model, OSI-RM),该模型如图 1-2 所示。

该模型将网络通信系统划分成 7 个层次。物理层是通信设备(包括主机)与传输媒体的接口,完成传输媒体上的信号与二进制数据间的转换。数据链路层提供相邻两个节点之间的可靠传输。数据链路层把数据分成帧,通过保证每个帧的正确传输来保证整个数据传输的正确性。网络层提供的是路径查找功能,提供从源计算机到目的计算机的传输路径。传输层提供的是端到端的可靠服务,即源计算机上的发送进程到目的计算机上的接收进程之间的可靠传输。会话层用于建立和维护发送进程和接收进程之间的会话机制。表示层关心的是信息的语义和语法,用于两台机器之间不同的语义和语法的转换。应用层提供的是与

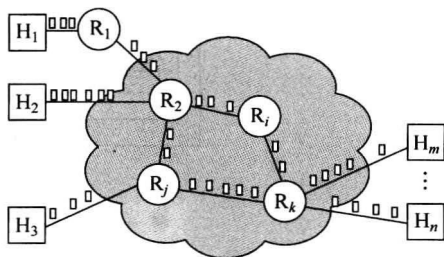


图 1-1 计算机网络的结构

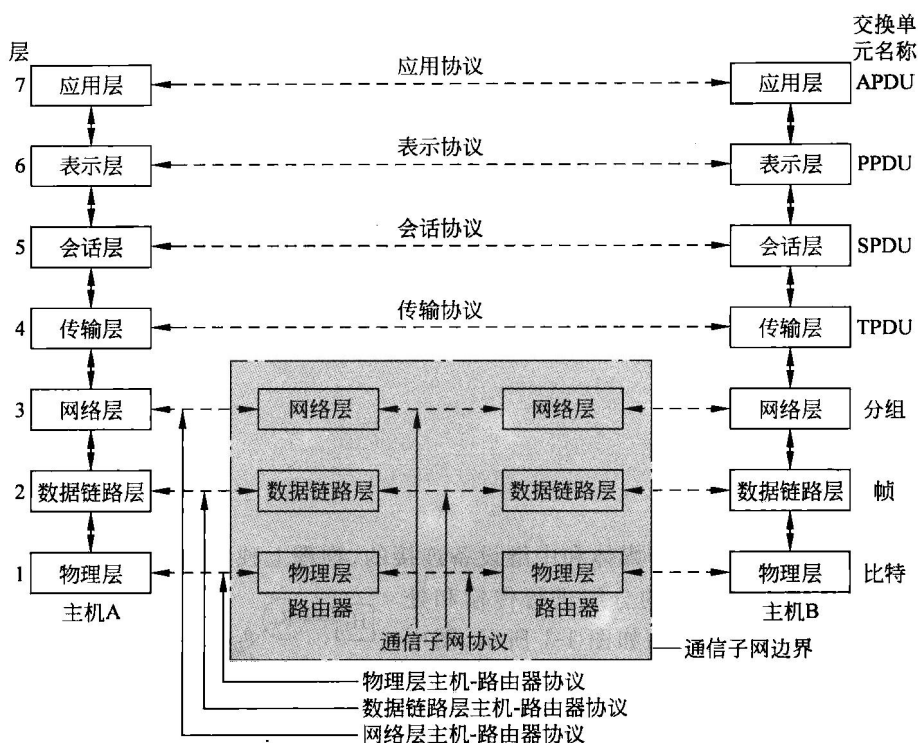


图 1-2 OSI 七层模型

某一特定应用有关的一些约定。

OSI 七层模型给出了完整的计算机网络必须完成的任务，大多数现有的网络协议都是按照这七层协议开发的，但实现过程中都会有一些不同的处理技术，形成了市场上不同的网络产品。同种网络产品之间能够互相通信，而不同网络产品之间则不能通信。为了使不同的网络产品之间也能够互相通信，业界产生了 TCP/IP 协议。TCP/IP 协议是一种网络互联协议，其关心的是不同的网络之间如何通信。TCP/IP 协议由 4 层组成，如图 1-3 所示。

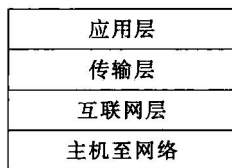


图 1-3 TCP/IP 协议模型

TCP/IP 并不关心具体的点到点之间的可靠传输，这个工作已由具体的网络协议完成，TCP/IP 只提供了与这些具体网络的接口。TCP/IP 协议中最关键的是互联网层，它完成了不同的网络之间的互相转换。传输层和应用层的功能与 OSI 七层协议中的传输层和应用层类似。TCP/IP 协议没有表示层，表示层的功能被融入了应用层。TCP/IP 也没有会话层，会话层的功能被融入了传输层。

1.2 选择题

(1) 按照 OSI 模型，网络功能被分为 7 层。在一个路由器设备中为完成路由功能，通常必须实现的协议层是_____。

A. 物理层、数据链路层、路由层

B. 物理层、数据链路层、网络层

C. 物理层、数据链路层、会话层

D. 物理层、数据链路层

正确选择: B

说明: OSI 模型将网络协议定义为 7 层,自上而下分别为应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层,路由器是网络层的数据交换设备,网络层的协议数据单元(Protocol Data Unit,PDU)是分组(Packet),如在 Internet 中,路由器处理的数据单元是 IP 包。要完成分组的交换必须有物理层和数据链路层的支持,而对于封装在 IP 包中的上层数据则不必处理,所以路由器必须具备的协议栈仅为下 3 层,即物理层、数据链路层和网络层。

根据说明,本题中,选择项 B 是正确选择。

(2) 所谓网络协议是一组_____。

A. 数据帧传输规则的约定

B. 通信原语的语法和语义的定义

C. 端到端数据传输实体之间的发送和接收数据的格式和次序的定义

D. 包括上述所有的定义

正确选择: D

说明: 所谓网络协议是网络中发送方和接收方为保证数据传输的正确、可靠而定义的规范、约定等,由于网络模型的定义是一个协议栈,网络强调的是对等实体的数据传输,不同协议层其处理的协议数据单元不同,对等实体的规范和约定也不同。

根据说明,本题中:

选择项 A: 叙述的是数据链路层的约定,属于网络协议,但不是全部。

选择项 B: 叙述的是会话层和表示层的定义,也属于网络协议,但不是全部。

选择项 C: 叙述的是传输层的定义,也属于网络协议,但不是全部。

选择项 D: 网络协议应该是所有网络协议层的规范和约定,叙述正确。

所以,选择项 D 是正确选择。

(3) 在 TCP/IP 模型中,没有定义数据链路层和物理层是因为_____。

A. 在以 TCP/IP 协议为基础的 Internet 所包含的局域网中没有数据链路层和物理层

B. 在 TCP/IP 模型中已经隐式地包含了数据链路层和物理层的定义

C. 在对 TCP/IP 模型的定义中已声明其数据链路层和物理层采用 OSI 的协议

D. TCP/IP 模型是网络互联的模型,是已构建好的局域网的互联模型,而只有在局域网的构建中才需要考虑数据链路层和物理层

正确选择: D

说明: OSI 定义了网络的七层模型,是一个非常经典的定义,对网络的构建及其互联都提出了很多实用的方法,而 TCP/IP 模型是当今唯一成功使用在 Internet 上的网络模型,两个模型没有长短,只有互补,可以说,OSI 模型更多地体现了经典的网络理论,而 TCP/IP 模型则是网络理论的成功实现。

根据说明,本题中:

选择项 A: Internet 把世界上几乎所有的局域网都互联了起来,而任何一个局域网都包含数据链路层和物理层,题中的叙述错误。

选择项 B: TCP/IP 模型是网络的互联模型,它不涉及局域网本身是如何构建的,所以

TCP/IP 模型没有包含对数据链路层和物理层的定义,题中的叙述错误。

选择项 C: TCP/IP 模型没有作过此声明,更何况 OSI 协议只是指出了抽象的规范,不是一个具体实现的协议,题中的叙述错误。

选择项 D: TCP/IP 模型是局域网的互联模型,是如何实现已构建好的局域网的互联,而只有在局域网的构建中才需要考虑数据链路层和物理层,叙述正确。

所以,选择项 D 是正确选择。

(4) 下列关于 TCP/IP 协议族的叙述中,_____是错误的。

- A. 在 Internet 中包含着很多不同物理实现的网络(局域网),尽管物理实现是不同的,但在其各自数据链路层中的 LLC 子层却能面对同样的网络层
- B. TCP/IP 协议族中的 IP 协议,其基本任务是尽力而为地通过 Internet 把 IP 分组送达目的主机,然而,它也有力不从心的时候,此时,它只能简单地把 IP 分组丢弃
- C. 在 Internet 中,主机网络接口的标识是 IP 地址
- D. TCP/IP 协议族分成 4 个层次:数据链路层、网络层、传输层、应用层

正确选择: D

说明: Internet 是一个面向无连接的互联网络协议, TCP/IP 协议族是一组协议, IP 协议的宗旨是尽力而为地把 IP 分组送达目的主机,不会轻易放弃努力,但也不提供可靠性的保证,即如果网络出现拥塞等情况,它将会简单地丢弃相关的分组。 Internet 中任何一台主机都有区别于其他主机的唯一的标识,即 IP 地址,所以, IP 地址在整个 Internet 中具有唯一性,不同的 IP 地址标志着不同的主机接口。 TCP/IP 网络模型是将已建成的物理网络(局域网)实现互联的模型,包括 IP 层(网际互联协议)、TCP 层(数据传输协议)和应用层(应用层包括的很多应用都有相对应的具体协议),但对于局域网的组建, TCP/IP 模型没有定义,所以凡是能挂接到 Internet 上的局域网,无论其物理实现如何,都必须实现面对相同的 IP 接口,为此, 802 工作组定义了一个 IEEE 802.2 的标准,即逻辑链路控制(Logical Link Control, LLC)子层的协议。

根据说明,本题中:

选择项 A: 是不同物理网络中的 LLC 子层掩盖了各自实现上的差异,叙述正确。

选择项 B: IP 协议是尽力而为的协议,如果它力不从心,则丢弃 IP 分组,甚至不给通知(是 ICMP 协议为 IP 协议作了补充),叙述正确。

选择项 C: IP 地址是 Internet 中任何一台主机的网络接口的唯一标识,叙述正确。

选择项 D: 作为 Internet 中已构建网络的互联协议, TCP/IP 协议族中没有定义数据链路层,所以题中的叙述错误。

所以,选择项 D 是正确选择。

第2章

物理层

物理层主要解决的问题是将一台机器上的数据传送到由物理媒体直接相连的另一台机器上。计算机是一种数字设备,在计算机上,任何信息都被表示成一个二进制的比特串,因此物理层的任务就是将一台机器上的二进制比特串传送到另一台机器上。

二进制比特串是通过物理媒体传送的,必须将 0、1 两个值变成物理媒体上的两个不同的信号。因此,物理层主要涉及的问题有:

- (1) 用什么样的信号表示 0 和 1,信号的持续时间有多长;
- (2) 如何提高信道的传输效率;
- (3) 物理媒体的最高数据传输速率是多少;
- (4) 如何共享物理媒体;
- (5) 如何让计算机传送模拟信息;

(6) 如何利用现有的通信网络,如 PSTN(Public Switch Telephone Network,公共交换电话网)和 CATV(Cable Television,有线电视)网传送计算机信息。

2.1 数据、信号、信道

数据有模拟数据与数字数据之分;信号有模拟信号与数字信号之分;信道也有模拟信道与数字信道之分。

模拟数据是某区间内连续的数据,如实测的温度、自然界的声音等;数字数据则是不连续的,如内存中存放的二进制数据等。

模拟信号以正弦波最为典型,其物理特性包括幅值、频率和相位;数字信号以方波最为典型,其物理特性包括电平、周期和占空比。

信道是由传输线路(空间也属于传输线路)和线路两端的发送和接收设备组成的。模拟信道的两端是模拟信号的发送设备和模拟信号的接收设备,而数字信道两端则是数字信号的发送设备和数字信号的接收设备。

信号是数据的表示形式,是数据的载体,或称数据的电磁或电子编码,它使数据能以适当的形式在介质上传输。

传输数字数据称为数字传输,传输模拟数据称为模拟传输。数字数据可以在数字信道上传输,也可以在模拟信道上传输。模拟数据可以直接在模拟信道上传输,也可以将模拟数据转换成数字数据用数字传输方式传输。

模拟信道实现模拟传输：将模拟数据转换成模拟信号传输。典型的应用是传统的电话系统，送话人的声音叠加到载波信号（模拟信号）上，从发送端送到目的端，传输途中的干扰是难免的，所有的干扰都将带给受话人，从这个意义上讲，距离越远，送达目的端的信号越差。

模拟信道实现数字传输：将数字数据转换成模拟信号传输。典型的应用是通过 Modem (Modulate and Demodulate) 拨号上网，其中涉及的技术是调制与解调，现在家庭用户的宽带上网也属此类。

数字信道实现数字传输：将数字数据表示成数字信号传输。典型的应用是局域网中的数据传输，其中涉及的技术是编码，包括曼彻斯特编码、4B/5B 编码等。

模拟数据实现数字传输：将模拟数据通过采样、量化和编码变成数字数据后再传输。典型的应用是电话用户的话音信号到达局端并经转换成数字数据后再继续传输，其中涉及的技术是 PCM (Pulse Code Modulation, 脉冲编码调制)，电话局端的 CODEC (CODing and DECoding, 编解码器) 使用的就是 PCM 技术，将模拟的话音信号经采样、量化、编码生成具有一定精度的二进制数字数据，然后以数字数据的形式传输。

2.2 数字数据的传输

数字数据可以用模拟信号表示，也可以用数字信号表示。

当采用模拟信号表示时，用模拟信号的不同特征区分 0 和 1。最简单的调制方法是采用标准载波的某个物理特性（幅值、频率、相位）的两个值分别表示二进制数字数据“0”和“1”，这就是幅度调制 (ASK)、频率调制 (FSK) 和相位调制 (PSK)。

幅度调制 (Amplitude Shift Keying, ASK) 可以用标准载波信号的两个不同幅值分别表示二进制数字数据的“0”和“1”。

频率调制 (Frequency Shift Keying, FSK) 可以用标准载波信号的两个不同频率分别表示二进制数字数据的“0”和“1”。

相位调制 (Phase Shift Keying, PSK) 可以用标准载波信号的两个不同相位分别表示二进制数字数据的“0”和“1”。

当然也可以组合使用两种或多种调制方式，以表示多位二进制数字。例如从图 2-1 中可以看出，在坐标平面上有 8 个信号点，每个信号点都具有两个参数：幅值和相位（周期都是 2π ），其中在同一圆周上的 4 个点，其幅值都相同，但这 4 个点的相位分别是 $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ 、 $5\pi/4$ 、 $7\pi/4$ ，即没有任何两个信号点的幅值和相位同时相同，所以这 8 个信号点可以用于表示 8 个二进制数：000、001、010、011、100、101、110、111，其调制方式是调幅加调相，即 ASK+PSK。

当采用数字信号时，常用的编码方式有不归零制编码 (NonReturn-to Zero, NRZ)、曼彻斯特编码 (Manchester Encoding)、差分曼彻斯特编码 (Differential Manchester Encoding)、4B/5B 编码、8B/10B 编码等，此处仅简单介绍不归零制编码、曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码和 4B/5B 编码。

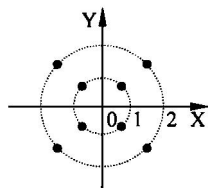


图 2-1 调幅加调相的组合调制