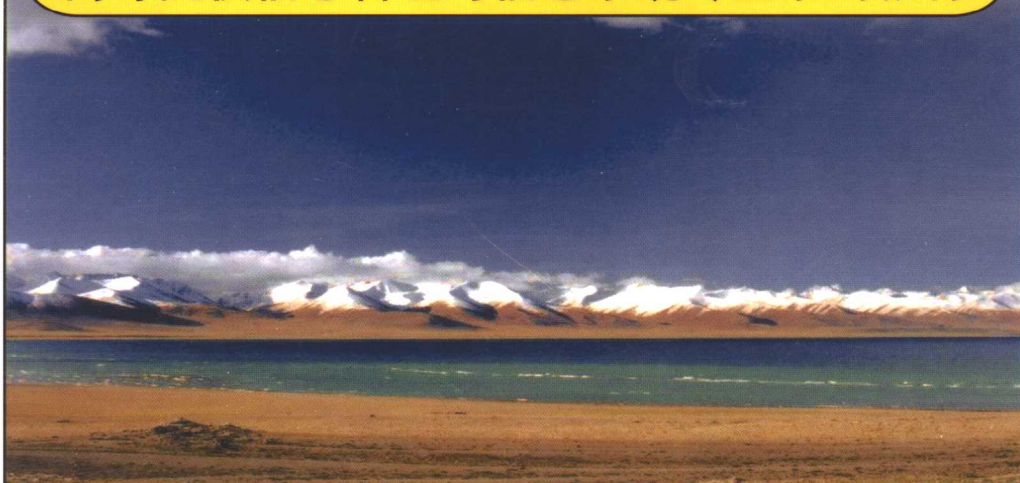


高等院校信息管理与信息系统专业系列教材



计算机网络教程 题解与实验指导

黄叔武 刘建新 主编

清华大学出版社



高等院校信息管理与信息系统专业系列教材

计算机网络教程题解 与实验指导

黄叔武 刘建新 主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是《计算机网络教程》的习题解答和上网实验指导。题解部分除对《计算机网络教程》中的习题做了较详细的解答外,还补充了一些习题和题解,以便读者掌握其基本内容。上网实验指导部分结合教程的知识结构和当前网络工程中的实际需要,共设计 10 个上网实验,供读者在学习教程的过程中配合使用。

本书可作为信息管理与信息系统、计算机应用等专业本科计算机网络课程的辅助教材,也可供广大工程技术人员和管理人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络教程题解与实验指导/黄叔武,刘建新主编. —北京:清华大学出版社,2006.5
(高等院校信息管理与信息系统专业系列教材)

ISBN 7-302-12539-2

I. 计… II. ①黄… ②刘… III. 计算机网络—高等学校—教学参考资料 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 009654 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:范素珍

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:17.5 字数:411 千字

版 次:2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-12539-2/TP·8021

印 数:1~3000

定 价:23.00 元

出版说明

20 世纪三四十年代,一直摸索着前进的计算技术与刚走向成熟的电子技术结缘。这一结合,不仅孕育了新一代计算工具——电子计算机,还产生了当时谁也没有料到的巨大效应:电子计算机——这种当初为计算而开发出来的工具,很快就超出计算的范畴,成为“信息处理机”的代名词;人类开始能够高效率地开发并利用信息;信息对人类社会的作用得以有效地发挥,并逐步超过材料和能源成为人类社会的重要支柱;信息产业急剧增长,信息经济高速发展,社会生产力达到了新的高度;人们的信息化意识不断加强,人类在信息资源方面开始更加激烈地竞争,社会发展走上信息化轨道。

科学技术是第一生产力,教育是基础。为了加速社会信息化的过程,以培养信息资源开发人才为目标的信息管理与信息系统专业应运而生。

从与信息有关的学科纵向来看,信息管理与信息系统处于信息学、信息技术、信息管理、信息经济、信息社会学这个层次的中间,它下以信息学和信息技术为基础,上与信息经济和 Information 社会学相关联。从其涉及的学科横向来看,它处在管理学、信息科学与技术、系统科学等有关学科领域的交叉点上。它对技术有极高的要求,又要求对组织的深刻理解和行为的合理组织,反映了科学与人本融合的特点。这种交叉和融合正是信息管理与信息系统的最重要特征,是别的学科或专业难以取代和涵盖的。

我国的信息管理与信息系统专业创建于 20 世纪 70 年代末。在不到 20 年的时间里,已发展到 150 多个点,成为培养信息化人才的主要摇篮。其发展速度之快、影响之深远已令世人和学术界刮目相看。

然而,作为一个新的学科,这个专业的课程体系、教学内容以及教学方法都需要经历一个逐步完善、逐步成熟的过程。特别是教材的建设更需要经过长期的实践和探索。没有这样一个过程,具有专业特点并符合中国实际的教材是不可能产生的。近 20 年来大家一直在课程体系的建设和完善有自己专业特点的教材方面不断进行探讨。1991 年全国 10 所财经类院校的经济信息管理专业负责人会聚在太原召开第一次教学研讨会。以后,1993 年在大连、1995 年在武汉、1997 年在烟台,又有更多的院校参加了这一研讨。在讨论中,各校同仁一致认为,教材建设是当务之急,它不仅直接体现和落实培养目标,同时也是学科建设的根本所在。目前一些课程缺乏专业特点,简单搬用其他专业教材的状况亟待改变。在武汉会议上,这一共识得到了与会的国家教委有关部门负责同志的赞许,清华大学出版社也对此表示了热情的支持。会议确定了首批计划编写八九本教材,由张基温教授主持实施,由清华大学出版社出版。在实施过程中,还聘请了魏晴宇、陈禹两位教授作为顾问。

经过两年多的工作,在全国许多高等院校的同仁共同努力下,其中 7 本已完成初稿。我们希望这批教材的问世,能够起到抛砖引玉的作用,对各校信息管理与信息系统专业的建设与发展有所裨益。

近 20 年来的实践使我们对信息管理与信息系统专业的重要性和困难有了切身的体会。

一方面,席卷全球的信息化大潮把信息管理推到了时代发展的前沿,信息、信息管理、信息系统已经成为全社会关注的热点。这为信息管理与信息系统专业的建设创造了良好的外部条件,提供了难得的机遇。另一方面,信息技术的迅速发展与普及,多种社会经济因素的互相渗透和影响,前所未有的许多新问题、新情况的出现,又给这个专业的发展带来了很大的困难。我们深感责任之重大和任务之艰巨。在这套教材问世之时,我们再次表示这样一个心愿:希望与全国的同行共勉,为祖国信息化建设的宏伟事业多添一块砖,多加一片瓦,多出一份力,培养出更多的优秀人才。

由于如上种种原因,这套教材当然不会是完整的,也不会是完美的。它必然要不断补充、不断修改、不断完善。因此,对于它的任何修改意见,都是我们非常盼望的。希望能够在这套教材出版后,收到更多的意见和建议,使之逐步走向成熟。

全国高等院校计算机基础教育研究会
财 经 信 息 管 理 专 业 委 员 会
信息管理与信息系统专业教材编委会

1997年8月

前 言

计算机网络是一门理论性和实用性均很强的学科,只有通过做习题和上网实践,才能掌握其基本理论和使用方法。为了便于教学,我们编写了《计算机网络教程题解与实验指导》。计算机网络实验可与课堂教学并行开设,以便起到互相促进的作用。

全书分两部分:第1部分对《计算机网络教程》一书的习题做了解答,并补充了部分内容,这有助于读者加深对相应内容的理解。第2部分为上网实验指导。实验1和实验2介绍基本的网线制作和基本局域网构造,使读者能够了解网络的基本常识和基本概念。实验3和实验4则主要介绍常用网络工具和网络协议分析工具,在后续的实验中会经常使用这些工具测试网络的运行状况以及深入分析协议的数据流程。实验5和实验6分别介绍了当前因特网中最为流行的两个应用,即Web服务和FTP服务的主流服务器软件,以及它们的安装、配置和使用。实验7介绍了DNS服务器的建立,DNS是因特网上必不可少的服务,希望读者能从这个实验中了解整个因特网域名解析体系的结构和工作机制,以及如何为一个区域创建DNS服务。实验8介绍了简单网络管理协议SNMP工具及使用,要求读者能够通过设备的MIB读取或修改所需要的设备管理信息。实验9和实验10主要介绍两种常用网络设备交换机和路由器的基本操作,交换机部分要求读者掌握VLAN的概念和建立方法,路由器部分要求理解路由的概念和所介绍的两种路由建立方式:静态配置和RIP协议。在每个实验后面提供了相应的参考文献,供感兴趣的读者在完成实验后深入学习使用。

本书第1部分的第1章至第8章由黄叔武、罗鸿儒和郭风编写,第1部分的第9、10两章和整个第2部分由刘建新和王秀云编写。

由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者指正。

编者

2006年3月

目 录

第 1 部分 《计算机网络教程》题解

第 1 章 计算机网络概论	2
第 2 章 计算机网络体系结构与协议	16
第 3 章 计算机局域网	33
第 4 章 广域网	45
第 5 章 网络互联	49
第 6 章 因特网的运输层与应用层	68
第 7 章 异步传递方式 ATM 技术	81
第 8 章 计算机网络的安全	89
第 9 章 网络操作系统	99
第 10 章 计算机网络规划设计与实施	102

第 2 部分 《计算机网络教程》实验指导

实验 1 网线制作	112
实验 2 组建小型局域网	119
实验 3 协议分析软件的使用	128
实验 4 常用网络工具	146
实验 5 Web 浏览器和服务器的安装与使用	164
实验 6 FTP 服务器的安装与使用	194
实验 7 建立 DNS 服务器	216
实验 8 SNMP 网络管理	240
实验 9 交换机和 VLAN 的基本配置	250
实验 10 路由器的基本配置	259
参考文献	270

第 1 部分

《计算机网络教程》题解

第1章 计算机网络概论

1-1 计算机网络的发展可划分为几个阶段？每个阶段各有何特点？

答：计算机网络可分为以下 4 个阶段：

(1) 面向终端的计算机通信网：其特点是计算机是网络的中心和控制者，终端围绕中心计算机分布在各处，呈分层星状结构，各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源。计算机的主要任务是进行批处理，在 20 世纪 60 年代出现分时系统后，则具有交互式处理和成批处理能力。

(2) 分组交换网：分组交换网由通信子网和资源子网组成，以通信子网为中心，不仅共享通信子网的资源，还可以共享资源子网的硬件和软件资源。网络的共享采用排队方式，即由结点的分组交换机负责分组的存储转发和路由选择，给两个进行通信的用户断续（或动态）分配传输带宽，这样就可以大大提高通信线路的利用率，非常适合突发式的计算机数据传输。

(3) 形成计算机网络体系结构：为了使不同体系结构的计算机网络都能互联，国际标准化组织 ISO 提出了一个能使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架——开放系统互连基本参考模型 OSI。这样，只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以和位于世界上任何地方的、遵循同一标准的其他任何系统进行通信。

(4) 因特网时代：其特点是：①网络的增长速率最快、规模最大、覆盖全球；②采用多级结构，分网络接入点 NAP、国家主干网、地区因特网服务提供者 ISP、本地 ISP 和校园网（或企业网或家庭 PC 机上网用户）共 5 级；③传输速率高，端到端的传输速率将超过 100Mbps 甚至 10Gbps；④网络管理功能强，方便广大非网络专业人员对网络的使用；⑤采用多种先进的网络服务技术，提供诸如远程教育等多种应用。

1-2 试说明计算机网络由哪几部分组成？各部分的主要功能是什么？

答：计算机网络从功能上讲由资源子网和通信子网两部分组成。

(1) 资源子网提供访问网络和处理数据的能力，实现网络资源的共享。它由各种硬件（主机和外设）和软件（网络操作系统和数据库系统）所组成。主机是资源子网中的主体，在主机中除了安装有本地操作系统外，还配有网络操作系统、各种用户软件、网络数据库和各种工具软件。

终端设备是用户与网络之间的接口，用户可以通过终端访问网络，取得网络服务。终端和主机一样，是网络的信源和信宿。

网络操作系统是建立在各主机操作系统之上的一个操作系统，用于实现在不同系统之间的用户通信、全网硬件和软件资源的共享，并向用户提供统一的、方便的网络接口，以便用户使用网络。

网络数据库系统是建立在网络操作系统之上的一种数据库系统，它可以集中地驻留在一台主机上（集中式网络数据库系统），也可以分布在多台主机上（分布式网络数据库系统），

向网络用户提供存、取、修改网络数据库系统中数据的服务,实现网络数据的共享。

(2) 通信子网提供网络通信功能,完成主机之间的数据传送任务,它由交换部分和传输部分组成。交换部分指结点处理机或分组交换机,负责数据的发送、接收与转发,涉及路由选择、避免拥塞及有效地使用资源等。传输部分指传输链路及其设备,负责数据的传输。

1-3 计算机网络的拓扑结构有哪几种? 不同拓扑结构的网络对通信进行控制的方法有什么不同?

答: 计算机网络的拓扑结构是指通信子网中转发结点的几何连接形式,可分为以下 5 类:

(1) 星状: 所有结点都与中心结点相连,采用集中控制,即任何两个结点之间的通信都要通过中心结点进行转发。

(2) 总线状: 网络中各站都是平等地连接到一条共享的总线上。信道的共享采用分散控制,每个站发送的信号都可以传到总线的每一个站,但按目的地址接收。由于只有单一的共享信道,当两个或更多的站同时发送信息时就产生了冲突。为了避免冲突,一个时刻只能有一个站发送信号,所有要发送信号的站通过某种仲裁协议分时地使用共享信道。总线网可以使用两种协议,一种是载波监听多点接入冲突检测 CSMA/CD 访问控制规程,另一种是令牌传送总线协议。

(3) 环状: 在环状网中,每台入网的计算机都先连接到一个转发器上,再将所有的转发器通过点到点信道连成环状,所以各工作站也是平等地连接到网上。信道的共享也是采用分散式控制,但网络中的数据是单向流动的,从任一站所发出的数据经环路传送一周以后都返回到发送站进行回收。当数据经过目的站时,目的站根据数据中的目的地址判断出自己是接收站,并把该数据复制到自己的接收缓冲区中。为了控制各站对环路的访问,在环上流通着一个包含特殊数据的令牌。只有得到令牌的站可以发送数据。当一个站发送完数据并回收后,就把令牌向下传送,以便下游的站可以得到发送的机会。当网络中没有数据传送时,环网上只有令牌流通。

(4) 树状: 在实际建造一个较大型网络时,往往采用多级星状网络,将多级星状网络按层次方式排列,即形成树状网络。网络的最高层是中央处理机,最低层是终端,而其他各层可以是多路转换器、集中器或部门用计算机。树状网络是总线网的变型,都属于使用广播信道的网络。信息交换主要在上、下层结点之间进行,相邻及同层结点之间一般不进行数据交换。

(5) 网状: 将多个结点交换机(也称接口信息处理机 IMP)通过点到点信道连接成不规则的网状,即成网状通信子网。凡需入网的计算机都应连接到 IMP 上,而各计算机之间必须通过通信子网,采用存储转发方式方能通信。

1-4 简述计算机网络的定义、分类和功能。

答: (1) 目前常用的计算机网络的定义是: 计算机网络是用通信线路将分散在不同地点并具有独立功能的多台计算机系统互相连接、按照网络协议进行数据通信、实现资源共享的信息系统。这里强调计算机网络是在协议控制下实现计算机之间的数据通信,网络协议是区别计算机网络与一般计算机互联的标志。

也可以把计算机网络简单地定义为“一组自主计算机系统的互联”。对这一定义作如下

简单解释:

① 被连接的计算机应自成一个完整的系统,即有自己的 CPU、主存储器、终端,甚至辅助内存,还有完善的系统软件(如操作系统等),能单独进行信息处理和加工。

② 自主性是指联网的计算机之间存在制约控制关系。

③ 一般的外部设备不能直接挂在网上,只有直接接受一台计算机控制的外部设备,通过该台计算机的联网而成为网上资源。

④ 计算机之间的互联通过通信设备及通信线路实现,其通信方式多种多样,通信线路分有线(如双绞线、同轴电缆等)和无线(如微波、卫星通信等)。

⑤ 要有功能完善的网络软件支持,如网络操作系统,由它控制与协调网络资源的分配、共享等。

⑥ 联网计算机之间的数据交换要有共同语言,共同语言由事先约定的一套通信协议来实现。

(2) 计算机网络可以从不同的角度进行分类:

① 根据网络的交换功能分为电路交换、报文交换、分组交换和混合交换;

② 根据网络的拓扑结构可以分为星状网、树状网、总线网、环状网、网状网等;

③ 根据网络的通信性能可以分为资源共享计算机网络、分布式计算机网络和远程通信网络;

④ 根据网络的覆盖范围与规模可分为局域网、城域网和广域网;

⑤ 根据网络的使用范围分为公用网和专用网。

(3) 计算机网络的功能:

① 数据传送是计算机网络的基本功能,正是这一功能才能实现计算机之间传送各种信息(包括文字、声音、图像等)以及对地理位置分散的单位进行集中管理与控制。

② 资源共享指共享计算机系统的硬件、软件和数据。

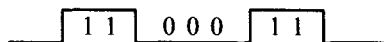
③ 计算机系统的可靠性和可用性得到提高,这是因为计算机网络中的计算机可以互为备用,通过计算机网络均衡各台计算机的负担,避免产生忙闲不均的现象。

④ 容易进行分布式处理,各计算机协同完成各种处理任务。

1-5 试举一个例子说明信息、数据与信号之间的关系。

答:信息是指数据的含义或向人们提供关于现实世界事实的知识,它不随载荷符号形式的不同而改变。而数据为载荷信息的物理符号(或称传递信息的实体),分为模拟数据和数字数据两种。信号是数据的电编码或电磁编码,相应于数据有模拟信号和数字信号两种。

例如,某同学各科平均考试成绩为 99 分,这是一个数据,它表示了这位同学学习成绩优秀(或学习好)这一信息。这一成绩数据在二进制下为 1100011,尽管其形式与十进制 99 不相同,但所表示的信息“学习成绩优秀”没有变化。如果用高电平表示 1,低电平表示 0,则该数据的电编码,即信号的波形为:



1-6 何谓单工、半双工和全双工? 它们分别适用于何种场合?

答:单工又称为单工通信,即只允许数据沿着一个固定方向传输,发送方不能接收,接

收方不能发送。如无线电广播和电视广播都是单工通信。这种方式主要用于数据采集系统。

半双工又称为双向交替通信,即允许数据沿着两个方向传输,但在每一时刻只能沿一个方向传输,如航空和航海无线电台以及对讲机等。这种方式一般用于计算机网络的非主干线路中。

全双工又称为双向同时通信,即通信的双方可以同时发送和接收数据。如现代电话通信提供了全双工传送。这种通信方式主要用于计算机与计算机之间的通信。

1-7 何谓基带传输、频带传输和宽带传输?

答:(1)将数字信号1或0直接用两种不同的电压表示,这种高电平和低电平不断交替的信号称为基带信号,而基带就是这种原始信号所占的基本频带。将基带信号直接送到线路上传输称为基带传输。基带传输要求信道有较宽的频带。

(2)频带传输是指把数字信号调制成音频模拟信号后再传输(显然基带信号经调制后,其频谱搬到较高的频率处),到达接收端后,再把音频信号解调成原来的数字信号。因此频带传输时要求在发送端安装调制器,在接收端安装解调器。在实现全双工通信时,则要求收发两端安装调制解调器 modem。

(3)若将多路基带信号、音频信号和视频信号的频谱分别移到一条电缆的不同频段传输,这种传输方式称为宽带传输。宽带传输所传输的信号都是经过调制后的模拟信号。因此可用宽带传输系统实现文字、声音和图像的一体化传输。在宽带系统中,要用放大器增加传输距离。

1-8 什么是数字通信?什么是数据通信?在数据通信中采用模拟传输和数字传输各有什么优缺点?

答:数据包括模拟数据(取连续值)和数字数据(取离散值)两种。无论信号源产生的是模拟数据还是数字数据,在传输过程中都要变成适合信道传输的信号形式,在数字信道中传输的是数字信号,在模拟信道中传输的是模拟信号。

(1)如果信源发出的是模拟数据并且以模拟信道传输,则叫做模拟通信。如果信源发出的是模拟数据,而以数字信号的形式进行传输,那么这种通信方式叫做数字通信。

(2)如果信源发出的是数字数据,当然也有模拟传输和数字传输两种方式。这时无论是用模拟信号传输或是用数字信号传输都叫做数据通信。可见,“数据通信”是专指信源和信宿中数据的形式是数字的,因此有的书中将数据通信定义为:在不同计算机之间传送表示字母、数字、符号的二进制代码0、1比特序列的过程。至于在信道中传输时,则可以根据需要采用模拟传输方式或数字传输方式。

(3)在数据通信中,若采用模拟传输方式,则数据进入信道之前要经过调制,变换为模拟的调制信号,由于调制信号的频谱较窄,因此信道的利用率较高,而且可以利用已有的线路获得更高的数据传输速率。但是模拟信号在传输过程中会衰减,还会受到噪声的干扰。克服衰减的办法是用放大器将信号放大,但干扰信号也随之放大,当远距离传输时,经多次放大后存在累积误差,这是模拟传输的缺点。

在数字传输方式中,可以直接传输二进制数据或经过二进制编码的数据,也可以传输数字化了的模拟信号。由于数字信号只取有限个离散值,在传输过程中即使受到噪声的干扰,

只要不影响 0 和 1 的判断,就可以用信号再生的方法进行恢复,当传输距离远时,用中继器把信号再生后再传输,不会产生累积误差,对某些数码的差错也可以用差错控制技术加以恢复,所以传输质量较高。另外,数字传输能将声音、数字、图像混合在一个信道传输,可有效地利用设备和已有线路,获得更高的数据传输率,并且数字设备可以大规模的集成,比复杂的模拟设备便宜得多。但是,要能完全实现正确的判断,必须解决收发同步的问题,不能错位,否则会造成全部接收的信息无法识别;另外,传输数字信号比传输模拟信号所要求的频带要宽得多,因而信道利用率较低,不过随着高带宽的卫星信道和光纤信道的发展,这个问题就显得不突出了。

1-9 电视频道的带宽为 6MHz,假定没有热噪声,如果数字信号取 4 种离散值,那么可获得的最大数据率是多少?

答: 根据奈奎斯特(Nyquist)公式: $C = 2W \log_2 N$ 得最大数据率

$$C = 2 \times 6 \times \log_2 4 = 24 (\text{Mbps})$$

1-10 设信道带宽为 3kHz,信噪比为 20dB,若传送二进制信号则可达到的最大数据速率是多少?

答: 根据香农(Shannon)公式,噪声信道的极限数据速率

$$C = W \log_2 (1 + S/N) (\text{bps})$$

因为

$$10 \log S/N = 20 (\text{dB})$$

所以

$$S/N = 100$$

代入香农公式

$$C = 3 \log_2 (1 + 100) \approx 20 (\text{Kbps})$$

即最大数据速率是 20Kbps。

1-11 指出下列说法错在何处? (1)“某信道的信息传输速率是 300Baud”; (2)“每秒 50 波特的传输速率是很低的”; (3)“600Baud 和 600bps 是一个意思”; (4)“每秒传送 100 个码元,也就是每秒传送 100 个比特”。

答: (1) 错误在数据传输速率的单位不是 Baud,应为 bps 或 b/s,而 Baud 为码元的传输速率。

(2) 50Baud 表示每秒传输 50 个码元,即码元的传输速率为 50Baud,不能再冠以“每秒”两字,况且 50 波特的传输速率也不一定很低,因为 N 的大小未确定。

(3) Baud(波特)是码元传输速率的单位,表示每秒传输多少个码元;而 bps 是信息(数据)传输速率的单位,表示每秒传送数据的比特数。因此,600Baud 和 600bps 不是一个意思,只有当码元的离散值个数 $N=2$,即码元取 0 和 1 两个离散值(即一个码元携带 1bit 信息)时,二者在数值上才相等。

(4) 每秒传送 100 个码元就是说信道的码元传输速率是 100 波特,但是波特和比特是两个不同的概念,波特是码元传输速率的单位,而比特是信息量的单位。在数量上也不一定相等,仅当 1 个码元只携带 1bit 的信息量时,这句话才是正确的。

1-12 设码元速率为 1600Baud,采用 8 相 PSK 调制,其数据速率是多少?

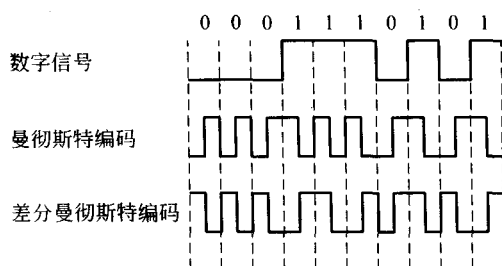
答: 根据码元速率 B 与数据速率 S 的关系 $S = B \log_2 N$,对于 8 相 PSK 调制, $N=8$;代入公式得数据速率

$$S = B \log_2 N = 1600 \log_2 8 = 4800 (\text{bps})$$

1-13 画出比特流 0001110101 的曼彻斯特编码的波形图和差分曼彻斯特编码的波

形图。

答：曼彻斯特编码是将每一个码元分成两个相等的间隔，码元 1 是前一个间隔为高电平，而后一个间隔为低电平，码元 0 正好相反。差分曼彻斯特编码是：若码元为 1，则其前半码元的电平与上一个码元的后半码元的电平一样，若码元为 0 则正好相反。因此，比特流 0001110101 的曼彻斯特编码波形图和差分曼彻斯特编码波形图如图题 1-13 所示。



图题 1-13 两种编码方式的波形图

1-14 设信道误码率为 10^{-5} ，帧长为 10Kbit，(1)若差错为单个错，则在该信道上帧出错的概率是多少？(2)若差错为突发错，平均出错长度为 100bit，则在该信道上帧出错的概率是多少？

答：由于误码率 $P_E = N_E(\text{出错的 bit 数})/N(\text{传送的总 bit 数})$ ，所以

(1) 对差错为单个错的情况：设每传送 X 个帧就有单个错发生，则根据公式有

$$1/(X \times 10\,000) = 10^{-5}$$

即 $X=10$ 。也就是说，信道上每发送 10 帧就有单个错帧发生，即出错概率为 10%。

(2) 对突发性的差错：已知出错长度为 100 位，则根据公式有

$$100/(X \times 10\,000) = 10^{-5}$$

即 $X=1000$ 。也就是说，每发送 1000 帧才有一次突发差错发生，因此出错概率为 0.1%。

1-15 异步和同步两种传输方式的主要区别是什么？

答：异步传输方式与同步传输方式的主要区别：

(1) 传输单位不同。在异步传输方式下，每次传输一个字符，各字符的发送时间间隔是任意的，因此各字符之间异步。而同步传输方式，每次传输一串字符(或数据块)，一个字符(8 位)紧接在另一个字符之后，字符之间没有时间间隔，数据块的大小不定，但各数据块的发送时间间隔任意。

(2) 每次传输的开始与结束标志不同。在异步传输方式下，发送端在每个传输字符的首尾分别设置一个起始位(低电平，相当于数字 0)和一个停止位(高电平，相当于数字 1，5 位字符的停止位为 1.5 位高电平，8 位字符的停止位为 2 位高电平)，分别表示传输字符的开始和结束。发送端按确定的位宽(或固定时钟)发送一个字符中的各位，接收端在识别起始位后，按相同的位宽(或时钟)接收，从而实现收发双方在一个字符内位同步。而同步传输方式，为了使接收端准确地确定一个数据块的开始和结束，发送端对每一个数据块用一个同步字符 SYN(即 01111110)开始，用一个 SYN 结束。接收端在识别 SYN 字符后，便开始接收数据，直至识别另一个 SYN 后为止。至于位同步，同步传输方式有两种方法，一种是外

同步法,即用发送端的同步时钟将接收端的时钟锁定在同步频率上,使收发同步;另一种方法是自同步法,收方从接收到的信号中分离出同步时钟。

1-16 为什么要进行调制与解调? 调制的方法有哪些?

答: (1) 从概念上讲,计算机的数据最好采用数字信道来传送,但是由于世界上几乎没有一个地方没有采用模拟传输技术的电话网,尽管数字传输优于模拟传输,仍需继续使用已存在的模拟电话网。要利用电话网进行数据通信,就必须把从终端设备或计算机送出的数字信号变换为适合于在模拟传输信道上传输的模拟信号,这一过程为调制;通过电话网传输后,还需把模拟信号恢复成数字信号,才能被接收端的计算机接收,这一过程为解调,这就是进行数据通信需要调制解调器的原因。

(2) 调制的基本方法有 3 种:

① 振幅调制方式,即载波的振幅随基带数字信号而变化。

② 频率调制方式,即载波的频率随基带数字信号而变化。

③ 相位调制方式,即载波的初始相位随基带数字信号而变化。

为了达到更高的数据传输速率,还有一种多元制的振幅、相位混合调制方法。

1-17 对于脉冲编码调制 PCM 来说,如果要对频率为 600Hz 的某种语音信号进行采样,传送 PCM 信号的信道带宽为 3kHz,那么采样频率 f 取什么值时,采样的样本就可以包含足够重构原语音信号的所有信息?

答: 根据取样定理可知,只要取样频率不低于语音信号最高频率 f_m 的 2 倍,就可以从取样脉冲信号无失真地恢复出原来的语音信号。今要对 600Hz 的模拟语音信号采样,采用带宽为 3kHz 的信道传送,故取 $f_m = 3\text{kHz}$,取样频率

$$f_0 \geq 2f_m = 2 \times 3 = 6\text{kHz}, \text{取 } f_0 = 6\text{kHz}$$

1-18 试比较共享点到点信道以及共享网络的几种方法的主要特点。

答: (1) 共享点到点信道分为固定分配信道、按需分配信道和按排队方式分配信道 3 种方法。

前两种信道分配方法都采用多路复用技术(空分、时分、频分或波分多路复用),将通信信道分为若干个子信道,不同的是固定分配信道是将各子信道固定地分配给每一对用户,用户想什么时候通信就可以立即进行,但信道利用率太低;而按需分配信道则不将子信道固定分配给用户,而是根据用户的需要(或申请)和信道的空闲情况分配子信道的使用权,通信完毕要立即释放所分配的子信道,以供其他用户再使用。这种信道的分配方法可以大大提高信道的利用率,但网络结点必须增加一定的处理能力,而且当信道较忙时,一部分用户对信道的申请可能会被阻塞掉,若再次申请,则产生时延。后一种信道分配方法(即排队方式分配信道)的主要特点是信道不再划分为子信道,用户想进行通信时,不必再申请信道,而是将欲发送的数据报文划分为具有一定长度的数据单元,送到网络结点的缓冲区中去排队,然后按照到达结点的先后顺序发送。因此,这种信道分配的方式也常被称为统计复用或异步时分复用。排队分配信道方法要付出的代价是,每个数据单元都要带收发两端用户地址的信息而增加额外开销,网络中的各结点必须有一定的存储容量和管理队列的能力。

(2) 共享网络的方法有两种:基于信道的共享和基于排队的共享,分别相当于电路交换和分组交换。前者的主要特点是不论采用固定分配或按需分配信道的方法,通信双方必

须在开始通信之前先建立一条物理信道(或子信道);而后的主要特点是两个进行通信的用户在通信的过程中,不需要完整地占有一条连接这两个用户的端到端的物理通路,数据在链路上是逐段传送的,当数据传到某个结点时,先存储,再转发。基于排队的存储转发网络又分为报文交换网和分组交换网两种,主要区别是传送的数据单元不同。报文交换的数据单元是一个完整的报文,其长度很不一致,而分组交换对数据单元的长度有明确的规定。

1-19 10个9600bps的信道按时分多路复用在一条线路上传输,如果忽略控制开销,那么对于同步(或固定分配)TDM,复用线路的带宽应该是多少?在统计TDM情况下,假定每个子信道有50%的时间忙,复用线路的利用率为80%,那么复用线路的带宽应该是多少?

答:(1)对于同步(或固定分配)TDM,在整个一条线路上的数据传输速率为

$$9600 \times 10 = 96\,000\text{bps}$$

假设该线路具有理想低通矩形特性,且一个码元只携带1bit的信息量,根据奈氏准则,复用线路的带宽 W 满足下式:

$$96\,000 = 2W$$

$$W = 96\,000 \div 2 = 48\,000\text{Hz} = 48\text{kHz}$$

(2)在统计TDM情况下,因为每个子信道有50%的时间忙,复用线路的利用率为80%,对于理想线路,且当一个码元只携带1bit的信息量时,复用线路的带宽 W 应为

$$W = 48\,000 \times 0.5 \div 0.8 = 30\text{kHz}$$

1-20 试从多个方面比较电路交换、报文交换和分组交换的主要优缺点。

答:(1)电路交换:由于电路交换在通信之前要在通信双方之间建立一条被双方独占的物理通路(由通信双方之间的交换设备和链路逐级连接而成),因而有以下优缺点。

优点:

- ① 由于通信线路为通信双方用户专用,数据直达,所以传输数据的时延非常小。
- ② 通信双方之间的物理通路一旦建立,双方可以随时通信,实时性强。
- ③ 双方通信时按发送顺序传送数据,不存在失序问题。
- ④ 电路交换既适用于传输模拟信号,也适用于传输数字信号。
- ⑤ 电路交换的交换设备(交换机等)及控制均较简单。

缺点:

- ① 电路交换的平均连接建立时间对计算机通信来说嫌长。
- ② 电路交换连接建立后,物理通路被通信双方独占,即使通信线路空闲,也不能供其他用户使用,因而信道利用率低。
- ③ 电路交换时,数据直达,不同类型、不同规格、不同速率的终端很难相互进行通信,也难以在通信过程中进行差错控制。

(2)报文交换:报文交换是以报文为数据交换的单位,报文携带有目标地址、源地址等信息,在交换结点采用存储转发的传输方式,因而有以下优缺点。

优点:

- ① 报文交换不需要为通信双方预先建立一条专用的通信线路,没有连接建立时延,用户可随时发送报文。

② 由于采用存储转发的传输方式,使之具有下列优点:

- 在报文交换中便于设置代码检验和数据重发设施,加之交换结点还具有路径选择功能,就可以做到当某条传输路径发生故障时,重新选择另一条路径传输数据,提高了传输的可靠性;

- 在存储转发中容易实现代码转换和速率匹配,甚至收发双方可以不同时处于可用状态。这样就便于类型、规格和速度不同的计算机之间进行通信;

- 提供多目标服务,即一个报文可以同时发送到多个目的地址,这在电路交换中是很难实现的;

- 允许建立数据传输的优先级,使优先级高的报文优先转换。

③ 通信双方不是固定占有一条通信线路,而是在不同的时间一段一段地部分占用这条物理通路,因而大大提高了通信线路的利用率。

缺点:

① 由于数据进入交换结点后要经历存储、转发这一过程,从而引起转发时延(包括接收报文、检验正确性、排队、发送时间等),而且网络的通信量越大,造成的时延就越大,因此报文交换的实时性差,不适合传送实时或交互式业务的数据。

② 报文交换只适用于数字信号。

③ 由于报文长度没有限制,而每个中间结点都要完整地接收传来的整个报文,当输出线路不空闲时,还可能要存储几个完整报文等待转发,要求网络中每个结点有较大的缓冲区。为了降低成本,减少结点的缓冲存储器的容量,有时要把等待转发的报文存在磁盘上,进一步增加了传送时延。

(3) 分组交换: 分组交换仍采用存储转发传输方式,但要将一个长报文先分割为若干个较短的分组,然后把这些分组(携带源、目的地址和编号信息)逐个地发送出去,因此分组交换除了具有报文交换的优点外,与报文交换相比有以下优缺点。

优点:

① 加速了数据在网络中的传输。因为分组是逐个传输,可以使后一个分组的存储操作与前一个分组的转发操作并行,这种流水线式传输方式减少了报文的传输时间。此外,传输一个分组所需的缓冲区比传输一份报文所需的缓冲区小得多,这样因缓冲区不足而等待发送的几率及等待的时间也必然少得多。

② 简化了存储管理。因为分组的长度固定,相应的缓冲区的大小也固定,在交换结点中存储器的管理通常被简化为对缓冲区的管理,相对比较容易。

③ 减少了出错几率和重发数据量。因为分组较短,其出错几率必然减少,每次重发的数据量也就大大减少,这样不仅提高了可靠性,也减少了传输时延。

④ 由于分组短小,更适用于采用优先级策略,便于及时传送一些紧急数据,因此对于计算机之间的突发式的数据通信,分组交换显然更为合适些。

缺点:

① 尽管分组交换比报文交换的传输时延少,但仍存在存储转发时延,而且其结点交换机必须具有更强的处理能力。

② 分组交换与报文交换一样,每个分组都要加上源、目的地址和分组编号等信息,使传