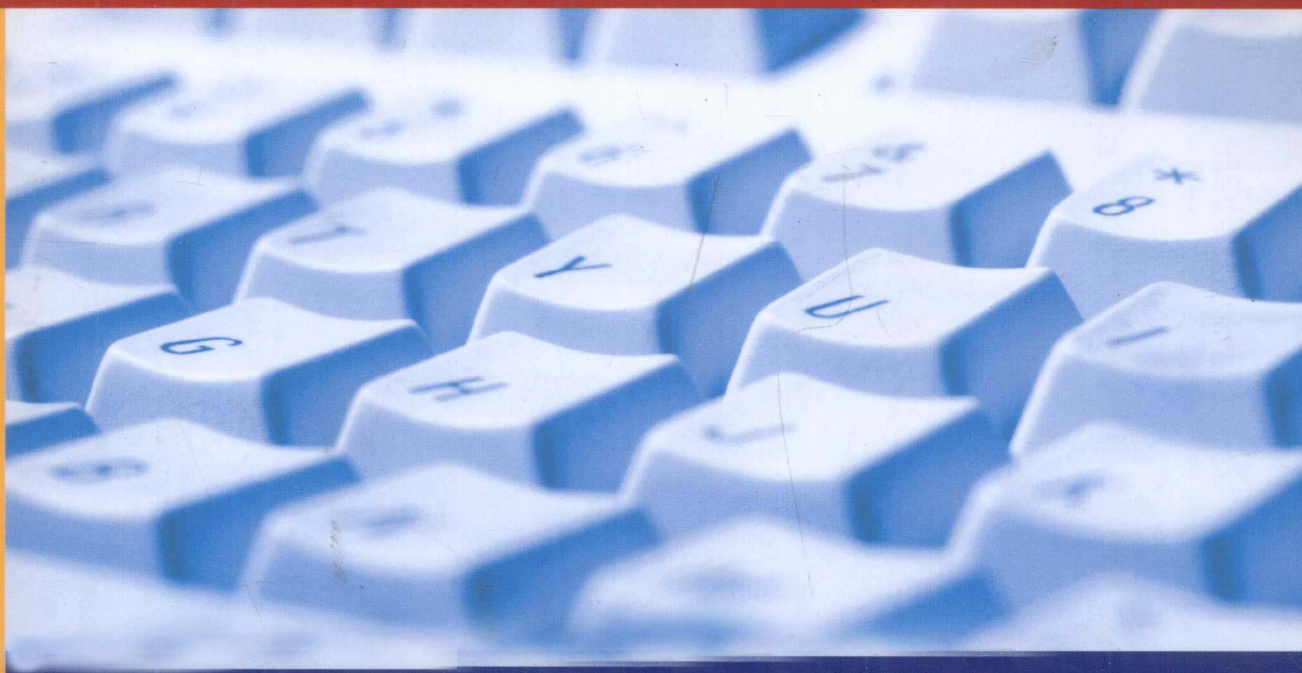


高等院校信息与通信工程系列教材

信息网络组织与体系结构



陶洋 黄宏程 等 编等

清华大学出版社

内 容 简 介

本书内容依据网络的结构和组织要素进行组织,共分为7章。主要内容包括网络结构和组织建立所需要的基础知识和基本资源;拓扑结构(静态、动态结构)分析及运用;网络系统的软、硬件子系统结构、组织与技术;网络平台上运行的业务与应用;支撑网络运行的约定、规程、标准等;最后,介绍了网络的测试与评价指标、方法和技术等。

本书可作为大学本科高年级学生及研究生相关课程的教材,也可供从事通信信息网络教学的教师,以及要深入学习和研究网络系统结构的学生和工程技术人员学习参考。

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

信息网络组织与体系结构/陶洋等编著. —北京:清华大学出版社,2011.1

(高等院校信息与通信工程系列教材)

ISBN 978-7-302-23247-6

I. ①信… II. ①陶… III. ①计算机网络—网络结构—高等学校—教材

IV. ①TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145031 号

责任编辑:文 怡

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:410 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

产品编号:026473-01

高等院校信息与通信工程系列教材编委会

主 编：陈俊亮

副 主 编：李乐民 张乃通 邬江兴

编 委 （排名不分先后）：

王 京	韦 岗	朱近康	朱世华
邬江兴	李乐民	李建东	张乃通
张中兆	张思东	严国萍	刘兴钊
陈俊亮	郑宝玉	范平志	孟洛明
袁东风	程时昕	雷维礼	谢希仁

责任编辑：陈国新

出版说明

信息与通信工程学是信息科学与技术的重要组成部分。改革开放以来,我国在发展通信系统与信息系统方面取得了长足的进步,形成了巨大的产业与市场,如我国的电话网络规模已占世界首位,同时该领域的一些分支学科出现了为国际认可的技术创新,得到了迅猛的发展。为满足国家对高层次人才的迫切需求,当前国内大量高等学校设有信息与通信工程学科的院系或专业,培养大量的本科生与研究生。为适应学科知识不断更新的发展态势,他们迫切需要内容新颖又符合教改要求的教材和教学参考书。此外,大量的科研人员与工程技术人员也迫切需要学习、了解、掌握信息与通信工程学科领域的基础理论与较为系统的前沿专业知识。为了满足这些读者对高质量图书的渴求,清华大学出版社组织国内信息与通信工程国家级重点学科的教学与科研骨干以及本领域的一些知名学者、学术带头人编写了这套高等院校信息与通信工程系列教材。

该套教材以本科电子信息工程、通信工程专业的专业必修课程教材为主,同时包含一些反映学科发展前沿的本科选修课程教材和研究生教学用书。为了保证教材的出版质量,清华大学出版社不仅邀请国内一流专家参与了丛书的选题规划,而且每本书在出版前都组织全国重点高校的骨干教师对作者的编写大纲和书稿进行了认真审核。

祝愿《高等院校信息与通信工程系列教材》为我国培养与造就信息与通信工程领域的高素质科技人才,推动信息科学的发展与进步做出贡献。

北京邮电大学

陈俊亮

前 言

在现实网络系统构建时,我们常常会有“为什么要建立一个网络系统”、“怎样建立一个网络系统”等困惑,而在学习中得到更多的是“什么是网络系统”、“网络运行原理是什么”等概念性知识和描述,很难适应我们实际工作的需要,使得网络的学习者产生了“学不能致用”的抱怨,学得再多再好,面对一个网络的规划、设计、建设、评价等仍然是一头雾水。

在目前的文献和著作中,体现较多的是协议、结构和操作,却很少有文献较为系统地介绍网络结构和资源的架构和组织。同时,现实中网络专业教育的非应用化、应用领域的非专业化现象较为普遍,造成了网络专业教育不能完全兼顾理论、技术、应用及管理,现实应用中缺乏系统理论和技术的支撑,希望有文献和著作能将理论阐述、技术分析与实际应用有机结合起来,让教者理论中含应用,让学习者能学以致用,让应用者有系统理论所依。这也是我们力求做到的。

本书的特色在于提出了网络资源在网络系统结构和组织中的作用,明确地对网络资源进行较详细的阐述,对网络资源体系进行系统化的构建;明确提出了网络动态特性,并详细分析了动态特性对网络结构和系统的影响,对网络设计、构建、运行等方面的影响,同时为移动网络、传感器网络、自组织网络、虚拟网络等的构建提供了依据。本书中还详细阐述了网络业务和应用,从概念和运用上进行了区分和分析,这对网络的设计开发者具有一定的指导作用。

该书由陶洋教授负责学术定位、内容及架构的确定,撰写各章节的核心内容,且审校全书,并由黄宏程老师辅助。该书分为7章,分别由曾晓玲、林艳芬、蒲峰、孙彭敏、黄沛、陈梦甜、赖才华7位同志各完成一章的具体编写和整理研究工作。

本书有较多内容属于我们的研究所得,作为学术文章的主要内容已经发表,同时也借鉴了我们曾经出版的著作和教材等的许多内容,但在本书中对此做了概括和总结,力求通俗易懂。由于作者经验有限,撰写时间仓促,书中若有不足之处,恳请读者批评指正。本书在撰写过程中,参考了相关文献和资料,在此向原作者们表示诚挚的感谢。

编 者

2010年12月

目 录

第 1 章 基础及概论	1
1.1 图论定义与网络	1
1.2 网络性能参数	2
1.3 网络系统架构	4
第 2 章 网络资源	8
2.1 网络基础资源	8
2.2 逻辑资源	9
2.2.1 域名	9
2.2.2 IP 地址及其分类	11
2.2.3 信道	15
2.3 网络信息资源	18
2.3.1 网络信息资源类型	18
2.3.2 网络信息资源的特点	19
2.3.3 网络信息资源开发与利用的内涵与层次	20
2.3.4 网络信息资源开发的三个层次	21
2.4 网络信息资源组织和存储	23
2.4.1 网络信息资源组织的内涵及其特征	23
2.4.2 网络信息资源的组织方式	24
2.4.3 网络信息资源的存储	27
第 3 章 网络拓扑结构	31
3.1 基本结构	31
3.1.1 总线拓扑结构	32
3.1.2 星形拓扑结构	34
3.1.3 环形拓扑结构	36
3.2 互连结构	40
3.2.1 树形拓扑结构	40
3.2.2 混合形拓扑结构	41
3.2.3 正则拓扑结构	43

3.2.4	网形拓扑结构	45
3.3	结构特性	46
3.3.1	结构原则	46
3.3.2	动态特性	48
第4章	网络组成	53
4.1	概述	53
4.1.1	网络的定义	53
4.1.2	网络的分类	55
4.2	网络元素与组成	57
4.2.1	定义及概述	57
4.2.2	网络终端	63
4.2.3	传输系统与信道方式	68
4.2.4	信息的转接与交换	83
4.3	网络操作系统	103
4.3.1	基本概念	103
4.3.2	网络操作系统结构及功能	105
4.3.3	主要网络操作系统介绍	108
第5章	网络业务与应用	111
5.1	概述	111
5.2	业务、应用及相关概念的定义	112
5.2.1	业务与应用的含义	112
5.2.2	与业务、应用相关的其他概念与定义	113
5.3	业务与应用需求特点及分类	114
5.3.1	信息承载业务的分类	114
5.3.2	面向终端的网络业务与应用的分类	116
5.4	网络业务	118
5.4.1	语音网络业务	118
5.4.2	智能网业务	124
5.4.3	数字数据网 DDN 业务	127
5.4.4	Internet 业务	129
5.4.5	综合服务数字网络业务	131
5.4.6	NGN 业务	133
5.5	网络应用	134
5.6	业务与应用发展及综合化	139

第 6 章 网络互连约定与规程	142
6.1 开放式系统互连模型	142
6.1.1 OSI 参考模型	142
6.1.2 OSI 参考模型特征	146
6.1.3 OSI 参考模型中的数据传输过程	147
6.1.4 基于 OSI 参考模型的主要概念	148
6.2 网络互连的协议	150
6.2.1 概述	150
6.2.2 信令	151
6.2.3 TCP/IP	157
6.2.4 ATM 协议	168
6.2.5 路由协议	177
6.2.6 Novell Internet 包交换协议	181
6.2.7 Appletalk 协议	186
6.3 信息通信的时间约定	192
6.3.1 概述	192
6.3.2 异步通信	193
6.3.3 同步通信	195
6.4 互连接口控制约定与实现	199
6.4.1 互连接口概述	199
6.4.2 信息格式的互连控制	201
6.4.3 互连流量控制	208
6.4.4 质量标准	216
6.5 网络安全及相关协议	219
6.5.1 概述	219
6.5.2 安全服务与安全机制	221
6.5.3 安全协议	223
6.5.4 系统安全措施	226
6.5.5 安全策略	229
第 7 章 网络测试及评价	231
7.1 概述	231
7.2 网络测试的需求与内容	231
7.2.1 网络测试的意义	232
7.2.2 网络测试的内容	232
7.3 网络测试要素	234
7.3.1 网络测试标准	234

7.3.2	网络测试对象.....	235
7.3.3	网络性能评价参数.....	236
7.4	网络测试工具与方法	239
7.4.1	网络测试工具.....	240
7.4.2	网络测试方法.....	243
7.5	网络生成各阶段测试分析	247
7.5.1	网络生成各阶段测试.....	247
7.5.2	确定测试任务组合.....	251

21 世纪的重要特征就是数字化、网络化和信息化,它是一个以网络为核心的信息时代。网络对社会生活以及对社会经济的发展有着不容置疑的影响。而网络是什么?它有哪些性能指标?它是怎样构成和运行的?该以如何的方式评价网络?我们以抽象化图论为基础,对网络相关概论进行简单的解释和阐述。

1.1 图论定义与网络

以数学的角度抽象化网络系统,必然离不开图论的基础定义。

图论中所谓的“图”是指某类具体事物和这些事物之间的联系。若用点(结点) V_n 表示这些具体事物,用连接两点的边(弧) E_n 表示两个事物之间所具有的特定关系,用关联函数 ϕ 表示点与边之间的关联关系(例如, $\phi(e_1)=v_1v_2$ 表示 v_1 与 v_2 相连,其边为 e_1),就得到了“图”这个几何形象概念,如图 1-1 所示。

若给每条边(弧)赋予一个非负整数值的权值函数 f ,该函数表示两个点(结点)之间某种相互关系的权值,即得到“赋权图”,如图 1-2 所示。

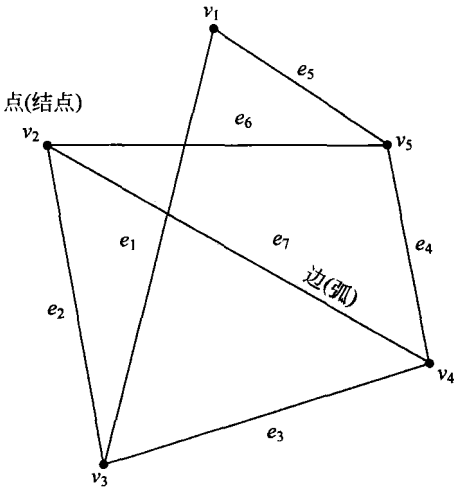


图 1-1 图的定义

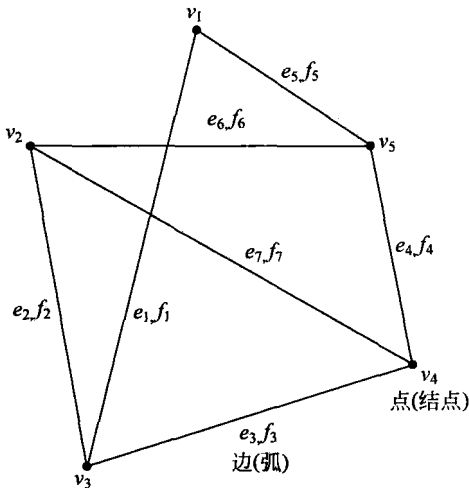


图 1-2 赋权图的定义

图论为任何一个包含了一种二元关系的离散系统提供数学模型,借助于图论的概念、理论和方法,可以对该模型求解。而我们正是基于图论的定义之上,抽象出一个简单的网络模型概念。

网络可以形式化地表示为 $N(V, E, F)$,如图 1-3 所示。其中 V 为非空结点集合,即

$V = \{v_1, v_2, v_3, \dots\}$, 在用于电子信息传递的网络时, 它是信息的转接及处理的所在; E 为边集合, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots\}$, 也可以用两个结点来表示, 如 $e_1 = (v_1, v_2)$, 它能表达网络中任意两个结点的关系, 同时也描述了包括网络拓扑结构在内的多种结构信息; F 为权值函数, $F = \{f_1, f_2, f_3, \dots\}$, 从广泛的概念来看, 它可以是成品、人员、信件、信息容量或其他任何东西, 而具体到信息传递网络时, 可以通过进一步的定义和描述表示出网络的各种流量及分布结构等。

由此可见, 由图论抽象而来的网络模型, 主要是三个方面: 结点、边(弧)和权值函数。因此对于具体的网络, 我们应该能够掌握具体的信息参数, 从而对网络系统进行完整的分析和研究。

图与网络是运筹学(operations research)中的一个经典问题和重要的分支, 所研究的问题涉及经济管理、工业工程、交通运输、计算机科学与信息技术、通讯与网络技术等诸多领域。

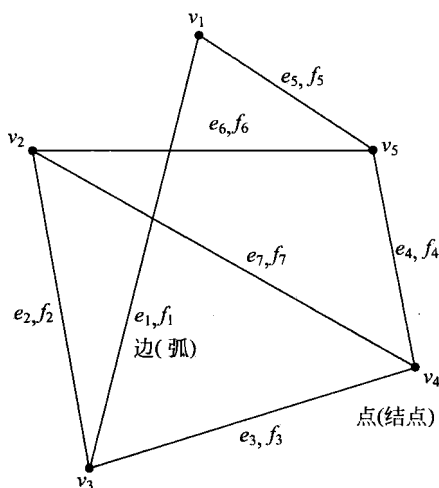


图 1-3 网络的数学定义描述

1.2 网络性能参数

随着信息化的普及和深入, 视频等信息化应用对网络的性能提出了比较高的要求。现在越来越多的用户不再只满足于网络可用, 而是慢慢地开始关注网络的性能。那么, 网络建好之后, 怎样评价网络的优劣呢? 关于网络有几个关键性能参数。

1. 带宽

在模拟通信中, 带宽指的是通信线路允许通过的信号的各种不同频率成分所占据的频率范围。带宽的单位是 Hz(赫兹或千赫、兆赫等)。例如, 电话信号的标准带宽是 3.1kHz(从 300Hz~3.4kHz)。

在数字通信中, 比较重要的一个网络参数就是数据率, 数字信道传送数字信号的速率称为数据率。习惯上, 把数据的最大传输速率作为数字通信的带宽, 尽管这种叫法不太严格, 其单位是 b/s(比特每秒或千比特每秒 Kb/s、兆比特每秒 Mb/s 等)。

由于带宽代表数字信号的发送速率, 因此带宽有时也称为吞吐量。在实际应用中, 吞吐量常用每秒发送的比特数(或字节数、帧数)来表示。

2. 时延

时延指的是报文或分组从一个网络(或一条链路)的一端传送到另一端所花费的时间。数据经历的总时延就是发送时延、传播时延和处理时延之和。即

$$\text{总时延} = \text{发送时延} + \text{传播时延} + \text{处理时延} \quad (1-1)$$

发送时延, 即传输时延, 指的是发送数据时, 数据块从结点进入到传输媒体所需要的时间。发送时延的计算公式如式(1-2)所示。提高链路带宽将减小数据的发送时延。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度}(b)}{\text{信道带宽}(b/s)} \quad (1-2)$$

传播时延指的是电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。电磁波在自由空间的传播速率为 $3.0 \times 10^5 \text{ km/s}$, 即光速; 在电缆中传播速率为 $2.3 \times 10^5 \text{ km/s}$, 在光纤中的传播速率为 $2.3 \times 10^5 \text{ km/s}$ 。例如, 1000km 长的光纤线路产生的传播时延大约为 5ms。传播时延的计算公式如下:

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度}(m)}{\text{信号在信道上的传播速率}(m/s)} \quad (1-3)$$

处理时延指的是交换转接结点为存储转发而进行一些必要的处理所花费的时间。结点缓存队列中分组排队所经历的时延是处理时延中的重要组成部分。因此, 处理时延的长短往往取决于网络中当时的通信量, 但当网络的通信量很大时, 还会产生队列溢出, 这相当于处理时延无穷大。有时可用排队时延作为处理时延。

图 1-4 所示的是三种时延所产生的地方, 通过此图能够更好地分清这三种时延。

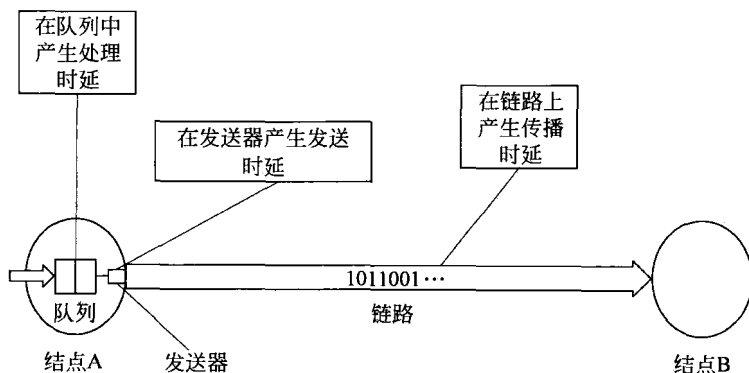
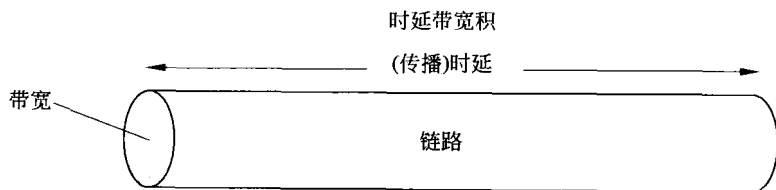


图 1-4 三种时延产生的位置不一样

3. 时延带宽积

链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度, 为某一链路所能容纳的比特数。例如, 某链路的时延带宽积为 100 万比特, 这意味着第一比特到达目的端时, 源端已发送了 100 万比特, 计算公式如式(1-4)所示。我们可以用图 1-5 的示意图来表示时延带宽积。这是一个代表链路的空心管道, 管道的长度是链路的传播时延, 而管道的截面积是链路的带宽, 因此时延带宽积就表示这个管道的体积, 表示这样的链路可容纳的比特数。

$$\text{时延带宽积} = \text{传播时延} \times \text{带宽} \quad (1-4)$$



$$\text{时延带宽积} = \text{传播时延} \times \text{带宽}$$

图 1-5 时延带宽积

例如,传播时延为 20ms,带宽为 10Mb/s,则时延带宽积= $20 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^6 \text{ b} = 2 \times 10^5 \text{ b}$ 。这表示,若发送端连续发送数据,则在发送的第一比特即将到达终点时,发送端就已经发送了 20 万比特,这 20 万比特都正在链路上传输。

4. 往返时延 RTT(round-trip time)

往返时延指从发送端发送数据开始,到发送端收到来自接收端的确认(接收端收到数据后立即发送确认),总共经历的时延。对于复杂的互联网,往返时延要包括各中间结点的处理时延和转发数据时的发送时延。

1.3 网络系统架构

这里所说的网络,是用于信息传递的网络的所有共性的总称,具有广泛的综合性和整体性,包含了电信网、计算机网、广播电视网等的共同特性。网络系统架构是一个网络系统(从物理连接到应用)的总体结构,包括描述协议和通信机制的设计原则,用于描述一组抽象的规则,指导网络中的终端通信机制的设计和通信协议的实现。

网络是一个非常庞大的系统,它由若干个子系统或子网组成。由于它包括了网络上所有的设备(软件、硬件)和大量的规程、标准及约定,不论是理论上还是技术上都是非常复杂的。

网络的体系结构可以从很多角度进行描述。

网络要实现各种信息与资源的共享。先从资源的角度来看,网络必须具有处理、传输和存储三个方面的能力和资源来支撑与协调整个网络系统的运行,构建起网络系统的基础平台。缺少任何一个方面,网络都无法维持自身的运行,只有在三方面兼具的前提下才能保障信息通信与共享需求。处理、传输和存储资源构成了网络系统的基础资源结构,如图 1-6 所示。

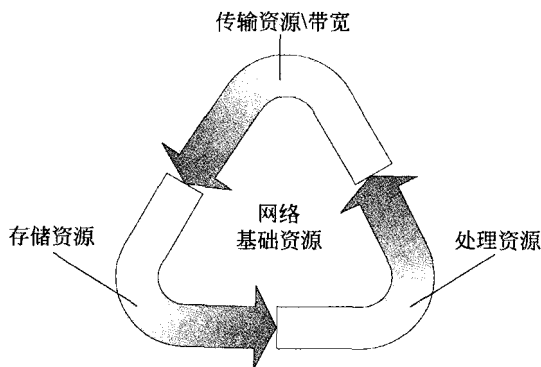


图 1-6 网络资源结构

网络的传输资源是指网络所提供的单位时间内能传递的信息量大于 0 的能力,通常用带宽来表示。网络的处理资源就是对自然信息的加工转换以及与传输匹配的计算能力或处理能力在应用上的体现。网络的存储资源主要是用来存储所接收的通信信息和要被传递的通信信息。

从结构抽象角度来看,可以按垂直结构分解,也可以按水平结构分解。

按垂直结构分解,网络由网络拓扑及物理平台、网络软件及控制系统、网络业务系统和网络支撑系统组成,如图 1-7 所示。每个部分的概念性如下。

1. 网络拓扑及物理平台

网络拓扑及物理平台是通信网的基础,它包括交换设备、传输设备以及终端设备等,主要通过软件及控制系统来发挥其潜在的功能和协调运作,而业务服务层次的提高依赖于资源利用的智能化。

2. 网络软件及控制系统

网络软件及控制系统代表信息传递的流程,它包括各种操作系统、协议、规程、约定和质量标准等,也包括传输交换结点的操作系统及应用程序,以保障网络正常运转。

3. 网络业务系统

网络业务系统实现网络的服务功能,它包含网络所能支持的全部信息传递业务,它建立在网络的软、硬件资源之上,为网络用户提供高层次的信息传递服务。

4. 网络支撑系统

网络支撑系统起着支撑辅助的作用,它包括网络同步、网络管理以及安全系统等,对网络进行实时监控与控制。

按水平结构分解,网络从实现的功能上可以分为三个部分:终端系统、接入网和核心网,如图 1-8 所示。

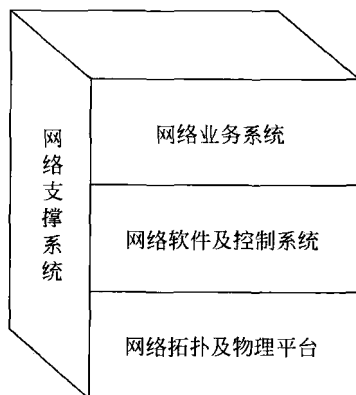


图 1-7 网络立体结构

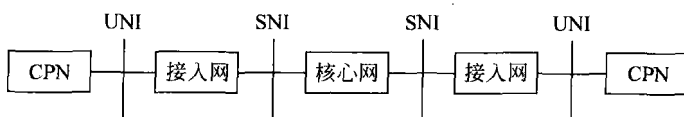


图 1-8 网络水平结构

图 1-8 中,SNI 指业务结点接口,用于将各种用户业务与交换机连接;UNI 指用户网络接口,用于支持各种业务的接入。

核心网由信息的交换转接点(如交换机、路由器)和传输系统(如 SDH 传输系统)组成,实现网络结点之间的信息转移传递;接入网介于交换设备与用户之间,为交换设备和用户提供连接通道。终端系统,包括用户终端、用户驻地的布线网络以及局域网络等。

从运行机制的角度来看,网络由终端系统、交换转接系统和传输系统组成。每个网络的结点(如业务结点、管理结点、信令结点、终端等)嵌入操作系统、协议标准、信息业务、网络管理等内容,可以得到网络运行的要素结构,如图 1-9 所示。

从不同的认识角度,网络系统所呈现的架构要素就不一样。

对于开发者来说,网络系统由硬件和软件系统两部分组成。硬件是系统的物质基础,软件是系统发挥强大功能的灵魂,两者缺一不可,相辅相成。网络硬件包括网络服务器、网络工作站传输介质和网络设备等。网络软件包括网络操作系统、通信软件和通信协议,

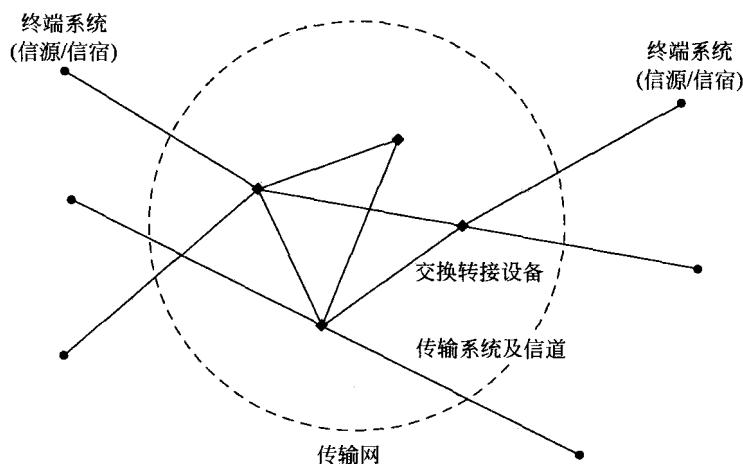


图 1-9 网络物理要素结构

还包括文件和打印机服务、数据库服务、通信服务、信息服务网络管理服务、工具软件等。在网络系统开发中,必须充分考虑网络软件和硬件系统的开发与实现。

对于创建者来说,网络系统基本元素分为传输、交换转接和终端接入三类系统。每一类系统都至少包含了硬件平台、操作系统(过于简单的系统或许没有)、功能软件三个方面或三个层次。任何结点之间的信息传递都必须对应着相应线路,在网络中体现为传输系统,出现在用户结点到网络的交换结点部分或者交换结点之间。交换和转接系统解决结点是如何处理的,又是如何选择路径的,即信息在网络中是如何交换的,在网络中是如何选择路由进行传递的。而终端结点是任何进出网络的信息的结点,是网络信息传递的处理界面或应用界面,只有通过终端才能实现各种形式的有效信息传递,从话音到图像,从文本传递到计算实现等,接入系统是传输的手段和方式,处于网络结点和终端结点之间。

对于设计者来说,设计网络必须考虑到网络的可实现性。网络是由许多结点相互连接而成的,而这些结点间要有条不紊地不断地进行数据的交换和传递,每个结点就必须遵守共同约定的规则、标准或约定,即网络协议。针对网络互连、信息通信、互连接口控制、网络安全等各种实现功能,设计者需考虑相应的网络协议来控制 and 协调整个网络。而网络设计同样注重于网络所实现的功能性,即给用户带来的业务。从网络业务的角度看,在网络发展过程中几乎一直是根据业务种类不同而设置的,而当今网络应该具有支持多种业务的能力,实现业务综合化,如现今的三网融合。设计者在设计网络时要针对要实现的业务。

而对于使用者来说,网络存在的意义就是能够提供充分的资源和有效的服务。从基础资源到信息资源,使用者一直在不断地获取网络提供的各种信息。同时在使用网络的过程中,网络呈现的运行机制的便捷性也是使用者关注的要点。网络业务的可实现性给用户提供了各种服务。

网络的发展、演变依赖于网络结构中各个部分的理论和技术的进步与发展,更依赖随着社会文明的进步而不断增加的信息服务需求。网络正在迅速演变,正在朝着业务的综

合化、传输的宽带化、接入的多样化、管理的智能化方向发展,可以预见将来会有崭新的信息通信网络为人类文明的进步服务。

我们在对网络的研究和学习中必须树立起网络的整体概念,绝不能孤立地看待网络中的某个部分和某种技术,网络更强调系统化的协调和匹配,在把握整体网络的同时去深入研究网络的每一个部分,才能更好地研究网络中的诸多问题,如网络的结构、网络的规划以及网络的可靠性和优化等。

第 2 章

网络资源

网络资源是什么,包含了什么内容?这个问题逐渐被人们所关注,但是很多人对网络资源的含义和内容都只有模糊的概念或者只有片面的理解,不能很好地了解其真正的内容。本章就网络资源包含的内容作出了详细的阐述,使人们更好地了解网络资源,从而对网络也有更好的认识。

2.1 网络基础资源

建立网络的目的在于实现信息通讯和信息共享,因此网络在一定的结构条件下必须具备与传输能力、处理能力和存储能力相对应的资源,才能在维持自身运转的前提下保障信息通信和资源需求的需求。

如图 1-6 所示,网络必须具有处理、传输和存储三个方面的能力和资源,如果缺少一个方面,网络将不可能维持自身的运行,更谈不上向人们提供相应的资源了,鉴于它们的这种关系,可以称图 1-6 所示的结构为网络资源环。

下面来看看这里所提及的三种基础资源的含义。

网络的传输资源是指网络所提供的单位时间内所能传递的信息量大于 0 的能力,通常用带宽来表示,如 Mb/s、Gb/s 等。它保证了网络最基本的运行条件,如果没有这种能力和资源,网络是不成立的。这种资源的实现可以有很多种方式,就目前而言,有电方式和光方式,也可以是有线方式和无线方式。

网络的处理能力就是对自然信息的加工转换以及与传输匹配的计算能力或处理能力,在网络仅用于话音通信和电报通信的早期,这种能力包括了人在网络中的操作和控制能力,如人工转接、电报译码等。而现在指的是基于芯片和软件的自动处理能力,这种能力就是网络给我们的应用提供的一种资源,这种资源在网络上分布式,且集中在网络的结点上,如网络中的交换机、路由器以及用户终端等都拥有这种资源和能力,拥有这种能力才能满足人们的各种信息传递的需求。

网络的存储能力表现在网络对信息的容纳能力,它包括动态的和静态的两个方面,一个方面是动态的,这种资源是指网络线路对信息的容纳能力以及支持处理所必需的动态存储机制,因为网络一旦处于正常运行状态,在网络上任何时刻(不论是在结点处理单元上还是在线路上)都驻留有正在传递的信息,这种信息的量是依不同的网络而不同的,一般来说人们也在追求这种存储量的提高;另一个方面是静态的,这种资源主要是用来存储所接收的信息和要被传递的信息,通常情况下它的量是很大的,因此必须要有专门的网络机制来存储它,才能满足相应信息传递的需要,如网络的数据库服务器、存储局域网(local area network, LAN)等。