

高等学校试用教材

计算机网络

湖南大学 李显济 主编

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

高等学校试用教材

计算机网络

湖南大学 李显济 主编



机械工业出版社

本书共12章。包括远程网和局域网两大部分。第一至第七章为远程网部分：第一章概述计算机网络与ISO/OSI参考模型的一般概念；第二章为数据通信基础；第三至第七章分别阐述ISO/OSI网络体系结构的物理层、数据链路层、网络层、传输层以及其余各高层次的功能、服务、协议、算法和设计等问题，然后列举一个具体的网络实例SNA网。第八至第十二章为局域网部分：第八章详尽地阐述了CSMA/CD、令牌总线、令牌环及剑桥环等局域网介质访问方法，第九章系统地介绍了3COM以太网与IBM令牌环两个典型网络，第十章介绍了宽带网、光纤网和PBX系统等局域网技术；第十一章讨论了网络互连方法；第十二章讲述了性能分析与排队论基础及初步应用。

本书内容丰富，论述详尽，深入浅出，既阐述原理、又分析典型系统并配合程序说明，书末附有习题。

本书可作高等院校计算机科学与工程、计算机及应用、计算机通信、自动化等有关专业的教材，也可供上述专业的工程技术人员参考。

计 算 机 网 络

湖南大学 李显济 主编

*

责任编辑：邱锦来

版面设计：张世琴

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 21¹/₄·字数 521千字

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数 0,001—6,000·定价：4.20元

*

ISBN 7-111-00856-1/TP·59(课)

前 言

本书是根据原高等工业学校电子计算机应用技术教材编审小组确定的教学大纲编写的,并在教材编审小组对初稿“计算机网络——远程网与局域网”评审的基础上修改而成的。

本教材包括远程网与局域网两大部分。

第一至第七章为远程网部分,该部分以国际标准化机构(ISO)的开放系统互连(OSI)7层参考模型为主线自下而上分章逐层展开讨论。第一章为概论,主要介绍计算机网络定义,组成与ISO/OSI参考模型一般概念。第二章为数据通信基础,为缺乏这方面知识的读者提供必要的基础,也可供已有这方面知识的读者参考。第三章主要介绍物理层的有关接口和协议,并包括了电话网通信实例。第四章为数据链路层,主要阐述在不可靠的传输线上如何达到可靠通信的一些协议和算法以及流控制与错误控制技术。第五章为网络层,主要讨论点对点网络的各种路径选择算法以及拥挤控制技术,虚电路与数据报网络服务。第六章为传输层,主要讨论端-端协议,详细而具体地分析了一个传输层协议程序实现例子。第七章为高层协议,介绍虚终端协议、文件传送协议和远程作业录入等较高层次的几个面向数据处理功能的基本协议。在分层分析之后,又概括介绍了一个具体的远程网络SNA网。

第八至第十二章为局域网部分。该部分以IEEE 802标准为主线进行讲述,第八章为局域网协议,集中地介绍了802标准中的CSMA/CD、令牌总线、令牌环和剑桥环等几个局域网的介质访问控制方法。第九章为局域网典型系统,较详细地介绍了3COM以太网和IBM令牌环这两个最有代表性的局域网系统,介绍了该两系统的硬件结构、网络软件、接口技术和使用方法。在重点讲解了上述基带局域网之后,又在第十章讲述了宽带网、光纤网和PBX系统的工作原理、系统构成、技术特点与技术发展,以反映近年来局域网技术活跃发展的几个方面。第十一章讨论了网络互连标准和服务模型,并介绍了一个互连网络实例PUP。第十二章为局域网性能与排队论基础,分析了影响局域网性能的因素和性能界限,对CSMA/CD与令牌传递两类协议性能进行了比较,介绍了排队论基础及其在网络分析中的初步应用。

本书内容丰富,重点阐述了网络模型、通信协议、算法原理和典型系统,配合了适当的程序例子,论述详尽,深入浅出,书末还附有习题。

本书可作为高等院校计算机科学与工程,计算机应用,计算机通信,自动化等有关专业的必修课或选修课教材。教学时数为50~70课时,推荐第一至第七章为30~40课时,第八至第十二章为20~30课时。书中带星号(*)的章节可根据教学需要灵活选用。

本书由李显济主编。第一至第五章和第七章由杜慰何编写,其余各章由李显济编写。

本书由吉林工业大学吴治衡教授主审。主审人对本书初稿与修改稿都作过详细的审阅,提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

原电子计算机应用技术教材编审小组张奠成教授、杨润生教授对本书的编写工作给予鼓励和支持,并参加了本书的审稿会。合肥工业大学李志杰、上海机械学院徐国龙、武汉工学院陈赫贝、江苏工学院陆一屏、长沙国防科技大学倪鹏云等同志参加了审稿会,并提出了宝贵的意见,在此仅向他(她)们表示谢意。

中国科学院软件研究所曹东启研究员曾对本书的原讲义稿提出过宝贵意见,对本书的出版予以鼓励和关心,在此一并致谢。

由于编者学识水平所限,书中难免有缺点、错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

1988.3

目 录

第一章 概论	1	§ 2-4 数据通信系统结构及通信方式	33
§ 1-1 计算机网络发展简介	1	一、数据传输系统	33
一、具有通信功能的单机系统	1	二、数据通信系统模型及其组成	34
二、具有通信功能的多机系统	1	三、数据通信方式	34
三、计算机通信网络	2	§ 2-5 多路复用技术	36
四、计算机网络	2	一、频分多路复用	36
§ 1-2 计算机网络的定义、组成和用途	2	二、时分多路复用	37
一、计算机网络的定义	2	§ 2-6 交换方式	39
二、计算机网络的组成	2	一、电路交换	40
三、计算机网络的功能和应用	4	二、信息交换	40
§ 1-3 通信子网的结构	6	三、信息包交换	41
一、点-点信道通信网	6	四、虚电路信息包交换	41
二、共享信道通信网	7	* § 2-7 多点连接通信系统终端访问方式	41
§ 1-4 计算机网络体系结构	8	一、轮流询问法	41
一、体系结构的概念	8	二、传递询问法	41
二、网络协议概念	9	* § 2-8 差错控制	41
三、网络功能和协议层次化	10	一、差错的特点	42
四、各层协议设计中共同要解决的几个问题	11	二、纠错码	43
§ 1-5 ISO / OSI 参考模型	12	三、检错码	45
一、一般概念和术语	12	第三章 物理层	51
二、OSI 参考模型及各层功能	15	§ 3-1 物理层模型、功能和它提供的服务	51
§ 1-6 计算机网络的分类和发展趋势	16	一、物理层模型	51
一、计算机网络和分类	16	二、物理层向数据链路层提供的服务	51
二、计算机网络发展趋势	16	三、物理层的功能	52
——综合业务数字网 (ISDN)	18	四、物理链路	53
第二章 数据通信基础	19	§ 3-2 物理层协议	53
§ 2-1 数据通信基本概念	19	一、CCITT 推荐 V.24 / EIA	
§ 2-2 数据通信的理论基础	20	RS-232C 协议	54
一、傅里叶分析	20	二、CCITT 推荐数字接口——X.21 协议	57
二、数字信号的频谱	21	三、其它接口标准	58
三、信道带宽对信号传输的影响	24	§ 3-3 电话交换网拨号和数据交换实例	59
四、最大数据传输率	26	一、异步通信适配器板	59
§ 2-3 数据编码技术	26	二、MaxWell Modem	60
一、数字信号编码为模拟信号	26	三、通信软件	62
二、二进制数据编码	30	第四章 数据链路层	64
三、模拟数据编码为数字信号	31	§ 4-1 数据链路层模型、功能与服务	64

一、数据链路层模型	64	§ 6-1 传输层概述	131
二、向网络层提供的服务	64	一、传输层协议设计与网络层服务的关系	131
三、数据链路层的功能	65	二、传输层模型、服务与原语	132
§ 4-2 数据链路层协议	66	三、传输地址、传输连接与服务访问点	135
一、面向字符协议	67	四、流控制、缓存器管理及多路复用问题	137
二、面向位协议	72	§ 6-2 传输层服务程序例子——传输站	140
§ 4-3 流控制技术	78	一、主要数据结构	144
一、应答式停一等流控制	78	二、主要过程与系统调用	144
二、滑动窗口流控制	79	三、sleep / wakeup 机构与 credits	
§ 4-4 协议的分析	89	流控制机构	147
一、协议效率	90	四、传输连接的建立、数据传输与	
二、协议的正确性校验	92	连接释放过程	148
第五章 网络层	97	§ 6-3 传输层协议举例	149
§ 5-1 网络层的功能及其提供的服务	97	第七章 高层协议	152
一、网络层向传输层提供的服务	97	§ 7-1 虚终端协议	152
二、网络层的功能	97	一、虚终端概念及其几种类型	152
§ 5-2 虚电路和数据报——网络层向传		二、VTP 模型、数据结构与原语	154
输层提供的二类服务	99	三、磋商	156
一、路径和路径选择	99	四、虚终端协议例子	159
二、虚电路概念	100	五、ARPA 网虚终端通信协议——Telnet	160
三、数据报服务	100	§ 7-2 文件传送协议	162
四、虚电路和数据报服务的优缺点比较	100	一、文件传送服务与文件映象	162
五、子网内数据报服务的实现	102	二、文件传送协议模型与传送方式	166
六、子网内虚电路的实现	102	三、ARPA 网文件传送协议介绍	168
七、子网提供的服务与内部工作方式		§ 7-3 远程作业录入协议	170
的独立性	105	一、远程作业录入系统框图	170
§ 5-3 路径选择算法	105	二、OSI 作业传送操作模型与协议	171
一、基本要求和分类	106	三、远程作业录入例子——ARPA 网	
二、简单路径选择算法	106	RJE 协议简介	171
三、适应路径选择算法	107	§ 7-4 一个远程网实例——SNA 网简介	173
四、分层路径选择算法	116	一、SNA 网的物理结构	173
§ 5-4 拥挤控制	118	二、网络可寻址单元	175
一、拥挤控制算法	119	三、SNA 网的体系结构	176
二、死锁	124	第八章 局域网协议	183
§ 5-5 公用数据网(X.25)的网络层	126	§ 8-1 局域网参考模型与 IEEE 802 标准	183
一、信息包格式	127	一、参考模型	183
二、呼叫服务过程	129	二、IEEE 802 标准	184
三、各类控制信息包的作用	129	§ 8-2 逻辑链控制(LLC)子层	187
四、X.25 的状态图	130	一、LLC 服务	187
第六章 传输层	131	二、LLC 协议	188

VI

§ 8-3 局域网竞争型介质访问方法 190

一、ALOHA 随机访问方法 191

二、CSMA 载波监听多重访问方法 194

三、CSMA / CD 协议

——以太网工作原理 196

§ 8-4 局域网无冲突型介质访问方法 202

一、令牌环访问方法 202

二、分槽环访问方法——剑桥环 206

三、寄存器插入环 209

四、令牌总线访问方法 210

第九章 局域网典型系统 218

§ 9-1 EtherSeries 以太网系统结构 218

一、以太网一般结构与典型实现 218

二、3Com EtherSeries 以太网系统结构 .. 219

三、EtherLink 网络适配器的逻辑功能 ... 222

四、网络功能调用及举例 229

§ 9-2 EtherSeries 以太网软件 231

一、网络服务器的操作方式 232

二、以太共享软件 EtherShare..... 233

三、以太打印软件 EtherPrint..... 239

四、以太电子邮件软件 EtherMail..... 240

§ 9-3 IBM 令牌环 244

一、IBM 令牌环系统结构 244

二、IBM 令牌环帧格式 246

三、IBM 令牌环适配器 252

四、IBM 令牌环的软件配置 255

第十章 宽带网、光纤网、PBX 系统 ... 258

§ 10-1 宽带网 258

一、宽带传输系统 258

*二、王安网 260

*三、IBM 的 PC 网络 262

§ 10-2 光纤网 266

一、引言 266

二、光纤局域网结构 268

*三、Sielocnet 光纤网——无源星耦合网... 270

四、Fibernet II 光纤网 272

§ 10-3 PBX 专用自动小交换机 274

一、PBX 技术的发展 274

二、PBX 的一般结构 277

*三、新一代PBX例子—CBX-II 278

四、PBX / LAN..... 279

第十一章 网络互连 284

§ 11-1 网络互连概念、信关和协议 284

一、引言 284

二、信关 286

三、X.75 与数据报模型 290

四、互连网络的信息包分段 292

* § 11-2 一个实际的互连网络

体系结构例子——PUP..... 294

第十二章 局域网络性能及排队论基础 299

§ 12-1 局域网性能界限 299

一、理想的信道利用率 299

二、传播延迟与数据传输率对性能的影响 . 300

三、性能界限 303

§ 12-2 局域网协议性能比较 305

一、令牌环与 CSMA / CD 性能比较 ... 305

二、IEEE 802 对令牌环、令牌总线和 CSMA / CD 三种协议性能的分析 . 307

§ 12-3 排队论基础及初步应用 310

一、一般排队系统描述 310

二、M / M / 1 排队系统 312

三、M / M / m_i 排队系统 314

四、M / G / 1 排队系统 316

*五、寄存器插入环的排队模型与分析例子. 320

六、网络排队延迟计算与链路容量分配 .. 321

习 题 329

参 考 文 献 333

第一章 概 论

计算机网络是利用通信线路把分布在不同地点上的多个独立的计算机系统连接起来的一种网络,使广大用户能够共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源。由于资源共享,可以充分发挥各地资源的作用和特长,提高可靠性,降低运行费用,而且可避免重复的人力和物力投资。

自1968年美国国防部高级研究计划局(ARPA)主持研制的ARPA计算机网络投入运行以来,世界各地计算机网络的建设和发展犹如雨后春笋,迅速发展。不同国家网络还相互连接,形成国际网络,促进了世界各国之间的文化和技术交流。

§ 1-1 计算机网络发展简介

计算机网络经历了一个从简单到复杂,从低级到高级的发展过程,这过程可分为四个阶段:具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统、计算机通信网络和计算机网络。

一、具有通信功能的单机系统

早期计算机很昂贵,是一种珍贵资源,只有数目有限的计算中心才拥有这种资源。使用计算机的用户要不远千里到计算中心去上机。这样,除浪费时间、精力和耗费大量资金外,需要及时处理的信息还无法得到及时的加工处理和应用。为了解决这个问题,在计算机内部增加了通信功能,使远地站点的输入输出设备通过通信线路直接和计算机相连,达到一边输入信息,一边处理信息的目的,最后将处理结果再经过通信线路送回到远地站点。这种系统也称为简单的计算机联机系统,如图1-1所示。

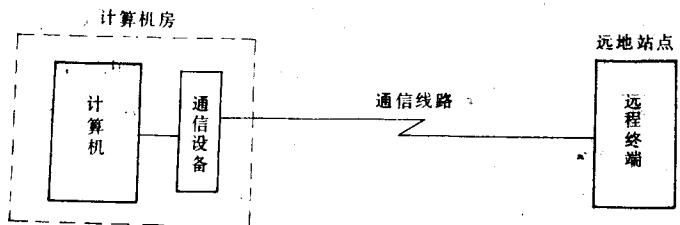


图 1-1 具有通信功能的单机系统

二、具有通信功能的多机系统

上述联机系统有两个明显的缺点,首先是主机负担过重,它既要承担本身的数据处理任务,又要承担通信任务。在通信量很大时,主机几乎没有时间处理数据。其次是线路利用率低;特别是在终端远离主机时尤为明显。

克服第一个缺点的办法,是在主机前设置一个前置处理机,专门负责与终端的通信工作,使主机能集中更多时间进行数据处理。

克服第二个缺点的常用办法是在终端集中的区域设置线路集中器,大量终端先通过低速线路连到集中器上,集中器则通过高速线路与主机相连。各终端信息分别通过低速线路送给集中器,集中器按一定格式将它们组成汇总信息;再通过高速线路一起送给主机。

前置处理机和集中器常采用小型机,其内存容量较小,运算速度较低,指令类型较简单,但通信功能强。这类小型机,除了完成通信任务外,还能进行通信处理、信息压缩、代码转换等功能。这种多机系统也称为复杂的联机系统,如图 1-2 所示。这种系统已具备了计算机网络的雏形。

三、计算机通信网络

联机系统的发展,为计算机应用开拓了新的领域。随着计算机应用的发展和硬件价格的下降,一个部门或一个大的公司常拥有多台主机系统。这些系统分布在不同的地区,它们之间常要交换信息,进行各种业务联系。有些地区子公司的主机系统需将其局部地区的信息汇总后送给总

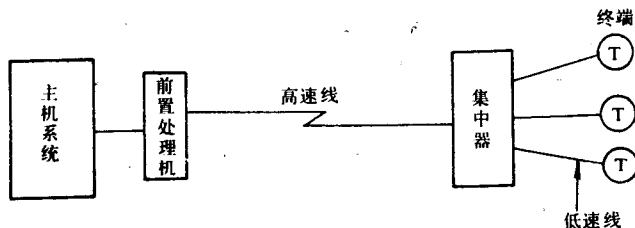


图 1-2 具有通信功能的多机系统

公司的主机系统,供有关人员使用。这种以传输信息为主要目的而用通信线路将各主机系统连接起来的计算机群,称为计算机通信网络。这种网络是计算机网络的低级形式。前面提到的 APRA 网就是最早的计算机通信网。

四、计算机网络

随着计算机通信网络的发展和广泛应用,通信网络用户对网络提出了更高的要求。他们希望共享网络内的计算机系统资源,或使用网内几个计算机系统共同完成某项工作,这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。为了实现这个目的,除了有可靠、有效的计算机和通信系统外,还要求制定一套全网一致遵守的规则和网络操作系统。用户使用网中的资源就象使用本地资源一样方便。从用户观点看,整个网络就象一个大的计算机系统,使用网中资源时,并不觉察到这些资源在地理位置上的差别。

§ 1-2 计算机网络的定义、组成和用途

一、计算机网络的定义

凡将地理位置不同且具有独立功能的多个计算机系统,通过通信设备和线路将其连接起来,由功能完善的网络软件(网络协议、信息交换方式控制程序和网络操作系统)实现网络资源共享者称为计算机网络。

计算机网络也可以定义为“一个互连的自主的计算机集合”。互连表示计算机之间有交换信息的能力。互连方式(介质)可以用铜线、电缆、光纤、微波和通信卫星等。自主的计算机表示网中计算机是独立自主的,它们之间没有明显的主从关系,即一个计算机不能强制地启动、停止或控制网中的另一个计算机。所以,带有大量终端和外部设备的计算机系统并不是一个计算机网络。同样,具有一个控制单元和许多从属单元的系统也不是一个计算机网络。

二、计算机网络的组成

计算机网络是由计算机系统、通信链路和网络节点组成,如图 1-3 所示。

由图 1-3 可见,从逻辑功能上看,一个网络可分成两个子网,即资源子网和通信子网。用

户通过终端或系统控制台访问网络。

1. 资源子网 资源子网提供访问网络和处理数据的能力。它由主机系统(CPU、存贮器和外设等组成的系统)、终端控制器和终端组成。

主计算机负责数据处理,运行各种应用程序,并含有供用户访问的数据库。它通过高速通道和通信子网的节点相连。

终端控制器对一组终端进行控制,控制功能很广,从链路管理到装拆信息。有些终端控制器可不经主机直接与网络节点相连,如 IBM3705 通信控制器,它既可作为终端控制器,也可用作网络节点。

2. 通信子网 通信子网提供网络的通信功能,即将一个主机来的信息传送给另一个主机。它由网络节点、通信链路和信号变换器组成。如图 1-4 所示。

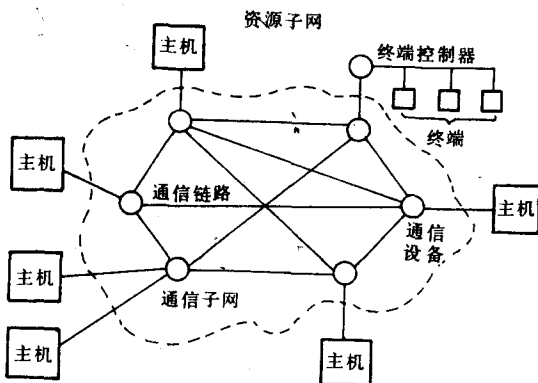


图 1-3 计算机网络组成

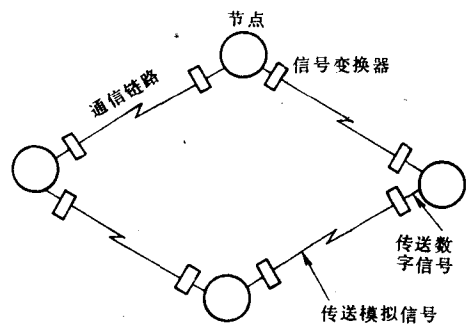


图 1-4 通信子网

网络节点可以是通信控制器,通信处理机或通信接口板,负责信息的发送与接收,信息的转发等功能。

网络节点具有双重作用,即作为和资源子网接口的节点以及作为转发信息到其它节点的转发节点。和资源子网接口的节点负责管理和收发本地主机来的信息。转发节点则为远程节点送来的信息选择一条合适的链路转发出去。网络节点还要与网络的其它功能一道来避免网络拥挤和有效地使用网络资源。网络节点通常就是一个小型机,起通信控制处理机的作用。不同网络有不同的网络节点名称。如 ARPA 网称其网络节点为接口信息处理机,即 IMP (Interface Message Processor)。

通信链路是两个节点(包括节点)之间的一条通信信道(通信线路及有关设备)。用作通信链路的介质有明线,双绞线、电缆、无线电波等,近几年还用微波、光导纤维和通信卫星等传输介质。为了提高可靠性,两个节点之间可以采用一条以上的通信链路。

信号变换器提供数字信号和模拟信号之间的变换。不同的传输介质采用不同类型的信号变换器。如在电话线上只能传输模拟信号,而计算机输出信号为数字信号,这时需要采用将数字信号变换为模拟信号的信号变换器。

三、计算机网络的功能和应用

1. 计算机网络的功能 不同的网络是为不同的目的和解决不同的需要而设计的。一般说来,有如下几个共同的功能和应用范围:

- (1) 共享资源 可供共享的资源有数据(数据库)、应用程序、软件和硬件等。
- (2) 处理机间通信 不同地区的网络用户(进程)可通过网络进行对话。
- (3) 提高可靠性 在工作过程中,一台机器出了故障,可以使用网中的另一台机器。网中一条通信线路出了故障,可以取道另一条线路。可靠性问题对于军事、银行和工业过程控制部门的应用尤为重要。通过网中的冗余部件可大大提高可靠性。
- (4) 提供分布处理功能 分布处理的特点是把要处理的任务分散到各个计算机上进行,而不集中在一台大计算机上,这样可以降低软件设计的复杂性,提高效率和降低成本。
- (5) 集中管理 对地理上分散的组织,可通过计算机网实现集中管理。如飞机订票系统、航船指挥系统、信息和销售管理系统、军事指挥系统等。
- (6) 负载分担 当某处理系统过载时,新的作业可通过网络转送给其它系统。在幅员广大的国家里,可利用地理上的时差和均衡系统的日夜负载,以充分发挥网内各处理系统的作用。
- (7) 开辟大量新的服务项目 有了计算机网络,更便于扩大计算机在医疗、教育等领域的应用。
- (8) 为实现远程通信提供强有力的通信介质 相距很远的二个人,可使用网络共同起草一个报告,修改后的版本能及时到达每个作者手里。通过网络进行话音、图象和数据传送更加快速、可靠和方便。

下面以局域网的应用领域为例,说明计算机网络的应用。

2. 局域网的应用领域 局域网的应用领域很广,凡是要求高数据率、低误码率的局部范围如机关、学校、工厂、公司、医院、银行、实验室、各企事业单位都可应用局域网来改进管理工作,提高管理水平。局域网除了在本单位本部门使用外,还可以与远程网相连或通过公共电话网作为桥梁,将两个或多个局域网连接起来,实现更大范围的应用。我们把这个桥梁称作信关(Gateway)。现列举局域网的几种主要应用领域如下:

(1) 办公室自动化 当前办公室中许多管理工作如造表、统计、存档和收发信息,打印文件、询问各类信息,管理电话和信件等不但花费了人们大量的时间,而且造成信息的收集、处理、统计不及时、不准确、不全面。有了局域网,在局域网上装上文字处理器、电子邮政、智能复印机和传真机等就能可靠而高效地完成这些工作。

尤其局域网与远程电子邮件、电子会议和各种快速电子服务使个人间通信版本修改、文本起草和编辑等能更快速而又方便有效,甚至使不同地点的人们可共同在网络上相互通信,“面对面”地商议各种事情,讨论和修改各种稿件,作出各种重大决定,使工作效率大大提高,人们得到更大的方便,而且对社会交通,信息的组织甚至社会结构都会发生巨大的影响。当前利用局域网应用于办公室自动化已成为热潮。为此,正在大量研究综合话音、图象、数据在局域网中传输的问题。局域网在办公室自动化应用方面将起着巨大的作用。

(2) 数据库应用 局域网支持用户共享数据库和文件。数据库与文件可集中放在网内一资源站,局域网可建立相应的安全、保密措施,各用户可按不同的访问权限共享数据库资源。另一方面,随着计算机在管理方面的大量应用以及分布系统的发展,数据库也由集中走向分

散,局域网可为分布式数据库的实现提供良好的环境和有效的工具。

(3) 过程控制 在现代化的工厂里,各个生产任务以至整个工厂的生产过程控制需要许多计算机,包括大量的微型机。这就需要局域网,使这些计算机能相互通信,交换控制信息与数据,配合与协调工作。同时,有了局域网后,某个生产环节的控制失效或机器有故障时,也能很快得到后备控制,或很快得到后备的机器,恢复正常工作,提高了生产过程的可靠性。

(4) 共享中、大型机的资源 中、大型机可联入局域网或通过信关与局域网相接。网中的微、小型机可通过远程操作存取中、大型机的程序、数据、文件。网中用户可使用中、大型机的处理机、外围设备等硬件资源,弥补自己资源不足的缺点。

此外,局域网络可应用在数据处理(如文件传送、数据录入、事务处理等)、工厂自动化(如计算机自动绘图与制造、库存量控制等)以及能源管理、电话系统等领域。

虽然目前阶段局域网络实际应用还不够理想,但随着技术趋于成熟,局域网络技术应用会更广泛、效果更显著。

下面是一个以局域网技术为基础的办公室自动化信息处理系统。

办公室日常有大量事务工作:

- (1) 信息处理,如编辑、造表、存档、检索、复制、收发和打印等工作;
- (2) 简单计算与统计;
- (3) 文件、信息查找与确认;
- (4) 决策和判断;
- (5) 通信、联络(电话、信件)等。

把局域网技术用于办公自动化,建立办公信息系统(见图 1-5),处理上述办公事务,能很有效地提高工作质量与效率。

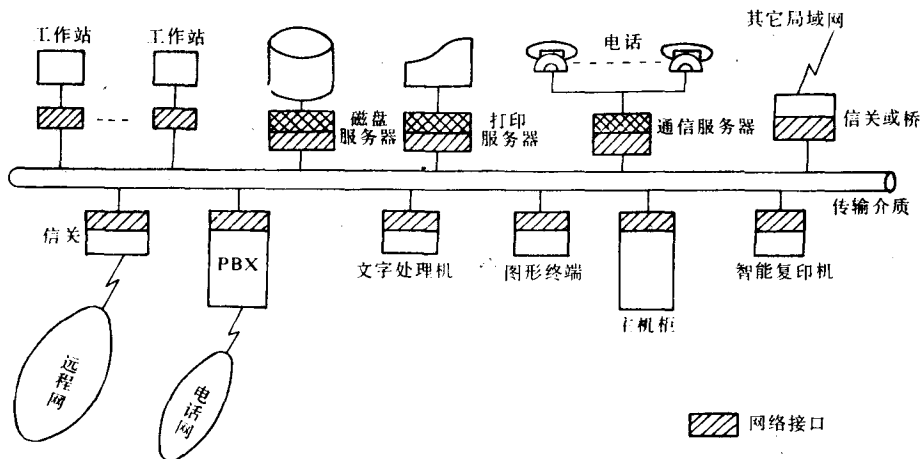


图 1-5 办公室自动化信息处理系统

这种办公室信息处理系统包括:足够供用户使用的工作站;打印机、硬盘、数据库等共享资源;文字处理机、显示或图形终端和智能复印机等各种 I/O 专用设备;工作站之间的通信设备;办公室与外部世界的通信接口(如信关、桥以及通信服务器或专用自动交换机 PBX 等接

口),现分述如下:

(1) 工作站 工作站可以是微型机、终端等,具有局部处理能力(如编辑能力)和个人文件存贮能力,能访问和使用文件、打印机及各种服务器。

(2) 共享资源 共享设备一般是贵重设备(往往不是一个用户要连续使用的,但却是所有用户都需要的),例如高速打印机、激光打印机、硬盘存贮、数据库以及各种软件等。

(3) 通信设备 工作站之间的软/硬通信设备,用以连通局域网内部所有用户,以协调办公室各部分的工作。访问办公室外部与外界的通信接口,如使用信关或PBX作接口,使办公室能够访问远程的特殊服务、远程数据库、远程信息以及电子邮件服务等。

以局域网为基础的办公室信息系统通常为用户提供信息管理系统、电子邮件系统以及办公室自动化所需要的各种服务。

(4) 电子邮件系统 在电子邮件系统中,用户可使用工作站,以及借助局部范围内工作站的全互连设备,进行邮件编写与编辑,发送与接收,存贮与读取等操作。

(5) 信息管理系统 在信息管理系统中,有关整个办公室的信息称为公共信息(如数据表格、会议资料、目录、时间表、库服务等),各办公室人员(个人)所需信息称为个人信息(如日记、地址录:包括姓名、地址、电话等)。公共信息放在系统存贮器中,供各站使用;而个人信息则存贮在个人的软盘上。更好和更方便的办法是在网上建立一个专用的文件处理系统,把公共的和个人的信息存在共享的数据库或文件中。由各用户共享,并严格按访问信息的不同资格、权限、安全加锁使用。

(6) 其它各项服务 办公室信息系统的各项服务除了文字处理服务,用户电报服务,数据处理服务、计算、统计服务,外部参考信息服务等外,还可发展话音、图象、传真等综合服务。

例如,话音服务在自动化办公室中仍然十分需要,话音是办公室的最重要通信介质。话音与数据可以混合在局域网介质上发送,而局域网有足够的带宽(1~20Mb/s)适合于话音发送(当然,有些局域网会比另一些局域网更适合于话音发送)。另一种更适合于话音业务及话音/数据通信的设备是PBX或CBX(计算机控制的小型自动交换机),与局域网相比,使用哪一种较好,现正在研究之中,很可能是将二者巧妙地结合起来用于办公室系统更为理想。

显示、图象服务在办公室中也很需要。办公室常有大量的信息要发送,它要求高数据率,而局域网有高的数据率能够支持它,这比传统使用低速链路发送视频图象要优越。如果使用以图形终端增强功能的电话,则在办公楼中不同办公室的人员也能够通过局域网讨论和修改图纸或图形,还可通过局域网“面对面”开会。

§ 1-3 通信子网的结构

通信子网可根据不同的特点进行分类,本节主要根据通信信道的类型来分类。

一、点-点信道通信子网

1. 点-点信道的特点 通信子网内的每一条信道(电缆或电话线)都连到一对网络节点上。如果网中任意两个节点之间没有直接相连的信道,则它们之间的通信必须间接地通过其它节点。当信息(报文)经过中间节点时,先由中间节点接收并存贮起来,待其输出线有空时,再转发到下一个节点。这样的信道称为点-点信道。采用这种传输方式的通信子网称为点-点通信子网(简称子网)或存贮-转发子网。

2. 点-点通信子网的结构 点-点子网有如下几种拓扑结构,如图 1-6 所示。

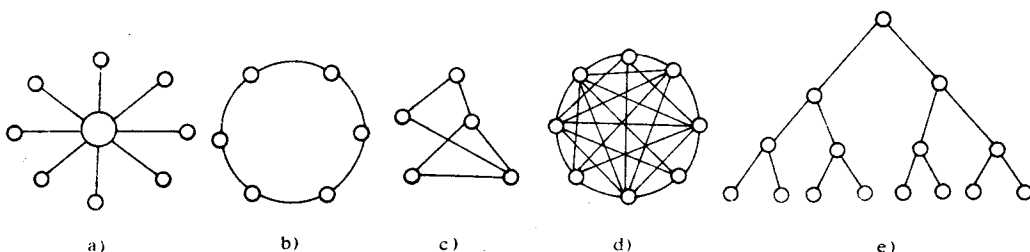


图 1-6 点-点信道通信子网结构

a)星形 b)环形 c)、d)网形 e)树形

(1) 星形 如图 1-6a 所示,每个节点都有一条单独的链路为中心节点相连。除中心节点外的任何两个节点之间的通信都要经过中心节点。这种结构简单、容易建网、便于管理。但由于通信线路总长度较长,成本高。同时对中心节点的可靠性要求高,中心节点出故障将会引起全网瘫痪。

(2) 环形(Loop) 如图 1-6b 所示,各网络节点连成环状。数据信息沿一个方向传送,通过各中间节点存贮转发最后到达目的节点。源节点(开始发送数据的节点)可以选择到达目的节点有较短路径(由源节点到目的节点的链路集合)的方向发送数据。这种结构简单,总路径长度较短,延迟固定。但容易由于某个节点出故障而破坏全网的通信,因而需要较复杂的故障处理技术,且不易接入新节点。

(3) 网形 如图 1-6c 和 d 所示,c 为无规则形,d 为有规则形。这种结构的最大优点是可靠性高,一个节点可取道若干条路径到达另一个节点。但所需通信线路长,成本高,路径控制复杂。

(4) 树形 如图 1-6e 所示,各节点按层次进行连接。处于越高层次的节点,其可靠性要求越高。这种结构比较复杂,但总线路长度较短,成本较低,容易扩展。

二、共享信道通信子网

1. 共享信道的特点 网内所有节点共享一条通信信道,每个网络节点发送的信息可由网中所有节点接收,但只有目的地址是本站地址的信息才接收下来,否则不予理睬。

共享信道分总线信道、卫星信道和无线电信道等。

2. 共享信道通信子网结构 共享信道通信子网有如图 1-7 所示几种结构。

(1) 总线通信子网 如图 1-7a 所示,网中各节点连在一条总线(电缆)上。任一时刻,只允许一个节点占用总线,且只能由该节点发送信息,其它节点处于封锁发送状态,但允许接收。所以必须有一个控制机构来解决二个以上节点同时发送的冲突问题。

(2) 卫星或无线电广播通信子网 如图 1-7b 所示,每个节点都有发送和接收天线,都能接收到卫星或其它节点发送的信息。

(3) 树形通信子网 如图 1-7c 所示,它是总线通信子网的一般形式,多用于宽带网。

(4) 环形通信子网 如图 1-7d 所示,各节点连成环形。每个节点发送的信息均绕环传输一周,最后返回发送节点。信息途径中间节点时,只当其目的地址是该节点地址时,才被接收,

否则不予理睬。在某一时刻,整个环为正在发送信息的节点所占有,所以也需要有一个控制机构来解决发送冲突的问题。

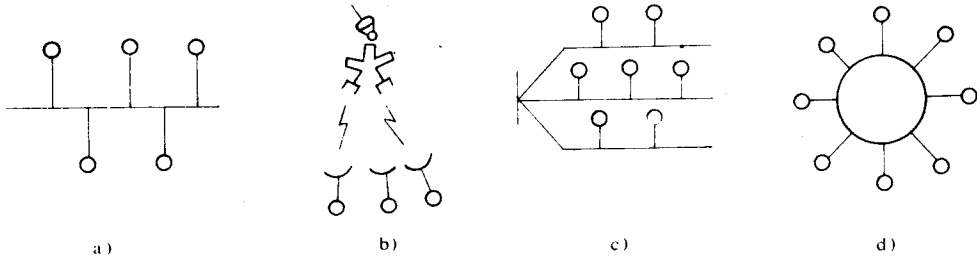


图 1-7 共享信道通信子网

a)总线 b)卫星或无线电广播 c)树形 d)环形

网络结构多种多样,如何选择合适的结构,是网络设计的一个重要问题。例如已知终端的地理位置及信息特性,应在何处设置集中器或前置处理机(节点),它们之间如何连接,采用什么类型的网络结构,采用什么通信介质(线路)等。这些问题必须根据响应时间、可靠性、信息交换量、费用等要求进行综合分析比较后才能确定。由于问题比较复杂,且许多参数都是随机变量,所以需要应用规划方法、概率和排队论进行分析,或采用计算机模拟方法进行研究。

§ 1-4 计算机网络体系结构

计算机网络体系结构精确定义了网络及其组成部分的功能,同时也包括各部分之间的交互功能。计算机网络体系结构采用分层配对结构,配对双方有交互作用。

一、体系结构的概念

今天,自动控制装置的复杂性急剧增长。最初,一片集成片才含有几个晶体管。可现在,一片半导体上可做出含有几万至几十万个晶体管的复杂电路。成千成万的集成电路组成一个大的计算机,而由若干个至几百个乃至几千个计算机联成一个计算机网络。

面对这样复杂的装置,只有一种方法能对其进行分析和综合处理,那就是将它们分成各种各样的基本元素,然后研究它们之间的各种交互结构。这部分工作形成了一个新的科学研究分支,称为自动控制装置的体系结构。根据研究对象的不同,自动控制装置可以是计算机网络、终端系统、各种计算机或半导体片(集成电路)。

体系结构是一个广义的概念,它包括三类重要的相互有关的结构,即物理的、逻辑的和软件的结构。此外,体系结构也包括事务管理、服务和维修、数据区的分配等。上述每一种结构都是由一组元素和它们之间的交互作用方式所定义。而这些结构的相互关系就形成了所考虑装置的体系结构。

1. 物理结构 物理结构元素就是完成一定功能的物理部件。依赖于所处理的任务,这些部件可以是集成电路、计算机部件、计算机或由计算机组成的系统。如考虑的是计算机的物理结构,那么相互作用的元素就是处理机、通道、I/O 设备、打印机、磁盘等。此外,还可以是操作员控制台、显示器、控制器和数据发送设备等。

对物理结构的研究,可以决定系统所需的资源、所需计算机的数目、硬件和设备,并提出对它们的技术要求。

担负体系结构的分析者,首先看到和掌握的是物理结构。但是,在开始建立装置时,先研究的却是另一种结构,称为逻辑结构。

2. 逻辑结构 逻辑结构元素决定输入、存贮、发送、处理或信息文件传递的基本操作功能。根据研究对象和分析深度的不同,逻辑结构可以是计算机操作系统、终端模块、通信程序模块等。常称逻辑结构元素为逻辑模块。逻辑结构元素还可以是相关的几个逻辑模块联合起来的更复杂的实体。

分析逻辑结构元素的相互作用,可以考虑整个系统的操作,研究和处理与信息流有关的进程(它是操作系统中的一个概念,表示程序的一次执行),并决定系统的逻辑资源。

3. 软件结构 在大多数情况下,一个装置可由不同目的的各种软件来描述。这些软件执行不同的信息处理任务。所以,一个装置体系结构的重要特性之一就是其软件或程序结构。软件结构由如下一些相互有关的程序组成:数据处理、进程访问、硬件故障诊断、数据发送、通道(或信道)控制等等。软件结构元素就是各种程序。程序之间的相互作用保证了必要的信息处理任务的正确执行。

如上所述,一些装置(计算机网络、终端系统、计算机、集成电路)的体系结构描述的是该装置中大量不同类型元素之间的相互关系。也就是说,它是由装置的物理、逻辑和软件结构的相互链接所描述。所谓相互链接是指装置中逻辑模块的排列,它决定系统的功能,而这些逻辑模块是由综合相互有关的程序组成,这些程序又由集成电路、控制器、数据发送硬件所实现(执行)。

计算机网络是一种十分复杂的系统,同样可以从物理的、逻辑的和软件结构来描述其体系结构。具体来说,逻辑结构是指执行各种网络操作任务所需的功能;物理结构是指实现网络逻辑功能最优分配的各种网络子系统和设备;软件结构是指网络软件的结构,这些网络软件就是在各网络部件中执行网络功能的程序。

本书主要从逻辑结构的角度介绍网络的体系结构。

二、网络协议的概念

协议是用来描述进程之间信息交换过程的一个术语。在计算机网络中,两个相互通信的实体必在不同的地理位置,其上的两个进程相互通信,需要通过交换信息来协调它们的动作和达到同步。而信息的交换必须按照预先共同约定好的过程进行。例如,网络中的两个操作员通过各自的终端经过网络进行通信,由于这两个终端所用字符集不同,因此操作员所进入的命令彼此不认识。为了能进行通信,规定每个终端都要将各自字符集中的字符,先变换为标准字符集的字符后,才进入网络传送,到达目的终端之后,再变换为该终端字符集的字符。当然,对于不相容终端,除了需变换字符集字符外,还有其它特性,如显示格式、行长、行数、屏幕滚动方式……亦需作变换。这样的协议通常称为虚拟终端协议(见本书第七章)。又如,通信双方常常需要约定如何开始通信,这也是一种协议。所以协议是通信双方为了实现通信所进行的约定或所作的对话规则。

一般来说,协议由语义、语法和定时关系三部分组成。语义规定通信双方彼此“讲什么”,即确定协议元素的类型,如规定通信双方要发出什么控制信息,执行的动作和返回的应答。语法规定通信双方彼此“如何讲”,即确定协议元素的格式,如数据和控制信息的格式。定时关系