

计算机局部网

——网络原理与性能评价

汤毅坚 编著 过介堃 审



人民邮电出版社

计算机局部网

——网络原理与性能评价

汤毅坚 编著

过介堃 审

人民邮电出版社

内 容 简 介

本书系统地讲解了计算机局部网的基本概念、体系结构、网络拓扑,重点介绍了作者在局部网拓扑结构、分类系统、性能评价和系统仿真等方面的学术观点和研究成果。

本书内容丰富,概念清晰。全书共分12章,第一章是有关计算机局部网的基本概念;第二章从网络拓扑的角度,对各类局域网进行分类比较;第三至五章根据IEEE802标准,阐述了下三层的主要功能和实现;第六章介绍了通信子网的核心——网络层;第七、八章分别从排队论和系统仿真的角度,介绍了网络性能的评价方法;第九章介绍了网络的可靠性;第十、十一章介绍了高速局域网以及网络互连的有关问题;最后一章列举出了局域网的典型实例。

本书可用作高等院校计算机专业研究生和高年级学生的教材,也可供从事计算机网络工作的科学研究和工程技术人员参考。

计算机局部网

——网络原理与性能评价

汤毅坚 编著

过介 审

责任编辑 王若珏

*

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
北京铁道印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本:850×1168 1/32 1989年12月 第一版
印张12 $\frac{12}{32}$ 页数:198 1989年12月 北京第1次印刷
字数:320千字 印数:1-2000册
ISBN7-115 04085-0/TP·046
定价:2.95元

序 言

随着计算机技术和通信技术的发展,计算机网络在近 20 年内以极其迅猛的速度发展起来,成为当今信息社会的一个重要标志。为了缩短我国在这一领域与国外的差距,我感到很有必要编写一本有关计算机局部网方面的书籍。于是我广泛地收集资料,在 1986 年底写出了本书的第一稿。后来又根据在本校研究生和本科四年级学生(选修课)教学中发现的问题和同学们所提的意见进行了修改,于 1987 年夏完成了第二稿。最后,根据审稿人的建议,对全书内容进行调整、改动后定稿。

本书参考了美国、加拿大高等学校目前使用的 10 余种计算机网络教材和近年来在国内外杂志和学术会议上发表的大量论文,介绍了有代表性的网络标准和典型实例。同时,在第二、四、七、八章中论述了本人在局域网拓扑结构、环形网络二维分类系统、环形网络性能评价,以及网络系统仿真等方面的学术观点和研究成果。在写作过程中,力求做到内容新颖、概念清晰和可读性强,使它既可作为计算机专业研究生和高年级学生的教材,又可用作计算机网络的科研人员和工程技术人员的自学参考书。

本书内容涉及局部网络的三个分支:局域网、CBX 网和高速局域网。全书共分 12 章,第一章集中介绍了有关计算机网络、数据通信、网络标等方面的基本概念;第二章从网络拓扑的角度介绍了局域网的分类以及各类网络的结构、工作原理和优缺点;第三至五章按照 IEEE802 标准规定的局域网层次结构,分别阐述了物理传输层、媒体访问控制层和逻辑链路层通信协议的主要功能,以及实现这些功能的主要技术措施;第六章对网络层进行了比较深入的介绍,为通信子网建立了比较完整的概念;第七章和第八章分别

从排队理论和系统仿真两个角度介绍了网络性能评价的方法;第九章论述了网络系统两个很重要的整体服务性能——可靠性和保密性;第十章介绍了近年来局域网发展的新分支,即以同轴电缆或光导纤维为通信媒体的高速局域网;第十一章阐述了网络互连的基本原理和有关技术问题;第十二章列举了三种有代表性的局域网实例,可供读者在使用和研究时参考。前五章是有关局部网络最基本的概念和体系结构,可供计算机专业高年级学生选修课使用。在作为研究生教材时,可以用 80 学时讲完本书的主要内容。为了帮助检查和巩固已学得的知识,本书每章后面都附有小结和习题,书末列出了参考资料、名词索引及其汉英对照。

本书由中国科学院计算技术研究所副总工程师过介堃同志主审。在写作过程中还得到史忠植等同志的帮助和支持,哈尔滨科技大学计算机专业的研究生及 82、83 级的同学们提出了许多修改意见,在此一并表示感谢。

由于本人水平所限,加上计算机局部网的发展十分迅速,书中难免有不妥和挂一漏万之处,恳请广大读者赐教。

哈尔滨科技大学 汤毅坚

1988. 3

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 计算机网络和局部网络.....	(1)
一、计算机网络和通信子网	(1)
二、局部网的分类	(3)
第二节 数据通信.....	(6)
一、模拟数据通信和数字数据通信	(6)
二、波特率和比特率.....	(10)
三、同步通信和异步通信.....	(10)
四、单工通信和双工通信.....	(11)
第三节 通信媒体共享技术	(12)
一、多路复用.....	(12)
二、集线.....	(16)
三、交换.....	(16)
四、多点线路.....	(23)
第四节 ISO 参考模型	(24)
第五节 IEEE 802 标准	(28)
小结	(31)
习题	(32)
附录 调制解调器	(33)
第二章 网络拓扑	(41)
第一节 网络拓扑分类	(41)
第二节 总线网和树形网	(43)
一、同轴电缆基带网.....	(43)
二、双扭线基带网.....	(44)

三、同轴电缆宽带网	(45)
第三节 星形网	(46)
一、星形网的基本原理	(46)
二、堵塞性	(48)
三、一侧系统和二侧系统	(48)
四、计算机化小交换机网	(48)
第四节 环形网	(56)
一、环形网的拓扑结构	(57)
二、环形网的物理结构	(61)
第五节 网络拓扑的选择	(64)
小结	(65)
习题	(65)
第三章 物理传输层	(67)
第一节 通信媒体	(67)
一、双扭线	(68)
二、同轴电缆	(70)
三、光导纤维	(73)
四、无线通信媒体	(75)
五、通信媒体与网络拓扑之间的关系	(76)
第二节 信道的极限传输能力	(76)
一、无噪音信道上的最高数据传输速率	(77)
二、噪音信道上的最高数据传输速率	(77)
三、信号调制技术对极限传输能力的影响	(77)
第三节 物理层通信协议举例——X.21 接口标准	(78)
第四节 差错控制	(80)
一、奇偶检验码	(81)
二、群计数和水平群计数	(83)
三、海明码	(84)
四、循环冗余码	(87)

小结	(90)
习题	(91)
第四章 媒体访问控制层	(92)
第一节 总线网访问协议	(93)
一、随机访问型协议的发展	(93)
二、带碰撞检测的载波侦听多路访问协议	(96)
三、令牌传递式总线网访问协议	(99)
四、CSMA/CD 和令牌传递式总线协议的比较	(102)
第二节 环形网的分类	(103)
一、环形网的分类方法概述	(104)
二、环形网的二维分类方法	(105)
第三节 环形网媒体访问控制层通信协议	(108)
一、顺序访问式媒体访问协议	(108)
二、仲裁访问式媒体访问协议	(111)
三、随机访问式媒体访问协议	(114)
小结	(119)
习题	(119)
第五章 数据链路层	(121)
第一节 数据链路单向通信协议	(121)
第二节 数据链路双向通信协议	(123)
一、滑动窗口的概念	(123)
二、双向链路通信协议	(126)
第三节 面向字符型通信协议	(129)
一、传输控制字符	(129)
二、报文格式	(131)
第四节 面向比特型通信协议	(132)
一、面向比特型通信协议的发展	(132)
二、面向比特型通信协议的基本概念	(133)
三、高级数据链路控制协议	(135)

第五节 局域网的逻辑链路层	(139)
一、LLC 的帧结构	(139)
二、LLC 为网络用户提供的服务	(141)
三、LLC 和媒体访问控制层的接口	(141)
小结	(142)
习题	(142)
第六章 网络层	(144)
第一节 虚电路和数据报	(144)
一、虚电路服务	(144)
二、数据报服务	(146)
三、虚电路和数据报的比较	(147)
第二节 路由选择	(149)
一、确定性路由算法	(150)
二、自适应性路由算法	(153)
第三节 拥塞问题	(157)
一、产生拥塞的原因	(157)
二、预防拥塞的方法	(159)
三、缓解拥塞的方法	(165)
第四节 X.25 接口标准	(167)
一、信息包格式	(168)
二、虚电路的建立和拆除	(169)
三、数据传输和流量控制	(170)
四、差错纠正	(171)
五、用户选择的服务项目	(172)
六、数据报服务	(173)
小结	(173)
习题	(174)
第七章 局域网性能评价	(175)
第一节 排队论基础知识	(175)

一、排队系统的数学描述	(176)
二、生灭过程排队模型	(181)
三、嵌入马氏链排队模型	(190)
四、不同优先级顾客的排队系统	(194)
五、循环服务的多个队列系统	(200)
第二节 总线网性能评价	(201)
一、任意争用式总线网的性能	(202)
二、非坚持式 CSMA 总线网的性能	(203)
三、以太网性能	(204)
第三节 环形网性能评价	(205)
一、环形网的数学模型	(206)
二、环形网性能的量度	(207)
三、时间分配方式对环形网性能的影响	(209)
四、空间分配方式对环形网性能的影响	(215)
小结	(219)
习题	(220)
第八章 系统仿真	(221)
第一节 仿真程序	(221)
一、随机数发生器	(221)
二、随机事件表	(226)
三、统计数据的采集	(230)
四、循环队列系统的仿真	(232)
第二节 仿真结果的统计分析	(236)
一、抽样均值和大数定理	(236)
二、正态分布和中央极值定理	(236)
三、置信区间	(238)
四、独立重复法	(239)
五、再生法	(243)
第三节 局域网的仿真	(251)

一、令牌环的仿真	(255)
二、MINET 的仿真	(256)
三、寄存器插入环的仿真	(261)
小结	(267)
习题	(267)
第九章 可靠性和保密性	(269)
第一节 可靠性、可用性和可生存性	(269)
一、定义	(269)
二、提高宽带网的整体服务性能	(272)
三、提高基带网的整体服务性能	(274)
第二节 保密性	(276)
一、使用权限的控制	(276)
二、数据的加密	(278)
三、多级保密系统	(288)
小结	(291)
习题	(291)
第十章 高速局域网	(293)
第一节 同轴电缆高速局域网	(293)
一、概况	(293)
二、物理传输层	(294)
三、媒体访问控制层	(296)
四、逻辑链路层	(298)
五、同轴电缆高速局域网总体结构	(301)
第二节 光导纤维高速局域网	(303)
一、概述	(303)
二、光导纤维总线网	(303)
三、光导纤维环形网	(306)
四、光导纤维星形网	(308)
小结	(313)

习题	(313)
第十一章 网络互连	(314)
第一节 网络互连的一般原则	(315)
一、网络互连的基本要求	(315)
二、网间连接器	(315)
三、网络互连的服务方式	(317)
第二节 网间通信协议	(320)
一、网间通信协议的工作原理	(321)
二、编址方式	(322)
三、路由选择	(324)
四、信息包的拆装	(326)
第三节 X.75 接口标准	(328)
第四节 同类局域网的互连	(330)
小结	(333)
习题	(333)
第十二章 局域网典型实例	(335)
第一节 以太网	(335)
一、以太网的发展	(335)
二、系统描述	(336)
三、CSMA/CD 信道管理	(343)
第二节 环形局域网 TORNET	(345)
一、概述	(345)
二、TORNET 的体系结构	(345)
三、环接口	(348)
四、中心控制站	(350)
五、TORNET 的软件	(351)
六、TORNET 的多级环网形式	(354)
第三节 王安网	(356)
一、概况	(356)

二、拓扑结构	(357)
三、频带分配	(358)
四、网络软件	(360)
五、远程王安网和网络互连	(361)
小结	(362)
参考书目及参考文献	(363)
名词索引及其汉英对照	(369)

第一章 基本概念

第一节 计算机网络和局部网络

一、计算机网络和通信子网

本书的主题是计算机网络,特别是局部网络的基本原理和性能评价。关于计算机网络,许多书上已从不同的角度给出了不同的定义。本书不打算再另外给出一种定义,而只是把那些定义的要点归纳如下:

- 1) 计算机网络是计算机设备的互连集合体;
- 2) 它的目的是实现系统资源(硬件、软件、信息)的共享,实现数据通信和分布式数据处理;
- 3) 连接计算机设备的通信媒体既可以用有线的方式(如明线、电缆、光缆等),也可以用无线的方式(如微波、卫星、红外线等);
- 4) 构成分布式计算机网络的计算机之间不存在主从关系,即任何一台计算机都不能启动、停止或控制另一台计算机。

计算机网络可以抽象成图 1-1 的形式。其中,方框表示计算机设备,又称主机,通常包括计算机、终端、外部设备等;圆圈表示主机和通信媒体之间的接口,又称为节点或接口处理机;连接节点的线段表示通信链路。通常,把节点和通信链路的集合统称为通信子网。这样,就把网络中的通信部分和应用部分(主机)分离开来,使网络的分析 and 设计大大简化。在实际的网络系统中,由于主机和节点一般在位置上很靠近,因此常常合称为通信站。在研究通信子网

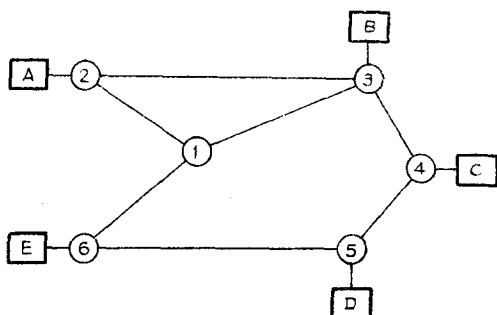


图 1-1 计算机网络

子网中，每一条通信链路只连接一对节点。如果不是接在同一条链路上的两个节点之间要通信，就必须经过其他的节点间接进行。

的时候，许多书在使用节点和通信站两个名词时常常不加区分。

通信子网通常分为两大类。一类为点对点子网，又称存储转发子网；另一类为广播子网，又称多点共享子网。在点对点

这些中间节点往往先将信息接收下来，经过一段时间的存储之后再转发到其他链路，因此又称存储转发子网。点对点子网有多种连接形式，主要有全连接、星形连接、环形连接、树形连接以及不规则连接等（见图 1-2）。

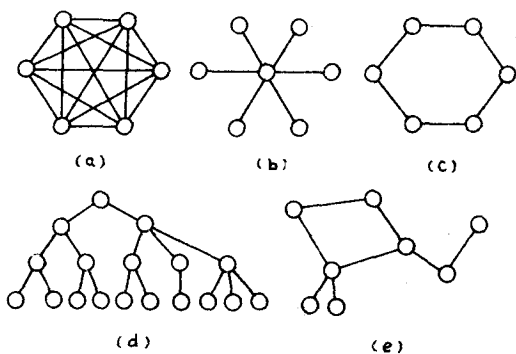


图 1-2 点对点子网

广播子网的特点是所有的节点共享单一的通信媒体。任何一个节点发出的信息都能直接被所有节点接收到，而不需经过中间节点的转发。广播子网可以采用无线的传播方式，也可以采用有线的传播方式。在计算机网络，特别是局部网络领域中，有两种有线的广播子网占有很重要的地位。它们是总线网和环形网（如图 1-3）。

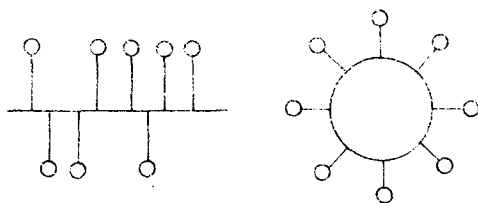


图 1-3 广播子网

计算机网络按其所以覆盖的地域范围的大小可以分为远程网、局部网和分布式多处理机三类。其中,远程网的地部范围通常为数公里以上;局部网通常在几米

至几公里范围内;而分布式多处理机则局限于几米以内。本书讨论的重点是计算机局部网。除了地域的限制外,它还有一些显著的特点,主要是:

- 1)通信媒体质量较高,即数据传输率高,误码率低;
- 2)可以支持几百台互相独立的设备;
- 3)网络的拓扑结构比较规则;
- 4)通信协议比较简单;
- 5)造价比较低廉;
- 6)往往局限于某一机关、团体内部。

对于局部网络设计的基本要求是:

- 1)采用最简单的结构来实现所要求的功能和性能;
- 2)有效利用共享资源,尤其是通信网络本身;
- 3)用户能合理地使用系统;
- 4)可靠性高,有一定的负荷能力;
- 5)易于安装,易于扩充;
- 6)维修方便。

二、局部网的分类

通常,我们从三种不同的角度来对局部网进行分类:

1)按数据传输率分:根据数据传输速率的高低,可以将局部网分成高速局部网、局域网和计算机化用户交换网三类。这三类网络由于工作速率差异较大,因此在通信媒体、交换技术、拓扑结构等

方面都有较大差别。现将它们的主要性能汇总于表 1-1 中。

表 1-1 三种局部网络的主要性能

网络类型	高速局域网	局域网	计算机化 用户交换网
数据传输率	50Mbps 以上	1-20Mbps	9.6-64kbps
通信媒体	CATV 同轴电 缆、光导纤维	双扭线、同轴电 缆、光导纤维	双扭线
交换技术	包交换	包交换	电路交换
拓扑结构	总线	总线、树、环形	星形或 多级星形
最大传输距离	1km	25km	1km
可支持设备数	几十台	几百台	几十台

2)按网络拓扑分:如果把网络上的节点抽象为点,把连接节点的链路抽象为线,那么通信子网就可以抽象为一个几何图形,通常称为网络拓扑。局部网络的拓扑结构一般比较规则,通常分为总线形、树形、环形和星形四种。环形结构的子网有点对点通信和广播通信两种方式。有时把它们称为环(ring)、回路(loop)或回路、环。本书对它们不加区分,统称为环形网络。读者可以从各种环网的通信媒体访问控制协议中方便地判断它们各自属于哪一种子网。

3)按传输的信号分:按照通信媒体上传输的信号可以把局部网分成基带网和宽带网。基带网传输数字信号,宽带网传输模拟信号。

数字信号的特点是频谱较宽。因此,在基带网中,通信媒体的通频带全部被一路信号占用。同时,由于通信媒体上的分布参数(电阻、电容、电感)对高频成分的衰减比低频成分大,随着传输距离的增加,使得脉冲的幅度下降、前沿变缓、后沿拖长,如图 1-4 所示。这种畸变严重的时候,就会使得脉冲中包含的数字信息变得不可识别。因此,基带网的传输距离一般不超过 1km。

为了克服数字信号直接传输的缺点,可以调制成模拟信号进