

计算机

环形局域网网络 及其新技术

敖志刚 著
李 巍 审校



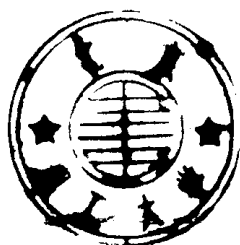
電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

计算机环形局域网及其新技术

敖志刚 著
李 巍 审校



965668

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 提 要

计算机环形局域网被认为是最具高效率、最有前途、发展最快的局域网技术,在光纤网、宽带高速网、主干网、综合业务数字网中大量使用,被许多用户和厂商看好。快速令牌环、高速光纤环网、交换式和ATM环网技术和产品的出现,说明环形局域网已发展到一个新阶段。

该书许多内容是作者科研学术成果的总结,思想新颖、内容丰富、实用性强,共十章。较系统和全面地论述了环形网络的拓扑结构、介质存取控制方法、容错设计、可靠性分析、发展动态与应用情况;对令牌环、IBM令牌环、高速光纤环网FDDI 3种网络产品和技术以及IEEE802.5令牌环标准作了深入浅出的阐述;还对近几年出现的新技术,如高速光存取协议、交换与虚拟局域网、帧中继交换技术、令牌环交换技术、交换型多兆比特数据业务、高速环通道、ATM局域网及仿真、ATM虚拟网及环网等进行了详细的探讨。

本书适用于从事网络的工程技术人员、研究人员、规划设计应用人员和教师阅读,也可作为计算机、通信及相关专业的研究生、本科生作为选修课教材或参考资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机环形局域网及其新技术/敖志刚著. —北京:电子工业出版社,1999.6

ISBN 7-5053-5434-5

I. 计… I. 敖… III. 局部网络, 环形 IV. TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第17847号

书 名: 计算机环形局域网及其新技术

著 者: 敖志刚 著

审 校 者: 李 巍

责任编辑: 李新社

特约编辑: 段志钢

印 刷 者: 一二〇一工厂印刷

装 订 者: 一二〇一工厂装订

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.75 字数: 519.5千字

版 次: 1999年6月第1版 1999年6月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5434-5
TP·2733

定 价: 25.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

在世纪之交的今天,信息技术已成为继物质、能源之后决定国民财富积累和流向的主要经济资源。信息社会的基础是计算机和互联的计算机网络。随着国际互联网、信息高速公路和我国“九五”计划的八个金字系列工程的实施,计算机网络已越来越和人们的生活、国民经济密切相关。在众多类型的计算机网络中,局域网络发展最为迅速,应用最为普遍,产品众多,成为国内外一个非常活跃的工程研究及产品开发的领域。

环形局域网络是应用较广泛、前景看好,被认为是最具高效率的局域网技术。环形局域网传输速率高,吞吐量大,传输距离远,环接口控制和流量控制简单,无路径选择和冲突问题,实时性强,因而被许多用户和厂商看中。目前的光纤网络主要采用环形拓扑结构;对于较大、较复杂的局域网络,通常主干网采用环形结构;在高速局域网中,环形局域网络所占的比重更多,使用更广泛;在大容量、多种业务、多种介质的环境下,环形局域网络表现出很大的潜力。环形局域网络“热”正在广泛兴起,为网络的研究、开发和应用注入了新的活力。

环形网络的主要产品有剑桥环、IBM 令牌环、光纤分布数据接口(FDDI)等。剑桥环在欧洲,特别是英国比较盛行,发展和应用较为迅速,在局域网络中主要采用剑桥环。IBM 令牌环网在美国等其他国家和地区广泛使用,著名的 Novell、3Com、Apple 等公司已将自己的网络软件同 IBM 令牌环相连接,并促使其他 PC 网络与该环网相连,还有其他许多公司的网络产品现已与 IBM 令牌环产品兼容。FDDI 是目前高速网络中较成熟的标准化技术,它以其高速度、大容量、长距离、高可靠性、高安全性和极强的容错能力等重要特性在智能大厦、校园网、企业网和高速工作组站等主干网络应用方面获得了极大的成功,因此 FDDI 一直雄居高速网络应用之首。

以快速令牌环、交换式令牌环、异步传输模式(ATM)环、千兆环通道网络、虚拟环网等为代表的新技术新产品正在研制和开发。重要标志突出表现在传输速率不断提高,从过去的几十 Kbps 发展到几十 Mbps,乃至数 Gbps 的环形网;光纤技术日趋成熟,利用相干光通信,4Gbps 传输可达 202 公里,利用光孤子通信,现已在 30~40Gbps 的速率下取得传输上千公里的试验结果;交换技术从电路交换到分组交换再到信元交换;客户机/服务器模式使局域网性能得以提高;网络软件在环形网络中起着举足轻重的作用;网络设备正朝着多功能、标准化、综合化、智能化和小型化方面发展。可以预言,新一代环形网络将采用光交换、光复用和光的存取协议,一代新的数字传输方式将被光的同步数字序列(SDH)所取代,FDDI、ATM 局域网与 SDH 的结合将成为 21 世纪的通信主体。

撰写此书的目的是为了介绍作者长期从事计算机环形局域网络的经验、实践、开发和研究成果,使读者系统、全面、深入地了解环形局域网络的基本知识,更快地掌握环形网络的新理论、新技术和新方法,推动环形局域网络的应用、普及、提高和发展,从而带动我国计算机信息产业的进步。

本书的论述力求理论联系实际,学术与工程应用并重,做到深入浅出、言简意明、条理清楚、语言流畅;内容尽量具体、充实、全面,体现新颖性和先进性,充分反映环形网络的最新研究

成果和发展前景。该书的许多内容都是作者科学研究的总结,共分十章。第1章主要概述了环形网络的概念、分类、性能指标及应用的几个主要方面。第2章描述了单环网、可靠性环网、双环网、多环网、多级环网、多连接环网的拓扑结构、特点、功能,并进行了分析。第3章主要论述了令牌环、时隙环、寄存器插入环、回路转接环、竞争环与光环的三代介质存取方法与原理,并进行了展望。环形网络的最大弱点是可靠性低,为使网络达到高容错、强功能,寻求最优设计和控制,在第4章提出了用6种方法来解决可靠性问题:优化网络结构;用微处理器进行控制;用软件实现旁路、交换和反馈;智能控制;改变网络接线和耦合结构;差错校验与控制。第5~8章介绍了剑桥环、IBM令牌环、高速光纤环网FDDI 3种常用环网的产品与技术和IEEE802.5令牌环标准;详细地叙述了它们的网络结构、基本协议、工作原理、帧信息格式、网络管理、故障诊断与控制、软硬件及其配置以及它们的应用情况等。第9章阐述了环形网络几种相关新技术,包括第三代光环存取协议、新一代高速数字传输方式——SDH、交换与虚拟局域网、帧中继交换、令牌环交换、交换型多兆比特数据服务、交换式令牌环及千兆环通道网络。这些相关新技术代表了环形网络研制、引进、开发、发展的新方向。第10章论述了ATM局域网及其仿真、ATM虚拟网及其环形网的体系结构协议模型、运行机制、工作原理。这意味着新的高速环形网正在走向成熟。为便于读者阅读,在书的最后附有英文缩写名词与中文的对照。

在撰写和出版本书的过程中,得到了总参工程兵工程学院及其有关领导、教授杜方森、程宝义、王耀华、王者生、苏凡圉、徐飞和通信工程学院博士生导师谢希仁教授等同志的支持、关心和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者学术水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳切希望读者给予批评指正。

作者

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 局域网的概念	(1)
1.2 环形局域网及其组成	(3)
1.3 环形局域网的特点	(5)
1.4 环形网的分类	(6)
1.5 环形网络的应用	(9)
1.6 主要性能参数与指标.....	(14)
第 2 章 环形网络拓扑结构与可靠性环拓扑	(19)
2.1 节点的功能.....	(20)
2.2 传输链路.....	(22)
2.3 图论的基本知识.....	(26)
2.4 单环网络的拓扑结构.....	(28)
2.4.1 分布式单环网络结构.....	(28)
2.4.2 集中探询式单环网络的结构.....	(29)
2.4.3 星形环网结构.....	(30)
2.4.4 单环双向传输结构.....	(31)
2.4.5 总线环网的结构.....	(32)
2.4.6 逻辑令牌环网结构.....	(34)
2.5 双环网络及其他环网.....	(36)
2.5.1 冗余环.....	(36)
2.5.2 分布式双环计算机网络(DDLCN)	(37)
2.5.3 俄勒冈州(Oregon State)环路	(37)
2.5.4 光纤双环网络.....	(38)
2.5.5 前向环后向跳网络.....	(39)
2.5.6 多环路结构和多级环网.....	(42)
2.5.7 环形拓扑网与其他拓扑网的互连结构.....	(44)
第 3 章 环形网络存取控制方法	(45)
3.1 介质存取方法现状及其进展.....	(46)
3.2 令牌通过环协议.....	(47)
3.2.1 令牌环存取协议.....	(47)
3.2.2 纽霍尔(Newhall)环	(52)
3.2.3 第二代令牌环存取协议.....	(53)
3.3 时隙环控制法.....	(55)
3.3.1 时隙控制法的基本原理.....	(55)

3.3.2	第一代实验时隙环	(57)
3.3.3	第二代时隙环存取控制	(58)
3.3.4	时隙环存取协议标准	(60)
3.4	缓冲器插入法	(61)
3.4.1	缓冲器插入存取控制的结构与原理	(61)
3.4.2	分布式环形计算机网络(DLCN)	(63)
3.4.3	综合局部通信系统(SILK)	(64)
3.4.4	分布式双环计算机网络(DDLCN)	(65)
3.4.5	第二代缓冲寄存器插入环协议	(67)
3.5	回路转接环协议	(67)
3.6	竞争环与光环协议	(69)
3.6.1	竞争环存取机制	(69)
3.6.2	光环协议	(69)
第4章	环形网络的容错设计与可靠性分析	(70)
4.1	环形网络的故障与容错	(70)
4.2	分布式双环网络的故障控制	(71)
4.3	光纤双环网络的容错算法	(75)
4.4	时钟超时驱动双环网故障诊断与修复算法	(82)
4.5	光纤环形网络及互连节点的故障防护	(87)
4.5.1	光纤保护结构	(87)
4.5.2	互连节点的集线器结构设计	(88)
4.5.3	具有通路保护交换的环形网络互连结构	(90)
4.6	前向环后向跳双环网络承受故障的能力	(92)
4.6.1	承受双节点故障的能力	(92)
4.6.2	三节点故障的容错能力	(95)
4.7	最佳双环网络在正常和故障情况下的运行机制与工作特性	(99)
4.7.1	网络直径与平均跳跃距离	(99)
4.7.2	路由选择及适应性算法	(101)
4.7.3	可靠性分析	(105)
4.8	差错控制与循环冗余校验(CRC)码	(109)
4.8.1	差错类型和控制方式	(109)
4.8.2	CRC的原理	(111)
4.8.3	CRC的实现	(114)
第5章	剑桥环及其应用系统	(118)
5.1	剑桥环的基本结构	(118)
5.2	环包格式	(122)
5.3	工作原理	(123)
5.4	主要通信协议	(125)
5.4.1	基本块协议BBP	(125)

5.4.2	单发协议 SSP	(127)
5.4.3	字节流协议 BSP	(127)
5.5	剑桥环应用系统	(130)
5.5.1	剑桥分布式计算机系统(CMDS)	(130)
5.5.2	KENT 大学的环系统	(131)
5.5.3	Logica VTS 公司的环系统	(132)
5.5.4	其他系统	(133)
第 6 章	IEEE802.5 令牌环形网络	(134)
6.1	IEEE802.5 令牌环的帧信息格式	(134)
6.2	MAC 帧中的管理信息	(139)
6.2.1	MAC 帧信息域格式	(139)
6.2.2	各类 MAC 帧及其管理功能	(141)
6.3	功能站与站器件	(143)
6.3.1	功能管理站	(143)
6.3.2	计时器	(147)
6.3.3	时间等待缓冲器	(148)
6.4	令牌环管理协议	(149)
6.4.1	监视器竞争与令牌请求	(149)
6.4.2	环轮询	(150)
6.4.3	站的初始化过程	(151)
6.4.4	优先权控制	(152)
6.4.5	环清除过程	(153)
6.4.6	令牌环的工作状态	(153)
6.5	令牌环的差错及故障诊断	(155)
6.5.1	差错的类型	(155)
6.5.2	故障诊断	(157)
第 7 章	IBM 令牌环形网络	(160)
7.1	网络结构与硬件配置	(160)
7.2	IBM 令牌环适配器	(163)
7.2.1	适配器及其接口	(163)
7.2.2	DLC 接口	(165)
7.2.3	直接接口	(167)
7.2.4	适配器卡接口	(170)
7.3	IBM 令牌环主要技术指标与软件配置	(175)
7.3.1	软件配置	(175)
7.3.2	主要技术指标	(176)
7.4	IBM 令牌环网的工作过程	(177)
7.4.1	令牌环网的地址管理	(178)
7.4.2	环的可靠性与可维护性	(179)

7.4.3	基本系统的扩展——优先级的使用	(180)
7.4.4	IBM 令牌环的 MAC 过程	(181)
第 8 章	高速光纤 FDDI 环网	(186)
8.1	FDDI 环网的概况	(186)
8.1.1	FDDI 的技术优势	(186)
8.1.2	FDDI 技术的进展与标准化工作	(189)
8.1.3	FDDI 网络的拓扑结构	(191)
8.1.4	FDDI 的应用	(193)
8.2	FDDI 的主要部件	(198)
8.2.1	光缆及其连接器	(198)
8.2.2	FDDI 适配器	(199)
8.2.3	FDDI 集中器	(202)
8.3	FDDI 帧信息	(204)
8.3.1	FDDI 的帧与令牌格式	(204)
8.3.2	符号与编译码	(206)
8.3.3	站管理帧	(208)
8.4	介质存取控制协议	(211)
8.4.1	计数器和计时器	(211)
8.4.2	定时令牌循环协议和容量分配	(213)
8.4.3	环路操作过程	(215)
8.4.4	MAC 接收和发送状态	(217)
8.5	站管理协议	(221)
8.5.1	连接管理	(222)
8.5.2	环管理 RMT	(223)
8.6	扩展的 FDDI—Ⅱ网络	(225)
8.6.1	FDDI—Ⅱ的基本特征	(225)
8.6.2	FDDI—Ⅱ站的协议结构	(227)
8.6.3	混合环路控制的时域格式	(229)
第 9 章	环形网络相关新技术	(231)
9.1	高速光纤网介质存取协议	(232)
9.1.1	光波分存取(OWDM)控制协议	(232)
9.1.2	光频分存取(OFDM)控制协议	(235)
9.1.3	光码分多址(OCDM)协议	(238)
9.1.4	光时分存取(OTDM)控制协议	(240)
9.2	一代新的数字传输方式——同步数字系列(SDH)	(244)
9.2.1	SDH 的基本概念和特点	(244)
9.2.2	SDH 的帧结构	(246)
9.2.3	SDH 的复用结构	(249)
9.2.4	SDH 传送网结构	(250)

9.2.5	SDH 网同步及其同步方式	(252)
9.2.6	SDH 网应用实例	(253)
9.3	网络技术的最新发展——交换与虚拟	(255)
9.3.1	交换式局域网(Switched LAN)	(255)
9.3.2	帧中继交换技术	(257)
9.3.3	交换式集线器	(261)
9.3.4	虚拟局域网技术	(263)
9.3.5	可支持环形网的交换式互连网络产品	(266)
9.3.6	令牌环交换技术	(268)
9.3.7	一种交换式令牌多环网的典型交换结构	(270)
9.4	交换型多兆比特数据服务	(272)
9.4.1	SMDS 的结构	(272)
9.4.2	SMDS 分组及信元格式	(274)
9.4.3	SMDS 性能及比较	(276)
9.5	千兆环通道网络	(278)
9.5.1	千兆环路及其配置	(278)
9.5.2	千兆环的逻辑层功能	(280)
9.5.3	千兆环协议层使用的分组	(283)
第 10 章	异步传输模式及其环形局域网	(285)
10.1	ATM 的基本概念与协议	(285)
10.1.1	基本定义	(285)
10.1.2	ATM 的特点	(286)
10.1.3	ATM 信元结构	(286)
10.1.4	ATM 协议层次结构	(287)
10.1.5	ATM 传输管理与控制	(289)
10.2	ATM 交换结构	(292)
10.2.1	交换结构的输入输出缓冲方法	(292)
10.2.2	ATM 交换结构及其分类	(294)
10.2.3	ATM 交换机	(298)
10.3	ATM 局域网	(298)
10.3.1	ATM LAN 的协议模型	(299)
10.3.2	ATM LAN 的体系结构	(300)
10.3.3	ATM LAN 的扩展及其应用	(301)
10.4	ATM 局域网仿真	(302)
10.4.1	ATM 局域网仿真的基本概念	(302)
10.4.2	ATM 局域网仿真的软硬件	(303)
10.4.3	ATM 仿真 LAN 工作过程	(304)
10.5	基于 ATM 交换的虚拟局域网	(306)
10.5.1	SVN 模型	(306)

10.5.2	ATM 边界路由器模型	(308)
10.5.3	ATM 虚拟路由器模型	(309)
10.5.4	相关网络模型.....	(310)
10.6	异步传输模式环形网络(ATMR)	(311)
10.6.1	ATMR 的体系结构	(311)
10.6.2	ATMR 窗口复位运行机制	(314)
10.6.3	ATMR 优先服务机制	(314)
附录	英文缩写名词中文对照.....	(317)

第 1 章 概 述

1.1 局域网的概念

随着计算机的普及与提高,计算机网络技术正日新月异地发展。如果说远程网的目标是“冲出城市、冲出国界”,把世界连接起来,那么局部网的目标则更现实,它可以穿越楼层、跨越楼间把某一部门或地域的计算机连接起来,以达到共享资源和相互通信的目的。

计算机网络是用通信线路将分散在不同地点并且有独立功能的多个计算机系统互相连接,按照网络协议进行数据通信,实现共享资源的计算机的集合。

根据网络覆盖范围的大小和应用的技术条件以及工作环境,可把计算机网络分为广域网络(WAN)、局域网(LAN)和城域网络(MAN)等几种不同的类型。

广域网又叫远程网,一般可跨城市、跨地区,其覆盖范围能延伸到全国甚至全世界。这种网络,出于军事、国防和科学研究的需要,发展较早。由于广域网的分布范围大,故每建一个网要专为它建造一个通信网是极其昂贵和不现实的。所以,常常是借用传统的公共传输(电报、电话)网来实现。由于这些网原本是用来传送声音级信号的,这就使广域网的数据传输率较低,一般在几百 bps(比特/秒)到若干 Kbps(千比特/秒)之间,通常的最大传输率低于 64Kpbs。由于传输距离远,又依靠传统的公共传输网,所以错误率较高,其位错率一般在 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 左右。由于租用通信线路的费用很贵,往往按业务量的分布来安排交换节点,因而布局是不规则的,大多趋向于网状的拓扑结构,通信控制也比较复杂。另外,在一定程度上要求联到网上的任何用户都必须遵守公共电话网或专用数据传输网当局所制定的标准和规程。

随着局域网使用所带来的好处,人们要求扩大局域网的范围,通常要求将已经使用的局域网互相连接起来,使它成为一个规模较大的适合于大城市地区使用的网络。这种网络叫做城域网络。它是在局域网基础上增加局域网互连技术,这也是局域网大量推广使用的必然结果。

局域网传输范围一般被限制在中等规模的地理区域内使用,如工厂、学校、机关办公室和大型建筑物等。使用中等和高的数据率,可连接大量独立设备在通信信道上相互通信,而且这种信道具有始终一致的低误码率。局域网是专用的,由单一组织机构使用。

局域网的一个重要特点是短距离工作,由于被限制在一个较小的范围内,所以,它就可能应用许多不同于普通广域网所使用的传输信息的方法,可以使用比较便宜的线路驱动装置代替广域网所需要的比较复杂的调制解调器,能够利用其传输距离短的特点,使用最新的网络技术而获得很高的传输速率。同时,也由于局域网传输线路短且为网络所专用,因而错误率很低。

局域网的主要特点可归纳为 8 点。

- (1)覆盖范围小。网络处在 0.1~10 公里的范围内,而 1 公里左右最为常见。
- (2)传输频带宽、速率高,一般为 0.1~20 兆比特/秒(Mbps),甚至更高。

(3)数据传输可靠,误码率低,出错率通常为 10^{-9} 左右。

(4)网络布局规则和结构简单、容易实现。

(5)节点间高度的互连能力使每个联网的设备都能与网上的任何其他设备通信,从而保证了网络中资源的共享。

(6)网络的控制一般趋向于分布式,即一般不需要中心节点或中央控制器。这样就减少了对某个节点的依赖性,从而避免或减小了一个节点故障对整个网络工作的影响。

(7)通常是由一个单一组织所拥有和使用,也不受任何公共网络当局的规定约束,容易进行设备的更新及使用最新技术,不断增强网络的功能。

(8)可以支持数百台相互独立的设备,且通信协议比较简单。

局域网的软硬件应支持如下的基本功能。

(1)能直接在任何两个节点之间传输数据,能保证最小的网络传输延迟。

(2)网络至少能以 1Mbps 以上的数据率在相距数公里的两个节点之间进行数据通信。

(3)网络便于安装、变更与扩充,在连接或撤掉一个节点的设备时,最好不影响网络的工作,或至多只引入一个瞬时性故障。

(4)网络应能从各瞬时性故障所造成的错误中恢复。

(5)网络最好能支持与其他公共网接口,以便和其他广域网互连,从而共享更多、更大的资源。

(6)网络应具有使网络诊断、维护及服务容易的特点。

(7)网络规程应按分层结构来定义。

局域网的种类很多,可按照以下几种方法进行分类。按照网络的拓扑结构,可以分为总线形、环形、星形、树形、网状形、全互连局域网以及以上各种构形组合起来的局域网;按照使用的信息传输方法,可以分为基带和宽带局域网;根据使用的介质,可有双绞线电缆、同轴电缆、光纤、无线电及红外传输等局域网;根据数据传输速率的高低,可以将局域网分成高速局域网、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的差异。

世界上有几个组织在积极地从事局域网标准化工作,其中有两个组织在这方面表现最突出,其一是国际标准化组织(ISO),它已经定义了一个开放系统互连参考模型(OSI),该模型已经得到广泛的承认。其二是美国电气及电子工程师协会(IEEE)的 802 委员会,它已提出了一套局域网标准。图 1.1 是 IEEE802 局域网(LAN)模型。网络层的主要任务是向连网设备高层协议提供独立于访问方式的接口,为数据包的传递逐段选择路线,实现网间连网。数据链路层分为逻辑链路控制(LLC)和介质存取控制(MAC)子层。LLC 又分为多链路子层和数据链路控制子层。前者用在支持多条链路协议的设备中,提供网络层的公用接口。后者提供常见的与访问方式、拓扑和物理介质无关的数据链路协议的功能,如数据帧的划分、寻址、格式构成等等。MAC 子层主要有 6 种访问协议,即 IEEE802.3 载波监听多路访问/碰撞检测(CSMA/CD)访问方式、802.4 令牌传递总线访问方式、802.5 令牌环路访问方式、802.6 都市网访问方式、光纤分布数据接口(FDDI)访问方式及异步传输模式(ATM)访问方式。物理层(PHY)提供与物理传输介质连接的途径以及控制物理传输介质的方法。

目前 LAN 的主要趋势正朝着宽带、高速、综合业务、多媒体、智能化方向发展。比较典型的十种较新高速局域网是 FDDI、CDDI(铜缆 FDDI)、FDDI II、FFOL(FDDI Follow On LAN)、

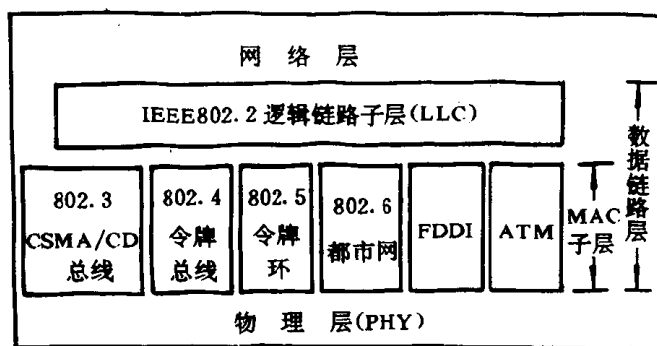


图 1.1 局域网络协议模型

高速令牌环形网、快速以太网 100Base-VG、快速以太网 100Mbps CSMA/CD、等时以太网、光纤通道标准、ATM LAN。

人们对 FDDI II、FFOL、高速令牌环形网络还不看好，对等时以太网也缺乏足够的热情。目前只有 IBM 公司一家支持等时以太网。某些厂家对高速局域网仍持谨慎的态度，等待其技术的稳定与成熟。

目前，FDDI 已推出多年，技术日趋成熟与稳定，用 FDDI 可以建立高质量具有互操作性的高速局部网，预计未来几年 FDDI 的安装数目将按指数增长。

但是 FDDI 的机会只有几年，届时 FDDI 将会受到最有发展前途的 ATM 技术的强有力的挑战。ATM 能将数字化的语言、数据和图像信息分解为短而固定的信元，并具有高带宽、分组交换特点，它与同步光纤网 SONET 结合将成为 21 世纪通信主体。

1.2 环形局域网及其组成

环形局域网 (RLAN) 是用得较多的一种 LAN 结构。从光纤 LAN 结构来看，以环形结构为主：对于较复杂的 LAN 系统，通常主干网采用环形结构；在高速 LAN 中，环形结构采用得更多，更显其特色。因此，在通信量大、多种媒体、多种业务的情况下，如文件、动画、物景、声音等信息的传输，RLAN 表现出很大的潜力，成为颇具吸引力的网络结构。

RLAN 由同轴电缆、双绞线或光纤等高速通信介质，采用特定的通信协议，把计算机、终端、外部设备连接在一个闭合的环路上而构成。在 RLAN 中，为了把信息从一个节点送到任何其他节点，首先得把信息送入环中。信息沿环行进，直至到达所寻址的节点或者回到发送节点为止。在某些系统中，由源节点除去这个信息，而在另外一些系统中则由目的节点除去这个信息。对前一种情况来说，源节点把原来发送的信息和绕环一圈后回来的信息进行比较，因而能对它进行差错校验。

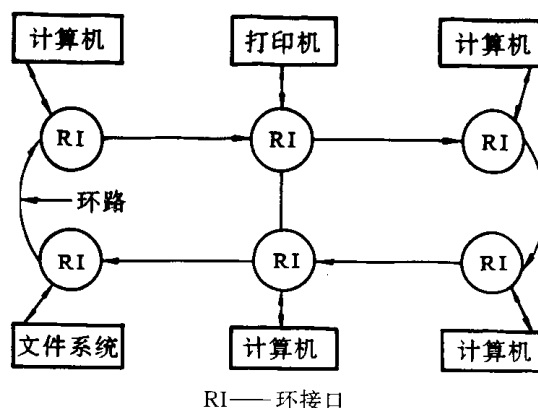


图 1.2 环形网络的一般结构

通常由目的节点在信息中预先确定的位置建立一个标志,向发送机表示信息收到。对后一种情况来说,由目的节点执行对信息的差错校验。因而后者明显地减轻了环上的通信负载。一般的环形结构如图 1.2 所示。

环形网络信息的传输一般是单方向地进行,每个节点从它的上游节点接收信息,向下游节点传递信息。信息可沿环路而行,每次经过一个节点向前传送,直至传到目的节点。每个节点的工作站对信息有地址识别的能力,信息中的地址与本站地址符合者接收入本站计算机,信息不再向前传输;地址与本站不符则继续传送,直到返回到该信息的发送站被回收。

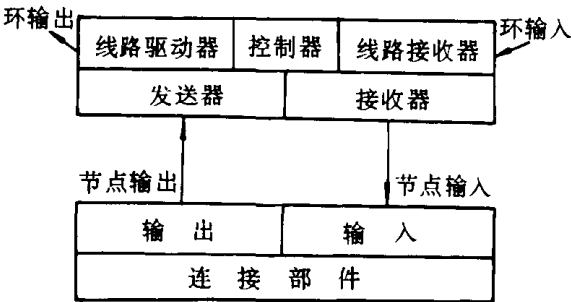


图 1.3 环接口功能图

环网接口示于图 1.3 中,它由 5 部分组成:发送器、接收器、控制器、线路驱动器和线路接收器。线路驱动器和线路接收器是向环路通信线路上发送信息或从通信线路上接收信息的收发器装置。接收器接收从通信线路上送来的信息,对它的地址部分进行识别,若地址是指向本站,则将信息经节点输入,送至本站处理机;若地址并非指向本站,则将信息经发送器向下一个相邻节点传送。

接口发送器承担向通信线路上传输信息的任务,包括从接收器送来的转发信息和从本节点处理机送来的准备向网上发送的信息。发送需要在无中心控制的情况下,能够组织好这两种信息的发送而使这两者不发生冲突。

环控制器控制调节环网上的信息流量,检测信息的丢失,并进行恢复,防止传输中的死锁等。随着 VSLI 电路的发展,控制器一般采用微处理器来做,采用微程序来控制。

缓冲器为环网接口提供高速的输入输出缓冲空间和必须的延迟。换句话说,即缓存由环路送往目的节点的信包和缓存主机送来的准备送往环路的信包并为其提供足够的延迟。环接口利用这些缓冲区智能地进行调节路由和完成控制功能。此外,缓冲器还可用于环接口与该节点设备之间进行直接存储器存取(DMA)传送之用。

图 1.4 为一个微处理机化的环接口原理框图。该环接口硬件主要由环路转接器和控制逻辑、循环冗余码校验(CRC)逻辑、微处理器和控制逻辑、读写随机存储器(RAM)、DMA、主机接口和接口控制器组成。

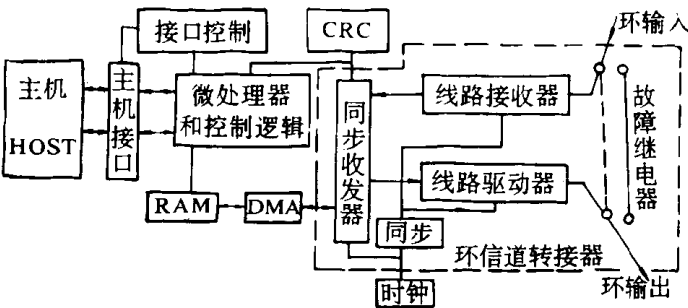


图 1.4 微处理机化的环网接口硬件组成

环信道转接器包括线路驱动器和接收器以及通用同步收发器。微处理器和控制逻辑主要

负责通信处理和通信协议算法的实现,它用可编程的微程序进行控制。CRC 电路负责进行循环冗余校验。为了提高数据传输速度、同步收发器与缓冲存储器 RAM 之间采用 DMA 的传送方式。整个环网接口再通过节点接口与主机或终端等节点设备相连。无论通过同步收发器从环上接收的数据还是向环上发送数据都是由中断系统介入的。中断系统可分为若干级,最高级中断被分配给电源自启,它将环接口置成工作状态。

在环网中,如果某一节点出了故障,则会造成整个环路断开,使环路不能正常工作。为了解决这个问题,在环接口中特地装上一个故障继电器(或故障电子开关),当节点出现故障或主机断电时,就把故障继电器接通,使本接口短路,使信息不经过本节点而直接传送给下一节点。这样可维持环路继续工作,不受失效节点的影响,从而提高了环网的可靠性。

1.3 环形局域网的特点

环形局域网结构之所以得以流行,主要在于它具有如下特点。

1. 无路径选择问题

环网中信息是单向流动的。除单环双向传送、双环、多环等网络外,一般情况下,信息到达目的节点只有一条通路,故无路径选择问题。由于每个节点都能获得信息,实现“广播信息传送”非常容易。

2. 流量控制简单

环形网络是在通信子网中将要发送的信息帧送入发送缓冲区内。一旦向下游节点发送信息的信道空闲,就可以将信息发出,从而简化了软件的设计和开销,避免了由于网络过载而出现的消息碰撞、阻塞、使吞吐量大大下降的情况,也避免了因网络资源(如线路容量、缓冲区数、处理能力等)的不足而产生的死锁。

3. 数据传输速率较高,适应多种介质

由于环形拓扑结构决定了点——点通信中间抽头少,它不仅可以方便地采用廉价的低速双绞线,也可以采用中速同轴电缆作传输介质,还可以采用高速光纤作通信介质以适应电磁干扰严重的场合或其他环境。在同轴电缆上可采用基带数字传输,速度较高,成本低(因省去调制解调器);也可采用宽带技术,此时需要调制解调器,因而成本高。但宽带除了可以传送数据信号(用载波传输)外,还可传输声音和图象。

4. 无冲突,实时性强

环形网中即使系统扩大,结点设备增多,通信量增大,都不存在使冲突加剧而导致频繁的重发。当系统配置确定之后,报文信息在环路中最大传输延迟时间固定,因此对于实时处理和控制,特别是工业和国防应用环境,环形网具有明显的优越性。而总线网都不能应用实时处理和控制环境。

5. 信息流量与数据传输效率成正比关系

由于环形网无冲突问题,环路上信息流量大时,环路空间得以充分利用,故数据传输效率(吞吐效率)高;反之,信息流量小时,则传输效率低。而总线网络,由于采用 CSMA/CD 访问方式,数据流量大时,碰撞机率增多,重发次数增多,导致数据传输效率下降。

6. 环接口功能简单,易集成化,造价低

前面已经提到,环形网流量控制简单,一般无路径选择,采用令牌传递方式,控制接收和发

送较其他类型的网简单,因此,环接口的功能简单。接口可用微处理器和大规模集成电路来实现,因而造价低,易于集成化。建立环网的成本正比于环接口数目,不需要专门的服务器,所以环网的初始投资较低。

7. 传输距离较远,易于扩展

由于环网的每个节点都有中继器对转发传输的信号进行放大,使信号衰减得以补充,而且又不存在冲突问题,故信息传输距离较总线网长。环网易于扩展,增减环网上节点方便。

8. 不需要大而昂贵的中心控制计算机,易于实现和构成分布式系统

环网的所有节点在环路中作用相同。控制发送数据权可以从一个节点转移到另一个节点,而不集中于某一节点,故不需要中心控制机,易于实现构成分布式系统。

9. 提供非常高的吞吐量

由于用节点的环接口,而不是用处理机来转发报文信息,因此,同一时刻能传送两个以上的信息(有些初级的简单的环结构不能做到这一点)。此外,环网能非常快而容易地建立线路连接,信息在节点的持续时间很短,且适应于适时控制。

环形网络的基本缺陷,是由于其设计简单而可靠性较低。环网中每个节点故障、节点断电或环路出现故障,就会使环路变成开环而导致全网瘫痪。对于这个问题,目前有许多行之有效的措施加以解决,如在每个节点设置一条旁路,这样实际上就可删去发生故障的节点。提高环形网络的容错功能将在第 2、3 章详细介绍。

环形网络和总线网络是 LAN 的两大拓扑结构,它们的性能比较列于表 1.1。

表 1.1 环形和总线网络性能比较表

性能指标	环 形 网	总 线 网
实现难易	接口较简单,采用令牌时,软件和硬件实现都较方便	采用 CSMA/CD,接口硬件和软件都较复杂;采用令牌时要简单些
地域范围	容易增大,约 10 公里左右	不易增大,约 2.5 公里左右
使用光纤介质	方便	较复杂
价格	接口部件元件少,使用电缆较长	接口部件元件多,使用电缆较短
节点数	受响应时间限制	受收发器负载能力的限制
灵活性	一般要有一个控制点	分布式结构,增减节点方便
系统吞吐率	吞吐率受负荷影响不太明显,但最大吞吐率受环路时延限制	采用 CSMA/CD 时,吞吐率在重负荷时下降严重;令牌传送时吞吐率随负荷增加而略有下降
可靠性	有源介质,可靠性差些	因是无源介质,故可靠性好
扩充性	节点插入介质,麻烦一些	扩充方便
信道延迟	随节点数增加而增加	与节点数无关

1.4 环形网的分类

环形网络的分类方法很多,各种环形网络之间最主要的差别是媒体访问控制通信协议,因此它自然就成了环形网络分类的依据。归纳起来有 8 种。

1. 根据网络的拓扑来分