第8卷第1期
1997年1月

软 件 学 报
JOURNAL OF SOFTWARE

Vol. 8, No. 1
Jan. 1997

计算机局域网络技术进展*

李腊元

(武汉交通科技大学 武汉 430063)

摘要 本文主要论述了计算机局域网络的进展. 文中阐述了计算机局域网络的发展,论述了局域网络的定义、分类及基本技术,最后讨论了局域网络的应用,并提出了局域网络的主要研究方向及课题.

关键词 局域网络(LAN),高速局域网络(HSLN),ATM,多媒体,信息高速公路.

计算机局域网络是当今正迅速发展的新兴信息科学技术之一,是计算机应用中一个空前活跃的重要领域,同时也是计算机、通信、电子学、光电子、多媒体等相互渗透发展而形成的一门新兴学科分支. 它已引起人们广泛的关注和兴趣. 局域网络的发展动力主要基于以下几点:①基础部件VLSI(超大规模集成电路)成本不断下降,集成度不断提高;光纤、光盘等正在逐步推广应用;网卡、智能集线器(Hub)、Modem、FAX卡、中继器、路由器、网桥、ATM交换机等连网部件有了较大的发展. ②个人计算机、超级微型机、超级小型机、高性能工作站、智能多媒体服务器、高性能网络软件、高级网络操作系统等已大量涌现. 应用信息系统的应用范围日益拓宽,要求连网的用户数量与日俱增,且对网络的服务类型和功能的要求日益增强. ③计算机网、公用数据网、FDDI光纤网、ATM网、多媒体通信及网络、B-ISDN、智能网、高速网等网络技术已获得长足进步.[1] ④信息高速公路、国家信息网和国际网络已成为人类信息化社会的重要标志. 这些都有力地推动了局域网络技术的迅速发展.

1 局域网络的发展

(1)60年代末、70年代初为局域网络的萌芽阶段,其主要特点是为增加单机系统的计算能力和资源共享,国外某些大学和实验室将小型计算机连成实验性局域网络. 其典型代表是美国贝尔实验室于1969年发明的纽荷尔(Newhall)环形局域网络、1972年开发的皮尔斯(Pierce)环以及同年由加州大学开发的分布式计算机系统(DCS). 这一阶段中,著名的ARPA远程计算机网络也由美国国防部建成并投入运行,它的出现为局域网络的形成和发展在理论和实现技术上奠定了基础.

(2)70年代中后期是局域网络的一个重要发展阶段,其基本特点是局域网络作为一种

* 本文研究得到国家自然科学基金和湖北省自然科学基金资助. 作者李腊元,1946年生,教授,主要研究领域为计算机网络,通信协议工程学,高速信息网络.

本文通讯联系人:李腊元,武汉430063,武汉交通科技大学

本文1996-01-12收到修改稿

© 中国科学院软件研究所 http://www.jos.org.cn

新型的计算机体系组织，由某些大学开始步入科研部门和产业公司. 其典型代表是1976年美国Xerox公司Palo Alto研究中心(简称PARC)的Metcalfe和Boggs等人发明的以太网络(Ethernet)，它成功地利用了夏威夷大学ALOHA无线网络系统的基本原理，而使之发展成为第1个总线竞争式局域网络. 以太网络的问世是局域网络发展史上的一个重要里程碑. 在此期间，1974年英国剑桥大学计算机实验室M. V. Wikes等人开发了有名的剑桥环(Cambridge-Ring)；美国俄亥俄州立大学的M. T. Liu和Babic等人研制出分布式环形计算机网络(DLCN)；贝尔实验室的Fraser等人开发了Spider环形网络；1977年，Datapoint公司推出了第1个用于办公系统的ARC局域网络；1978年IBM公司也公布了8 100环形网络. 此时，人们不仅对局域网络的理论方法进行了广泛研究，而且对其实现技术也作了大量深入的探讨，它对促进局域网络的进一步发展起了很重要的作用. 在此阶段所形成的以太总线网、剑桥环形网两大局域网络先躯，对后来的局域网络发展和演进一直有着重要影响.

(3)80年代是局域网络走向大发展的时期，这一阶段的基本特点是局域网络开始得到大规模的发展，其研制工作由实验研究开始向产品化、标准化方向发展. 国外某些专家学者已将局域网络誉为80年代计算机界的一大明星. 其主要表现是1980年美国3大公司Xerox，DEC和Intel联合公布了局域网络的DIX标准，即以太规范，且很快得到了近200家公司的支持，进而使局域网络的典型代表——以太网由实验进入规范阶段；同年2月，IEEE计算机学会下属的802局域网络标准委员会宣告成立，并相继提出了IEEE802.1～14等局域网络标准草案. 其基本内容包括：①IEEE802.1A：概述和系统结构，IEEE802.1B：寻址、网际互连、网络管理；②IEEE802.2：逻辑链路控制；③IEEE802.3：CSMA/CD访问方法和物理层技术规范；④IEEE802.4：令牌总线访问方法和物理层技术规范；⑤IEEE802.5：令牌环网访问方法和物理层技术规范；⑥IEEE802.6：城域网访问方法和物理层技术规范；⑦IEEE802.7：宽带网络；⑧IEEE802.8：光纤分布式数据接口(FDDI)；⑨IEEE802.9：声音/数据集成；⑩IEEE802.10：可互操作的局域网安全；⑪IEEE802.11：无线局域网；⑫IEEE802.12：100BASE-VG；⑬IEEE802.13：100BASE-T；⑭IEEE802.14：100BASE-X.

上述标准草案中绝大部分已形成正式标准，并已被ISO认可. IEEE802标准仍处在不断发展和完善之中，其中有些标准还可能会变化. 除IEEE802外，美国通用汽车公司(GM)也于1982年提出制造自动化协议MAP1.0，1985年2月又公布了MAP2.0，1987年6月推出了MAP3.0. 与此同时，美国波音公司(Boeing)于1985年提出技术与办公协议TOP1.0，并于80年代后期推出了TOP3.0. MAP/TOP已成为一类工业局域网络标准，在机电制造业、计算机集成制造系统(CIMS)和办公自动化等领域已显示出广阔的应用前景.[2]

80年代初期(1981年)局域网络的主要支持者微型计算机也出现了新的发展势态，IBM公司推出了其第1代微型机IBMPC个人计算机之后，各公司纷纷争先为之配置局域网络，其中典型的有AST的PCnet网络、Corvus的OMNINET网络等等. 80年代中后期，还涌现出不少各具特色的局域网络，如3COM的以太系列网、3+、3+OPEN，Microsoft的LAN Manager，AppleTalk，AT&T的StarLAN，NOVELL和FDDI等.

(4)90年代以来，随着信息高速公路的崛起，局域网络进一步朝着高速、宽带、多媒体等高性能方向发展.[3]在此阶段，各种高速局域网络，如100Mbps的100BASE-X(100BASE-F光纤网和100BASE-T)、100BASE-VG快速以太网、高速计算机局域网络、FFOL光纤环、

© 中国科学院软件研究所 http://www.jos.org.cn

ATM 局域网、Gbps 局域网等已大量涌现. 此外，在连网设备方面，如智能集线器、路由器、ATM 交换机、光电转换器等也在大量投放市场，其目的是使局域网络进一步与城域网、多媒体网络和 B-ISDN 进一步融合. 在网络系统软件方面，如 NetWare V4. X；VINES；对等网络操作系统；Windows NT(new technology)等在不断升级和翻新，其目标在于更好地支持多协议、多平台、多媒体、客户机/服务器模式及异种网络互连.

总之，计算机局域网络作为一种发展最迅速、更新最快的信息科学技术，将朝着更高(速度)、更强(功能)、更好(性能)的方向不断发展.

2　局域网络的定义、分类及基本技术

2.1　定义及分类

从严格意义上讲，局域网络(LAN)应属于局部网络(Local Networks)的一个分类，但由于 LAN 已成为局部网络的主要代表，因此在工程上可不去严格区分这 2 个术语.

局部网络是一种新兴的学科分支，其理论、方法和实现手段仍处在不断发展和逐步完善之中，因而对于究竟什么是局部网络存在许多不同的多义性理解. 迄今为止，在学术界尚无统一严格的定义. 我们根据自己的研究体会，可归纳出对局部网络的广义理解：局部网络是一种计算机化的通信网络，它可支持各种数据通信设备间互连、信息交换和资源共享. 其覆盖距离较小，信道具有高速数据传输率和低误码率. 从广义上讲，局部网络应是局域网络(LAN)、高速局域网络(HSLN)和计算机化分支交换(CBX)网的统称.

以上 3 类局部网络的各种主要技术指标可如表 1 所示.

表 1　局部网络分类

	局域网	高速局域网	计算机化分支交换网
传输介质	双绞线、基带或宽带同轴电缆、光纤	光纤、双绞线、同轴电缆	双绞线
拓扑	总线、环、树、星	总线、环、星	星
数据传输率(Mbps)	1～20	100Mbps～Gbps	0.0096～0.064
最大距离(km)	2.5	10～100	1
交换技术	包交换	包交换	电路交换
设备类型	微型机、小型机终端、外设	计算机、工作站、海量存储器	终端、电话、个人计算机
支持设备数	100～1 000	100～1 000	100～1 000

近年来，在上述 3 类网络中以高速局域网络的发展尤为迅速. 值得一提的有以下几种：

(1) 100Base-VG (100VG-AnyLAN)　它也叫作快速以太网，其数据传输率可达 100Mbps，介质为 3、4、5 类 UTP 或 STP，并已被列入 IEEE802.12 标准.

(2)100Base-T　该网也叫作快速以太网，其数据传输速率可达 100Mbps，介质可选用 3、4、5 类 UTP 或 STP 和光纤. 它与 STM 具有较好的兼容性.

(3)等时以太网　该网的数据传输率可达 16Mbps，介质可选用 3、4、5 类 UTP 或 STP. 它较适于多媒体应用环境.

(4)ATM 网　该网的数据传输率可为 25、52、155、622Mbps 、2、4、Gbps、9.6Gbps 等，介质可选用 3、5 类 UTP 或 STP. 它较适于多媒体应用环境.

除以上几种高速网络之外，还有 FDDI，FDDI-Ⅰ，FFOL，高速令牌环等也已相继推出了相应的标准或产品.[4,5]

© 中国科学院软件研究所　http://www.jos.org.cn

高速局域网络可按拓扑结构、介质访问协议以及定时(时间片或非时间片)进行分类.其中拓扑结构主要包括总线、环、星、树、格(Mesh)或多通道;介质访问协议主要包括随机访问,顺序访问(Ordered Access)和混合访问;定时(Timing)主要是指时间片或非时间片.图1表示了典型高速局域网络的分类情况,它借助一个三维坐标来标示各种高速局域网络.其中X轴表示拓扑;Y轴表示定时;Z轴表示访问协议.

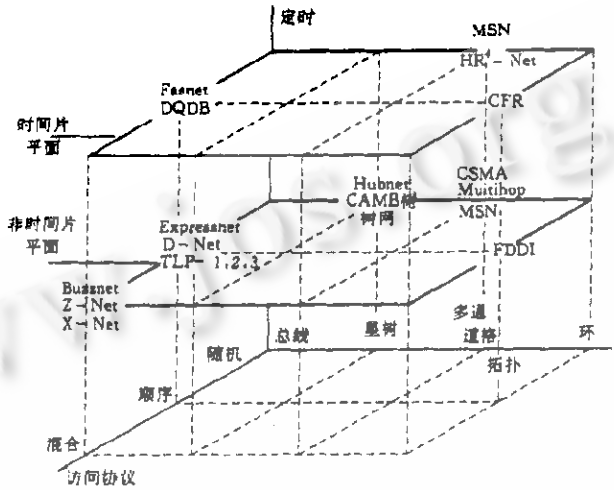

图1 高速局域网络分类

随着信息高速公路技术的不断发展,各种高速局域网络、城域网络(MAN)和广域网络(WAN),将会在体系结构和通信协议的设计理论及实现技术上出现新的突破.信息高速公路的基础是高速信息网络.它的兴起和实施将会有力地推动网络技术的飞速发展.

2.2 基本技术

局域网络的基本技术包括拓扑结构、传输技术和信道的访问控制方法.它们共同确定传输信息的形式、通信速度和效率、信道容量以及网络所支持的应用服务类型.其中拓扑结构可包括星(无源轴式星、有源轴式星、分布式星)、环(单环、多环)、总线(单总线、多总线)、树(集中控制、分布控制)、多通道(多级跳跃、格、超立方体)、混合拓扑等.传输技术主要包括传输形式(基带、宽带)和传输介质.后者可包括双绞线(屏蔽、非屏蔽)、同轴电缆(基带、宽带;单电缆和双电缆)、光纤、无线电、红外、激光、微波、卫星等.信道访问方法可包括固定分配(FDMA,TDMA,SDMA,CDMA,ATDMA,STDMA)、需求分配(BRAM,MSAP)、适应式分配(Urn)、探询(传递、令牌、轮叫)、随机访问(ALOHA:纯ALOHA、时间片ALOHA,CSMA:(无冲突检测:断续式P=0、1持续式P=1、P持续式0<P<1,有冲突检测:CSMA/CD,冲突避免:CSMA/CA))以及混合访问等技术.[6]

3 局域网络的应用及主要研究课题

3.1 应 用

局域网络在国防、国民经济和人类社会生活的各个领域已显示出广阔的应用前景.其中可包括工业、军、政管理部门、科技、文教、医疗、保险、证券交易、股市、金融、房地产交易等

© 中国科学院软件研究所 http://www.jos.org.cn

等. 局域网络的应用类型大体可分为 2 类:实时应用信息系统和非实时应用信息系统.

实时应用信息系统主要是指对时间的实时(Real Time)性有严格要求,访问具有确定性,如实时语音通信、实时多媒体通信、实时 C^3I 系统、实时仿真系统、工业集散系统、工业过程控制、计算机集成制造系统(CIMS)等. 这类应用信息系统一般对网络响应的时间延迟有比较严格的要求. 它们一般应考虑选用令牌总线(IEEE802.4)、制造自动化协议(MAP)网络、令牌环(IEEE802.5)或 FDDI 来具体实现.

非实时应用信息系统主要是指对网络的响应或时间延迟无严格要求,其访问具有某种统计特性,信息的到达具有一定的突发(爆发)性,如各种办公自动化(OA)系统、管理信息系统(MIS)、经济信息系统(EIS)、电子数据交换(EDI)、计算机辅助设计/计算机辅助制造/计算机辅助工程(CAD/CAM/CAE)、虚拟现实(Virtual Reality)应用系统、决策支持系统(DSS)、计算机支持协同工作(CSCW)、计算机辅助教育(CAI)、远程学习或培训、远程监控、诊断、维护和修理、分布式联合设计、异地专家咨询、远程销售或交易(Telemarketing)、多媒体桌面会议(Multimedia Desktop Conference)以及高速计算应用环境等. 这类应用信息系统一般可考虑选用 CSMA/CD 总线(IEEE802.3)、ATMLAN 或其它局域网络来具体实现.

3.2　主要研究课题

局域网络作为一门新兴的学科分支及信息科学技术,其理论、方法及技术仍处在不断发展和完善之中,其主要研究课题概括起来主要有以下几个方面:

(1)设计方法学　随着信息科学技术的不断发展,局域网络的功能日趋增强,从而使得其网络结构变得越来越复杂. 传统的总线、环等一维线性拓扑有时已难以满足应用要求,而需要采用多通道、格等二维拓扑来对它们进行扩充和延伸,因此如何提供基于知识、智能的计算机辅助网络设计方法,以获得链路容量分配、流量分配、带宽分配乃至拓扑结构的最优化是局域网络设计方法学的一个重要研究课题.[7]

(2)基本控制技术及其分布式算法　这里所说的基本控制技术主要包括流控、拥塞控制、路由选择、安全加密等.[8]随着局域网络与城域网(MAN)和广域网络(WAN)的相互渗透及不断融合,其基本控制技术及算法对于网络性能有着至关重要的影响,尤其是在高速传输、高速计算、多媒体环境下,这一点尤为重要.

(3)性能分析(Performance Analysis)　衡量网络的性能指标有多种,其中最主要的有 2 种:吞吐量和平均延迟. 性能分析的目的是对网络在不同运行条件下的吞吐量——延迟特性进行定量估计,从而为网络的设计分析提供依据. 典型的性能分析方法主要有 2 种:理论分析和仿真. 前者所用的工具可包括排队论、随机过程、概率论、Petri 网论等;后者可包括事件调度法 ES(event scheduling)、活动扫描法 AS(activity scanning)、进程交互法 PI(process interaction)等. 其仿真语言可采用专用语言,也可采用有关面向过程的程序设计语言和逻辑程序设计语言. 将上述理论分析与仿真结合起来,还可形成摄动分析 PA(perturbation analysis)、似然率 LR(likelihood ratios)等综合方法. 这类方法将在性能分析中占有重要地位,其发展趋向是将数学、现代控制论、离散事件动态系统(DEDS)理论、人工智能、知识工程以及神经网络等多种学科进行交叉和有机结合,以适应高速网络的建模及性能估计.

(4)通信协议工程学　协议工程主要包括协议的形式描述、验证、自动实现和一致性测试等作业内容,其研究目的是使协议的设计和实现逐步达到规范化、自动化和工程化. 协议

© 中国科学院软件研究所　http://www.jos.org.cn

工程的发展趋向是有效利用面向对象、知识工程、人工智能、可视化技术等交叉学科方法，建立将形式描述、验证、自动实现和测试集成于一体的综合协议开发平台，不断提高协议(尤其是高速网络协议和多媒体网络协议)的开发效率及质量.

(5)网络操作系统NOS(network operating system) 网络操作系统是网络系统的核心软件，它对网络性能有着至关重要的影响. 其主要研究趋向是支持多种网络协议、多种网络硬件、多种应用软件、多节点连接、异种网络互连、大存储容量以及多国语言等能力. 此外，它还应具有良好的安全保密机制和网络管理等功能.

(6)网络(网际)连接部件的集成化和智能化 为适应高性能计算机设备之间的高速数据传输，支持巨型机、并行机连网，异种网络互连以及多媒体信息传输，网卡包括光纤网卡、集线器、交换机、光电转换器、光纤收发器、网桥、路由器、信关等网络(网际)连接部件应向集成化和智能化方向发展，以不断提高其连网功能及性能价格比.

(7)服务器 服务器是局域网络的关键设施(硬、软件). 高性能服务器应提供高输入输出吞吐量、大存储容量、优质高速的客户机/服务器(Client/Server)应用环境，良好的安全容错机制以及升级功能. 为适应高速、多媒体环境的需要，高性能服务器、智能服务器、多媒体服务器等的研制已成为局域网络的一个重要研究课题.

除上述几个方面外，还有适用于网络(尤其是高速网络)应用的各种开发环境、平台及工具等，也是尚待研究的一类重要课题.

参考文献

1 李腊元. 计算机局域网络理论及技术. 北京：国防工业出版社，1996.

2 李腊元等. 办公自动化. 北京：科学出版社，1993.

3 Santos A, Tritsch B. Cooperative multimedia editing tool for enhanced group communication. Computer Communications, 1994, **17**(**4**): 277～286.

4 Werahera P, Jayasumana A P. Fiber distributed data interface: throughput evaluation with multiple classes of traffic. IEEE Trans. Commun., 1994, **42**(**2/3/4**): 499～509.

5 Davids P, Meuser T, Spaniol O. FDDI: status and perspectives. Computer Networks and ISDN Systems, 1994, **26**(**6～8**): 657～678.

6 Van As H R, Rudin H. Media-access techniques for high-speed LANs and MANs. Computer Networks and ISDN Systems, 1994, **26**(**6～8**): 601～602.

7 李腊元. 局部网络的一种结构化设计方法学. 系统工程学报, 1989, **4**(**2**): 60～69.

8 李腊元. 一种适用于分布式最佳双环局部网络的路由算法. 计算机学报, 1988, **11**(**3**): 129～136.

PROGRESS OF COMPUTER LOCAL AREA NETWORK TECHNIQUES

LI Layuan

(*Wuhan Transportation University Wuhan* 430063)

Abstract This paper mainly describes progress of computer local area networks. It first introduces development of the local area networks, then describes definition, classification and principal techniques of the local area networks, finally discusses applications of the networks and presents research directions of the local area networks.

Key words LAN, HSLN, ATM, multimedia, information highway.

© 中国科学院软件研究所 http://www.jos.org.cn