

高等学校计算机教材

分布式多媒体 计算机系统教程

中国科学院
研究生院

杨学良 张占军 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等学校计算机教材

分布式多媒体计算机系统教程

中国科学院
研究生院 杨学良 张占军 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地论述了分布式多媒体计算机系统。首先从知识经济、信息革命入手,对分布式计算机系统的设计与实现,特别是异构性及实现相关的关键技术进行介绍,接着又论述了分布式计算环境、分布式对象技术、分布式计算模型,并进一步对数字化多媒体和高速网络对分布式多媒体提供的支持展开讨论。本书重点是对分布式多媒体流的服务质量(QoS)、分布式多媒体的资源管理,调度算法进行了深入的分析,不仅指出分布式多媒体的应用,而且把一个我们实际研发的分布式多媒体教学系统作为实例奉献给读者。本书的特点是力求具有先进性、系统性和实用性,目的在于引导读者进入这一新的领域,为开发应用打下基础。

本书可作为计算机学科各专业和通信、自动化相关专业的研究生或大学高年级学生的教材,也可作为研究、开发和应用专业人员的参考用书。

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,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

分布式多媒体计算机系统教程/杨学良,张占军编著. —北京:电子工业出版社,2002.1

高等学校计算机教材

ISBN 7-5053-6958-X

I. 分… II. ①杨… ②张 III. 多媒体—分布式计算机系统—高等学校—教材 IV. TP.37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056992 号

策划编辑: 闫德明 责任编辑: 张荣琴 特约编辑: 叶皓彤

印刷者: 北京大中印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <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: 542 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话:(010)68279077

前 言

人类已经步入 21 世纪,新世纪将是科学技术日新月异、迅猛发展的知识经济时代,科学技术将成为知识经济时代经济发展的最重要的动力和资源。21 世纪也是人类走向信息时代的世纪。信息时代的特征是人们工作、学习、生活、娱乐等一切都离不开信息。信息社会的核心技术是计算机、通信网络和多媒体技术。信息的产生、获取、传送、存储、加工及应用之间的孤岛现象将随着高速计算机网络和多媒体技术的发展而逐渐融合,其多方面相融合的产物正是分布式多媒体计算机系统。

目前世界各国都把分布式多媒体技术列为优先发展的高新技术,投入大量的人力和物力进行研究、开发和应用。尽管当前我们还仅仅处于分布式多媒体技术及应用时代的边缘,但我们已经感受到分布式多媒体技术的发展和應用必将引起信息社会一场划时代的革命。

伴随一门新技术的出现,应用是推动它发展的出发点和归宿。计算机的应用由单机走向多机,计算机系统的应用由集中式走向分布式,信息是由单一的媒体走向声、文、图像一体化的多媒体。多个相关的技术如何融合在一起?如何学习、研究分布式多媒体计算机系统?如何开发它的应用?这是我们几年来一直研究的课题。我们先后承担了四项国家自然科学基金和“863”子课题,以及国家科委专项基金课题。我们阅读了相关领域的大量论文、书籍,经过理解、消化、提炼、分类,使其系统化。本书系根据我在中国科技大学研究生院(北京),即中国科学院研究生院讲授该课程的讲稿整理和补充而成。它既是我们的科研成果,又是我们多年教学经验的总结。近年来,网络通信技术、多媒体技术、计算机技术像雨后春笋般铺天盖地而来。在非常有限的篇幅中,我们将把分布式多媒体计算机系统的最基本的工作原理、最重要的理论、最关键的技术、最典型的应用以及那些对相关技术人员最有参考价值的内容介绍给读者。

为此,第 1 章引言首先论述了知识经济、信息和信息技术的有关概念,指出为什么要发展分布式多媒体计算机系统,给出了分布式多媒体计算机系统的特征,对技术的发展趋势进行了展望和预测。第 2 章全面阐述了分布式计算机系统有关的技术,讨论了异构性和不兼容问题,着重强调了分布式计算机系统实现中的关键技术。第 3 章阐述了分布式计算环境,其目的是说明在保持软硬件相对独立的基础上,如何建立分布式计算环境、开发分布式应用。第 4 章阐述利用分布式对象技术实现面向对象的技术和分布式系统相结合,解决异构系统的互操作问题,着重讨论了 CORBA 和 DCOM 标准与技术。第 5 章介绍分布式计算模型,从全局的观点、系统的角度提出了三维体系结构模型,深入讨论了广泛使用的客户/服务器模型。第 6 章讨论了数字化多媒体的关键技术,重点论述了多媒体同步技术。第 7 章介绍支持多媒体通信的高速网络技术。第 8 章着重论述多媒体通信技术和网络协议对多媒体传输的新发展。第 9 章讨论了分布式多媒体系统和多媒体通信中的关键问题——分布式多媒体流服务质量 QoS。第 10 章和第 11 章结合科研工作实际对分布式多媒体资源管理和分布式多媒体调度算法进行了深入的讨论。对此,作者张占军博士曾做了大量深入的研究,对专门从事这方面研究的读者将有很好的借鉴作用。第 12 章介绍分布式多媒体计算机系统的各种应用。最后一章,结合我们的研究课题给出了一个应用实例——SBF 摄编放分布式多媒体教学系统。

通过本章的学习对全面地理解全书的理论和开发应用十分有益。

本书的突出特点是具有先进性、实用性和系统性，强调理论联系实际，深入浅出地讲清理论，并引导读者进入这一新领域，为进一步深入开展研究和开发应用打下良好基础。在编写过程中，我们参考了国内外有关的书刊、文献和会议录等，在此一并致谢。我们还要感谢我的学生林刚为本书做了大量工作，感谢汤庸博士、张姝博士以及林华、韩新启、庞津、冯坚等为本书所做的大量工作。在编写过程中，还得到了美国 UNT 的 Prof. C. Q. Yang, Prof. Paul Fisher 和 MU 的 Prof. David Du 的帮助，在此一并致谢。

由于编写时间仓促，加上水平有限，会有不少疏漏之处，恳请读者不吝指出，作者谨此诚致谢忱。

杨学良

2001 年于北京

目 录

第1章 引言	(1)
1.1 迎接知识经济的挑战	(1)
1.1.1 全球经济大变革——由工业经济走向知识经济	(1)
1.1.2 什么是知识经济	(1)
1.1.3 知识经济的特点	(2)
1.1.4 知识经济和创新工程	(2)
1.2 信息、信息革命和信息产业	(2)
1.2.1 信息(Information)	(2)
1.2.2 信息革命—数字化技术—数字化地球	(3)
1.2.3 信息产业和信息社会	(4)
1.3 信息产业遵循的三大定律	(5)
1.4 为什么要发展分布式多媒体系统	(5)
1.5 分布式多媒体系统	(6)
1.5.1 什么是多媒体系统	(6)
1.5.2 什么是分布式多媒体系统	(6)
1.5.3 分布式多媒体系统的特点	(7)
1.6 分布式多媒体系统的应用	(8)
1.7 技术发展趋势、展望和预测	(8)
1.7.1 应用发展的趋势	(8)
1.7.2 关键技术的分析和展望	(10)
1.7.3 未来技术发展的预测	(11)
1.8 本章小结	(12)
第2章 分布式计算机系统	(14)
2.1 20世纪90年代的变迁——由集中式走向分布式	(14)
2.1.1 分布式计算机的崛起	(14)
2.1.2 分布式计算机系统的潜在优势	(15)
2.2 为什么要研究和开发分布式系统	(16)
2.2.1 应用是发展分布式计算机系统的强大动力	(16)
2.2.2 应用环境分散的信息系统第三次浪潮	(16)
2.2.3 新一代信息系统	(16)
2.3 什么是分布式计算机系统	(16)
2.3.1 DCS的发展	(17)
2.3.2 分布式计算机系统的特征	(17)
2.3.3 分布式系统的结构模型	(19)
2.4 异构分布式计算机系统	(19)

2.4.1 异构性必然演化	(20)
2.4.2 不兼容问题	(20)
2.4.3 异构分布式系统的连接机制	(21)
2.4.4 数据共享	(23)
2.4.5 处理器共享	(24)
2.5 分布式系统设计和实现的关键技术	(25)
2.5.1 分布式系统的互连和通信技术	(25)
2.5.2 低层通信对进程通信的支持	(32)
2.5.3 分布式操作系统的进程通信	(34)
2.5.4 远程过程调用(RPC)	(42)
2.5.5 远程过程调用设计	(47)
2.5.6 远程过程调用的应用——NFS	(54)
2.5.7 消息传递和远程过程调用的对比和小结	(56)
2.6 DCS 性能评价与结构相关的参数	(57)
2.7 本章小结	(58)
第 3 章 分布式计算环境(DCE)	(60)
3.1 为什么要 DCE	(60)
3.2 DCE 的发展	(62)
3.3 DCE 的核心组成和优点	(63)
3.4 DCE 的线程	(63)
3.4.1 进程和线程的概念	(63)
3.4.2 线程调度和同步	(64)
3.4.3 DCE 的多线程机制、结构和实现	(65)
3.4.4 线程包及其原语	(66)
3.4.5 应用举例	(67)
3.5 远程过程调用 RPC	(68)
3.6 目录服务	(69)
3.6.1 名字	(70)
3.6.2 信元目录服务	(70)
3.7 时间服务	(71)
3.8 安全服务	(71)
3.9 分布式文件系统(DFS)	(72)
3.10 本章小结	(74)
第 4 章 分布式对象技术	(75)
4.1 引言	(75)
4.2 分布式管理环境(DME)和分布式管理系统(DAS)	(76)
4.2.1 分布式管理环境(DME)	(76)
4.2.2 分布式管理系统(DAS)	(77)
4.3 通用对象请求代理结构(CORBA)	(79)
4.3.1 通用对象请求代理结构(CORBA)的发展	(79)

4.3.2	CORBA 的基本概念与功能	(81)
4.3.3	CORBA 的体系结构	(82)
4.3.4	CORBA 的调用过程和请求服务	(83)
4.4	DCOM 模型	(84)
4.5	DCOM 与 CORBA 的比较	(86)
4.5.1	CORBA	(86)
4.5.2	构件对象模型 COM / DCOM	(87)
4.6	DCOM 与 CORBA 的新发展	(88)
4.6.1	高可用性 CORBA 的研究	(88)
4.6.2	DCOM 在 Internet 上的发展	(90)
4.6.3	NetMeeting COM 构件对象	(91)
4.7	本章小结	(92)
第 5 章	分布式计算模型	(94)
5.1	分布式计算模型	(94)
5.1.1	分布式组织模型	(94)
5.1.2	分布式通信模型	(95)
5.1.3	分布式系统管理模型	(96)
5.2	分布式系统的三维模型	(96)
5.2.1	三维模型的层次结构	(97)
5.2.2	三维模型中各层次的共同问题	(100)
5.2.3	全局实现和优化问题	(105)
5.3	客户/服务器(Client/Server)模型	(105)
5.3.1	什么是 Client/Server(C/S)	(105)
5.3.2	客户/服务器的基本概念和工作原理	(106)
5.3.3	编程实例	(107)
5.3.4	客户/服务器模型的实现	(110)
5.4	分布式多媒体客户/服务器模型	(114)
5.4.1	多媒体流在分布式环境中的特点以及客户/服务器的局限性	(114)
5.4.2	四种基于 Agent 的 C/S 模型的比较	(115)
5.4.3	分布式多媒体 C/S 模型的实现和应用	(115)
5.5	本章小结	(117)
第 6 章	数字化多媒体关键技术	(119)
6.1	数字信号处理和多媒体技术发展	(119)
6.1.1	多媒体的概念及其分类方法	(119)
6.1.2	模拟信号处理和数字信号处理	(120)
6.1.3	数字信号的优点	(120)
6.2	多媒体信息采集	(120)
6.2.1	音频和视频采集技术	(121)
6.2.2	视频数字化步骤	(121)
6.2.3	视频图像编码过程	(123)

6.3	多媒体数据的压缩技术	(123)
6.3.1	压缩的重要性	(124)
6.3.2	数据冗余的分类和可压缩性	(124)
6.3.3	压缩原理、方法及关键技术	(125)
6.4	多媒体数据存储技术	(133)
6.4.1	多媒体数据特征	(133)
6.4.2	存储介质	(134)
6.4.3	存储管理	(134)
6.4.4	存储组织和检索	(135)
6.5	多媒体同步技术	(135)
6.5.1	引言	(135)
6.5.2	多媒体流的同步方法	(136)
6.5.3	多媒体通信的同步法	(137)
6.6	多媒体实时性	(138)
6.7	本章小结	(138)
第7章	支持多媒体通信的高速网络技术	(140)
7.1	为什么要研究和开发高速计算机网络	(140)
7.1.1	需求是强大的驱动力	(140)
7.1.2	高性能计算机推动了高速网络的发展和应用	(142)
7.1.3	光纤通信技术使高速网络成为可行	(142)
7.2	高速网络发展的关键技术	(143)
7.2.1	高速网络传输技术	(143)
7.2.2	交换技术	(145)
7.2.3	虚拟网技术	(152)
7.2.4	网管技术	(154)
7.3	局域网、广域网技术的新发展	(161)
7.3.1	高速以太网	(161)
7.3.2	千兆位以太网(Gigabit Ethernet)	(162)
7.3.3	帧中继(Frame Relay, FR)	(163)
7.3.4	综合业务数字网(ISDN)	(164)
7.3.5	异步传送模式(ATM)	(165)
7.3.6	多协议标记交换标准(MPLS)	(167)
7.4	光互联网络及新发展	(168)
7.4.1	引言	(168)
7.4.2	什么是光网络	(168)
7.4.3	光互联网络的参考模型	(169)
7.4.4	光互联网络技术及系统的组成	(170)
7.4.5	光网络的优越性	(171)
7.4.6	光纤互联网的未来	(172)
7.5	本章小结	(173)

第 8 章 多媒体通信技术及网络协议支持	(174)
8.1 多媒体通信技术的发展	(174)
8.2 多媒体通信的特点和对网络要求	(175)
8.2.1 多媒体网络通信的特点	(175)
8.2.2 多媒体通信对网络的要求	(176)
8.3 当前网络对多媒体通信的支持	(178)
8.3.1 计算机通信网	(178)
8.3.2 IP 组播技术(Multicast)	(181)
8.4 支持多媒体通信的网络协议技术及其发展	(184)
8.4.1 现有网络协议的特点	(185)
8.4.2 支持多媒体通信的网络层协议 IPv4 ~ IPv6	(186)
8.4.3 资源预留协议 RSVP(Resource Reservation Protocol)	(189)
8.4.4 实时传输协议 RTP(Real-time Transport Protocol)	(194)
8.5 本章小结	(198)
第 9 章 分布式多媒体流服务质量(QoS)保证	(200)
9.1 引言	(200)
9.2 什么是服务质量(QoS)	(201)
9.3 QoS 的管理	(203)
9.3.1 QoS 管理的基本功能	(203)
9.3.2 QoS 管理实现原则和组成	(204)
9.3.3 分布式多媒体 QoS 管理实现的过程	(206)
9.4 Internet 对服务质量的支持	(207)
9.4.1 IPv6 对服务质量的支持	(208)
9.4.2 综合服务(IntServ)模型	(209)
9.4.3 区分服务(DiffServ)模型	(210)
9.5 区分服务(DiffServ)模型在 Internet-2 中的研究与发展	(212)
9.5.1 Internet2 的发展	(212)
9.5.2 Internet2 中的区分服务(DiffServ)模型	(213)
9.5.3 关于区分服务模型研究趋势的几点看法	(218)
9.6 本章小结	(221)
第 10 章 分布式多媒体资源管理	(223)
10.1 什么是操作系统	(223)
10.1.1 传统的操作系统(OS)	(223)
10.1.2 操作系统对多媒体的支持	(224)
10.1.3 实时问题	(225)
10.2 资源管理	(226)
10.2.1 资源	(226)
10.2.2 资源管理与 QoS	(226)
10.2.3 基于 QoS 保证资源管理的原理	(227)
10.3 实现资源管理的逻辑结构	(231)

10.3.1	资源管理的结构	(231)
10.3.2	资源管理的工作过程	(233)
10.4	基于 RTP 的动态 QoS 控制和资源管理方法	(235)
10.5	多媒体流的资源管理	(236)
10.5.1	节	(236)
10.5.2	资源管理结构	(237)
10.5.3	资源分配	(238)
10.5.4	资源请求确认	(238)
10.5.5	多媒体流同步	(239)
10.6	本章小结	(240)
第 11 章	分布式多媒体调度算法	(242)
11.1	进程管理	(242)
11.1.1	传统操作系统的进程管理	(242)
11.1.2	分布式系统的调度问题	(242)
11.1.3	调度模型	(243)
11.2	实时系统调度算法概述	(243)
11.2.1	基于周期的调度	(244)
11.2.2	基于距离约束的调度	(245)
11.3	DMSr 调度算法	(248)
11.3.1	调度算法	(248)
11.3.2	调度条件	(251)
11.3.3	举例	(251)
11.4	本章小结	(253)
第 12 章	分布式多媒体系统的应用	(255)
12.1	多媒体视频会议系统	(255)
12.1.1	视频会议的发展	(256)
12.1.2	视频会议的四个浪潮	(256)
12.1.3	视频会议的关键技术	(257)
12.1.4	多媒体视频会议系统的标准化	(258)
12.2	多媒体视频点播系统	(259)
12.2.1	视频点播系统的主要功能和特点	(259)
12.2.2	多媒体视频点播系统的组成	(260)
12.2.3	有线电视上的视频点播系统	(263)
12.2.4	Internet 上的视频点播	(265)
12.3	远程教学、医疗和军事应用	(265)
12.3.1	远程教学系统	(266)
12.3.2	远程医疗系统	(269)
12.3.3	分布式多媒体在军事领域的应用	(270)
12.4	计算机支持协同工作(CSCW)	(272)
12.4.1	什么是 CSCW	(272)

12.4.2	CSCW 的分类	(272)
12.4.3	CSCW 的研究目标和内容	(273)
12.4.4	CSCW 系统的体系结构和实现	(274)
12.5	虚拟实验室	(276)
12.6	本章小结	(279)
第 13 章	应用实例——SBF 摄编放分布式多媒体教学系统	(281)
13.1	SBF 系统组成	(281)
13.2	多媒体通信平台	(283)
13.2.1	通信平台结构	(283)
13.2.2	银河 JMC230 MPEG-I 动态图像实时压缩/回放卡	(283)
13.2.3	Windows Socket 通信建立	(284)
13.2.4	MPEG-I 视频流音频流捕捉	(284)
13.2.5	MPEG-I 系统流分解	(284)
13.2.6	MPEG-I 视频流音频流播放	(288)
13.3	通信协议	(288)
13.4	课件服务器设计	(289)
13.4.1	Microsoft Windows Socket2 的 GQOS	(289)
13.4.2	QoS 描述	(292)
13.4.3	服务器网络 Agent	(296)
13.4.4	接纳控制	(296)
13.5	客户端设计	(299)
13.5.1	结构设计	(300)
13.5.2	客户网络 Agent 结构	(302)
13.6	用户 API 接口函数设计	(305)
13.7	本章小结	(308)
附录 A	定理说明	(309)
附录 B	参考文献	(316)

第 1 章 引 言

目前正处在新世纪之初,全球经济面临重大变革,而传统的工业经济正向知识经济过渡。知识经济的特点是:知识更新快、信息传播快和信息量越来越大。信息正影响着人们工作、学习和生活的各个方面。信息技术是以通信和计算机技术为核心。数字化技术加速了信息化的进程。系统发展的趋势是分布式多媒体计算机系统。本章重点介绍了分布式多媒体计算机系统的概念,以及它的应用的前景和未来技术的发展。

1.1 迎接知识经济的挑战

知识经济是以创造新的知识产品为基本特征的经济。下面将讨论什么是知识经济?知识经济的特点和创新工程。

1.1.1 全球经济大变革——由工业经济走向知识经济

世纪之交的世界经济形态面临重大变革,经济大战已经打响。东南亚金融危机、全球经济动荡便是最好的实例。可以预见,这种形势将愈演愈烈。

200 年前兴起的传统的以大量消耗原材料和能源为特征的工业经济正丧失往日的荣耀,逐步让位于基于知识(信息和高新技术)的一种全新的经济形态。这就是首先在发达国家兴起的基于人类知识精华和高新科技的知识经济。从其诞生至今虽不到 20 年,但已经显示出其勃勃生机,表现出巨大的发展潜力。

更确切地说,知识经济是人类发明数字化计算机和通信之后,引发信息革命、形成信息产业使人类步入信息时代的一种跨时代的经济形态。

1.1.2 什么是知识经济

顾名思义,所谓知识经济就是指以知识为基础的经济。国际经济合作组织(OECD)为其定义如下:“知识经济是建立在知识和信息的生产、分配和应用之上的一种新的经济形态”。

知识经济的出现是人类文明的一大进步。过去发展经济依靠土地、水、能源等一切物质资源。而现在,哪里有高科技,哪里有信息,哪里就蓬勃地发展起知识经济。

知识经济的核心是知识创新、传播和应用,这些已成为当今发展经济的决定性要素。它并不是要取代物质生产,而是改变了生产要素和生产方式。知识经济是以知识取代劳动力资本和物质资本,成为发展经济的强大动力。

众所周知,原 Microsoft 总裁比尔·盖茨个人拥有财产 510 亿美元,超过许多传统工业、企业家,成为世界首富;另外以 Stanford 为中心的硅谷的 Netscape 公司平均每人每年创造财富曾经达一亿多美元。这些都反映了知识经济的巨大威力,也从另一个侧面反映了我国必须赶上经济发展大潮,勇于迎接知识经济的挑战。

1.1.3 知识经济的特点

知识经济存在以下特点:

(1) 知识更新快。19 世纪,知识更新约需用 50 年,而 20 世纪约用 5 年左右,有人估计到本世纪末,这一过程仅需 2 个月。

(2) 信息量越来越大。人类早期将信息记录篆刻于石头或竹简上,而后出现了纸笔用于记录信息使媒质的信息容量大大提高。当今用计算机存储信息,存储器容量飞速增长,从 KB→MB→GB→TB,在一个芯片上可存储两年的人民日报,一张光盘上可存储一部大百科全书。

(3) 信息传播速度更快。古代各国曾经在各地设立驿站,由人骑马沿各站传送信息。工业革命之后相继出现了火车、汽车、飞机等高速交通工具,使信息传输速度大大提高,而后人类发明有线、无线通信,电话、电报、移动电话至今仍在信息传输领域发挥重大作用。自网络诞生起,计算机网络迅猛发展,发展的速度远远超过了其他方式。计算机网络以其高速、高效性必将成为信息传输的主力。

1.1.4 知识经济和创新工程

知识经济的核心是“创新”,而创新的关键是“人才”。

美国人口达 2 亿多,全国有大学 3 000 多所,中国人口达 13 亿,高等院校仅 1 000 多所。针对我国人才相对发达国家比较匮乏,中共中央发出“科教兴国”、“创建科研型高校”等号召,并计划建成我国的知识体系结构,将我国科学创新、技术创新的组织和机构互联成网络,这就是所谓的知识创新工程。

中国科学院知识创新试点工作的主要目标是:“到 2010 年前后,建设成为瞄准国家战略目标和国际科技前沿的、具有强大可持续创新能力的、国家自然科学和高新技术的知识创新中心,成为具有国际先进水平的科学研究基地,培养造就高级科技人才的基地,促进我国高科技产业发展的基地,成为国内外公认的中国国家科技知识库、科学思想库和科技人才库。”

1.2 信息、信息革命和信息产业

本节将重点讨论信息的概念,如何引发的信息革命和形成信息产业。

1.2.1 信息(Information)

自 20 世纪 90 年代人类进入信息时代,信息科学技术影响着人类生活的各个方面,然而什么是信息呢?

一般认为人类有语言就有表达信息这一含义的词汇。据考证,在拉丁文中,“信息”最早被解释为“赋予形态”。而中国最早出现“信息”一词是在 1 200 年前,唐代诗人李中在其七绝“暮春怀故人”中写道:“梦断美人沉信息,目穿长路倚楼台”。

信息至今未有一精确的为大家公认的定义。中国科学院、中国工程院两院院士王越为其定义是:“信息是客观事物运动状态的表征与描述”。信息与数据的关系:“数据是信息的载

体。”具体地说就是：“数据是记录信息的符号，信息是对数据的解释。”信息、材料和能源已成为现代工业的三大支柱。

信息按其产生可分为：

- (1) 自然信息——自然界的事物和事物之间内在联系的表征；
- (2) 人工信息——人们依据物质运动，利用一定手段人为地进行表征和描述（这手段有很多种，如人类的语言和文字等，现在更可利用计算机来存储、传输和处理信息）；
- (3) 综合信息——上述两种信息的综合。

信息的生命周期分为：

- (1) 信息的收集、加工、处理和存储；
- (2) 信息的传输；
- (3) 信息的消费和使用。

飞速发展的信息技术以计算机科学和通信为核心，现代数学、物理、非线性技术、纳米化学、神经认知、微电子、材料学等都为信息技术发展奠定了基础。

1.2.2 信息革命—数字化技术—数字化地球

1. 计算机技术的发展

1945年，John Von Neumann 提出计算机分为运算器、控制器、存储器、I/O 设备四部分；用二进制代码表示指令；将指令存储于计算机内部等一系列思想是人类在自动计算上取得的根本性突破。

1946年，美国宾夕法尼亚大学研制成功世界上首台电子计算机 ENIAC，正式实现了自动计算，其内部全部电子化大约用了2万个电子管。第一代计算机即电子管计算机，而后是第二代晶体管计算机，20世纪60年代出现第三代集成电路计算机，往后发展为第四代大规模集成电路计算机及第五代超大规模集成电路计算机。

从主流机型的规模来看，计算机的发展经历了60~70年代的大型机；70~80年代的小型机；80~90年代，PC机、局域网（LAN）和多媒体计算机出现，并迅速流行、普及。在这期间/CPU 飞速更新换代，8086→286→386→486→Pentium→PⅡ→PⅢ→PⅣ，计算机运行速度飞速增长。目前 IBM 的 Pacific Blue 运算速度达到3.9万亿次/秒，正研制开发1000万亿次/秒的 Pataflops 超级巨型机。速度不断加快的同时，CPU 功能也在不断强大。例如：PⅢ较 PⅡ 新增了 Internet 互联、语音识别、3D 图像处理等功能。21 世纪将以网络为中心，实现计算机、LAN、广域网（WAN）、电话、电视一体化、功能更强大的计算机（当然是多媒体的）。

2. 网络技术的发展

美国 1968 年提出 ARPA 网的概念，并于 1969 年正式建成 4 个节点。其主要特点是：①资源共享；②分布式控制；③分组交换方式；④采用通信控制处理机；⑤网络协议分层化。

20 世纪 70~80 年代，随着通信技术的成熟，网络进入实际应用阶段，各公司相继推出自己的体系，如 IBM 于 1974 年推出“SNA”体系，DEC 推出“DNA”等。80 年代，各国纷纷建立公用数据网以及后来的 ISDN。美国网络发展是先有 WAN，而后有 LAN。90 年代多媒体技术（数字化音频和数字化视频）的发展为网络和计算机应用开拓了新的应用空间，现在网络已十分普及。1997 年世界上已经有 180 个国家连入 Internet，全球共有 3.5 万个网络，2000 万台计算机接入网络，约有 1 亿人上网。此后，数量急剧增加，网上的计算机每小时增加 100 台，

2000 年上网人数已经超过 3 亿。

3. 人机交互技术的发展

随着计算机应用不断发展,人机交互技术变得越来越重要。人们与计算机的交互过程中,迫切需要利用一种自然的、类似人与人之间的交互方式操纵计算机。随着计算机技术、网络技术、多媒体技术的不断发展,原有的人机交互模式键盘、鼠标已不能适应计算机技术的需要。每天上亿人在网上查询、检索,严重地制约了信息处理的效率。这种限制在虚拟现实和计算机支持协同工作(CSCW)中更为突出。

目前的研究工作主要有:

(1) 多模式人机交互:即人的各种行为通过键盘、鼠标、麦克风及摄像机转换成计算机能感知到的位置、运动及听觉和视觉,这涉及到以下技术研究:

① 语音识别理解及合成;

② 手势识别技术——从二维到三维手势技术,采用的技术常用隐马尔可夫模型(HMM)和彩色 Petri 网模型;

③ 人脸的研究——人脸表情、人眼的跟踪;

④ 唇读的研究;

⑤ 人体动作的研究。

(2) 多感知信息的融合:人的感知是视、听、嗅、触觉综合作用的结果,多媒体技术发展为研究人类大脑认知加工过程提供了一种可能。

从发展的角度来看,人机交互技术主要向两个方向发展:

① 利用智能体(Agent)来研究人机交互技术;

② 利用分布式系统和 Internet 开展人机交互技术的研究。渴望在不远的将来有所突破。例如:MIT 多媒体实验室以 Pentland 教授为首正在从事智能屋的研究,房间安装摄像机、麦克风,利用多感知识别技术,可以使人在此屋内同时用语言、表情或手势与计算机交互,来控制运行程序、网上浏览交流,开辟了人机交互新方向。

计算机的发展趋势是由集中式走向分布式,由单一媒体走向多媒体。多媒体计算机成为必然趋势,发展高速网络便成为当务之急。移动通信也将发展成为“手机+掌上电脑”,或称“移动电话+Internet”,且是声、文、图、像一体化的全球通信。计算机网络、有线电视网和公用电信网逐步实现三网合一。

1.2.3 信息产业和信息社会

数字化技术的发展推动了信息革命,使人类开始步入信息社会。信息产业已成为最大的产业,现在每年产值达 1 万亿美元。Internet 上电话服务营业额约为 10 亿美元,电子商务贸易额达 6 500 亿美元,信息产业产值占美国总产值的 30%,创造了近 1/2 的就业机会。21 世纪全球经济竞争就是信息产业的竞争,美国前总统克林顿在其竞选演说中就提出创建下列信息高速公路基础设施:

(1) 由各行业制造的信息源,包括金融、医疗、教育、文体等各方面的声、文、图、像信息;

(2) 达到 Gb/s 的高速信息通道;

(3) 用户终端;

(4) 控制管理。

从以上情况我们可以看出信息社会有如下特点:

(1) 信息应用渗透到人类生活的每个领域;

- (2) 信息技术成本大幅度下降,应用普及;
- (3) 信息传播速度大幅度上升,高速通信普及;
- (4) 信息爆炸,信息量剧增;
- (5) 信息产业成为最大产业。

数字化时代是一个不断“升级”的时代。人们从用数字计算机到实现数字通信,从而建成数字城市,向数字地球迈进。计算机永远不会定型,不断升级的计算机使从事信息技术研究的人永远不会毕业。可以这样说,信息科学技术永远是属于年轻人且大有作为的领域。

1.3 信息产业遵循的三大定律

第一定律(Moore定律,由Intel总裁Gordon Moore提出):“微处理器的效用和成本之比和单片上集成的晶体管数量的平方成正比。”根据Moore定律可以计算出:CPU计算速度每18个月翻一番。

第二定律(Metcalf定律,由Sun总裁Robert Metcalfe提出):“计算机网络的价值和连接到网络上的计算机数量的平方成正比。”由此可知,供网络用户使用的资源是取之不尽、用之不竭、以几何级数增长的。

第三定律(又称“盖茨霸权定律”,由Microsoft总裁Bill Gates提出):“硅谷的电脑天才们一有什么念头冒出,就立即转化为实在的技术并迅速传播出去。”

1.4 为什么要发展分布式多媒体系统

过去10年,伴随着微电子、计算机及通信技术的发展,计算机应用不断向更广的范围和更深的层次发展。计算机系统发展有以下的趋势:由单机向多机、集中式向分布式发展。分布式系统与集中式单机系统相比,有明显的优势,如好的性能价格比,可靠性更高,灵活易于扩充,特别是系统透明这一特性。过去10年,世界各发达国家开展了大量的研究工作,并取得了可喜的成果,如美国CMU大学研制的Mach,Stanford的V Kernel,UCLA的LOCUS,法国的Chrous,荷兰自由大学的Amoeba。对分布式系统从理论到实践,从算法到编程,从模型到设计系统实现都开展了大量的工作。国内外专家都认为分布式系统在20世纪90年代已进入实用阶段,典型的如OSF(Open Software Foundation)推出的分布式计算环境(DCE)已得到各大计算机制造公司的响应。

为什么要研究和学习分布式多媒体计算机系统?

网络技术(局域网和广域网)的飞速发展、广泛应用以及微处理机模块化的高性能为实现各种类型的分布式多媒体系统奠定了基础。分布式和人工智能技术的结合构成了智能分布式系统。分布式系统融入专家系统、知识库系统,构成了分布式专家系统,分布式知识处理系统逐步形成了一个分布式人工智能的新领域。

上述的分布式系统大都是基于处理正文,都用单一媒体表示信息,而计算机的另一发展趋势是由单一媒体走向多媒体。进入90年代,多媒体技术飞速发展,各国都投入大量的人力、物力研究开发、拓宽多媒体计算机应用。如前所述,目前大量的多媒体系统都是基于CD-ROM的单机系统,最大的市场是家庭个人机,主要用于教育、娱乐,突出应用于玩具、游戏机和多种商品展示、导购、导游系统。多媒体的潜在优势还远未发挥出来。