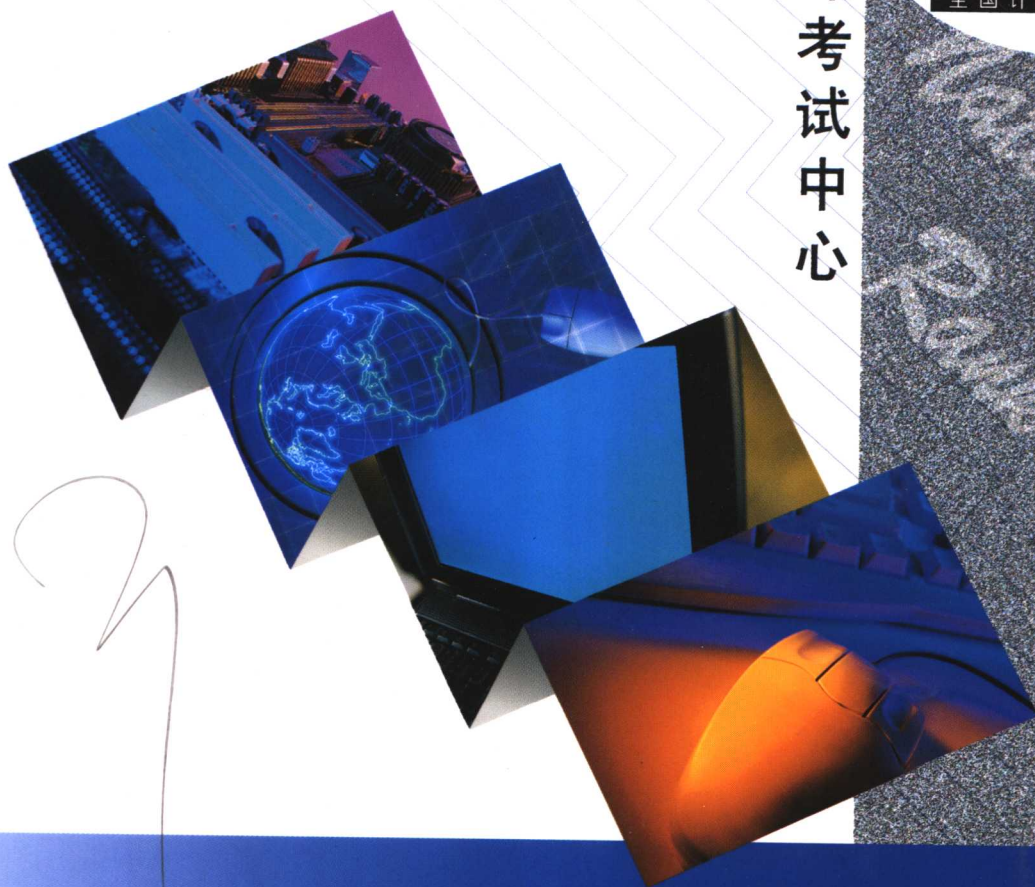


教育部
考试中心



全国计算机等级考试

三级教程 ——数据库技术 (2004 年版)

高等教育出版社



全国计算机等级考试

三级教程

——数据库技术(2004 年版)

教育部考试中心

高等教育出版社

内容提要

由国家教育部考试中心组织和实施的计算机等级考试,是一种客观、公正、科学的专门测试计算机应用人员的计算机知识与技能的全国范围的等级考试。它面向社会,服务于社会。

本书由教育部考试中心组织,在全国计算机等级考试委员会指导下由有关专家执笔编写而成。本书按照《全国计算机等级考试考试大纲(2004年版)》中对三级数据库技术的要求而编写,内容包括:计算机基础知识、数据结构、操作系统、数据库系统基本概念和基本原理、数据库设计和数据库应用系统开发的方法和工具,以及数据库技术的发展。

本书除了可以作为计算机等级考试教材外,还可作为学习计算机知识的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试三级教程——数据库技术:2004
年版/教育部考试中心. —北京:高等教育出版社,
2004.4

ISBN 7-04-015047-6

I.全... II.教... III.①电子计算机—水平考试
—教材②数据库系统—水平考试—教材 IV.TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 016477 号

策划编辑 田晓兰 肖子东 责任编辑 雷旭波 封面设计 王凌波
版式设计 马静如 责任校对 杨雪莲 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 880×1230 1/16
印 张 18.5
字 数 570 000

版 次 2004 年 4 月第 1 版
印 次 2004 年 8 月第 3 次印刷
定 价 29.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

大力推行全国计算机等级考试 为发展知识经济、信息产业和培养计算机 专门人才作出贡献 (代序)

中国科学院院士 北京大学信息与工程科学学部主任

全国计算机等级考试委员会主任委员

杨芙清

当今,人类正在步入一个以智力资源的占有和配置,知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代,也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。科教是经济发展的基础,知识是人类创新的源泉。基础研究的科学发现、应用研究的原理探索 and 开发研究的技术发明,三者之间的联系愈来愈紧密,转换周期日趋缩短。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技(特别是高科技)为先导的综合国力的竞争。

在高科技中,信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合、具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域,迅速改变着人们的观念、生活和社会的结构,是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中,微电子是基础,计算机硬件及通信设施是载体,计算机软件是核心。软件是人类知识的固化,是知识经济的基本表征,软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代,软件是信息化的核心,国民经济和国防建设、社会发展、人民生活都离不开软件,软件无处不在。软件产业是增长最快的朝阳产业,是具有高额附加值、高投入/高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程,促进从注重量的增长向注重质的提高方向发展,是典型的知识型产业。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全,体现国家综合实力,决定 21 世纪国际竞争地位的战略性的产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力推动信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,广开渠道,培养和造就一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的专门人才。

1994 年,原国家教委(现教育部)推出了全国计算机等级考试,它是一种重视应试人员对计算机和软件的实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历背景,任何年龄段的人员都可以报考。这就为培养各行各业计算机的应用人才,开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人;到 2003 年,报考人数已达 251 万余人。截止至 2003 年底,全国计算机等级考试共开考 18 次,考生人数累计超过 1 050 万人,其中,有 350 多万考生获得了不同级别的证书。

事实说明,鼓励社会各阶层的人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并运用等级考试对他们的才干予以认真的、有权威性的认证,是一种较好的人才培养的有效途径,是比较符合我

国具体情况的。等级考试也为用人单位录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看,不论是管理人员还是应试人员,对该项考试的内容和形式都给予了充分肯定的评价。

计算机等级考试所取得的良好效果,也同全国各有关单位专家们在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等等多项工作中所付出的大量心血和辛勤的劳动密切相关,他们为这项工作的顺利开展作出了重要的贡献。

计算机与软件技术是一项日新月异的高新技术,计算机等级考试的考试内容和考核形式也将跟随新技术的发展不断创新,需要及时推出新的考试科目,及时修订旧科目的考试大纲、教材,对考试命题以及上机考试系统进行改革和完善,从而使等级考试更能反映当前的应用实际,使培养计算机应用人才的基础工作更健康地向前发展。本书的出版正是为了满足新时期新技术发展的需要,满足社会主义市场经济人才培养的需要。

从面临知识经济的机遇与挑战这样一个社会大环境的背景出发,考察全国计算机等级考试,就会看到,这一举措是符合知识经济和发展信息产业的方向的,是值得大力推行的。

我们相信,在 21 世纪知识经济和加快发展信息产业的形式下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家们的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以更新的面貌出现,从而为我国培养计算机应用专门人才的宏大事业作出更多的贡献。

2003 年 12 月

前 言

《全国计算机等级考试三级教程——数据库技术》是根据教育部考试中心制定的《全国计算机等级考试考试大纲(2004年版)》中对三级数据库技术的要求编写的。与原有的三级考试教程相比较,由于考试大纲的变化而有较大的变动。原有三级A、B类考试现已分解为四项考试:PC技术、数据库技术、网络技术和信息管理技术。根据大纲的变化,教材也做了相应变化。

三级数据库技术教程内容包括:计算机基础知识、数据结构、操作系统、数据库系统基本概念和基本原理、数据库设计和数据库应用系统开发的方法和工具,以及数据库技术发展的简单介绍。三级数据库技术的合格考生应具备计算机的基础知识,了解和掌握数据结构、操作系统的基本原理和方法以及数据库系统基本原理和方法,熟悉数据库应用系统的开发方法和工具的使用,从而具备从事数据库应用系统项目开发和维护的基本能力。

全国计算机等级考试三级数据库技术教程由北京大学杨冬青教授主编,参加编写的人员有:陈向群、吴功宜(第一章),陈向群(第三章),杨冬青(第二章、第七章、第九章、第十一章),邵佩英(第四章、第五章、第六章、第八章、第十章)。中国科学院研究生院罗晓沛教授对教程进行了审阅。

由于编写时间仓促,教材涉及面较广,疏漏之处在所难免,望读者提出宝贵意见,以便修订时改正。

(另:全国计算机等级考试三级数据库技术上机考试指导内容,请浏览“中国教育考试网”网站 www.eduexam.com.cn).

编者

2004年2月

目 录

第一章 基础知识	1	2.3.2 稀疏矩阵的存储	47
1.1 计算机系统组成与应用领域	1	2.3.3 广义表的定义和存储	48
1.1.1 计算机系统组成	1	2.4 树形结构	49
1.1.2 计算机的应用领域	2	2.4.1 树的定义	50
1.2 计算机软件	3	2.4.2 二叉树的定义	50
1.2.1 计算机语言	3	2.4.3 树的二叉树表示	51
1.2.2 系统软件	4	2.4.4 二叉树和树的周游	51
1.2.3 应用软件	5	2.4.5 二叉树的存储和线索二叉树	52
1.3 计算机网络基础	5	2.4.6 二叉树周游算法	53
1.3.1 计算机网络基本概念	6	2.4.7 霍夫曼算法及其应用	54
1.3.2 计算机网络的分类	7	2.5 查找	57
1.3.3 Internet 基础	10	2.5.1 线性表查找	57
1.3.4 Internet 提供的主要服务	14	2.5.2 树形结构与查找	61
1.3.5 Internet 的基本接入方式	18	2.6 排序	67
1.4 信息安全基础	20	2.6.1 插入排序	67
1.4.1 信息安全	20	2.6.2 选择排序	69
1.4.2 信息保密	20	2.6.3 交换排序	72
1.4.3 信息认证	21	2.6.4 归并排序	75
1.4.4 密钥管理	23	习题二	76
1.4.5 计算机病毒的基本概念	23	第三章 操作系统	78
1.4.6 网络安全	25	3.1 操作系统概述	78
1.4.7 操作系统安全	30	3.1.1 操作系统概念	78
1.4.8 数据库安全	32	3.1.2 操作系统的功能	79
习题一	34	3.1.3 操作系统的类型	80
第二章 数据结构与算法	36	3.1.4 研究操作系统的方法	82
2.1 基本概念	36	3.1.5 操作系统的硬件环境	83
2.1.1 数据结构的基本概念	36	3.2 进程管理	85
2.1.2 主要的数据存储方式	37	3.2.1 多道程序设计	85
2.1.3 算法的设计与分析	38	3.2.2 进程	86
2.2 线性表	39	3.2.3 进程间的通信	88
2.2.1 顺序表和一维数组	39	3.2.4 进程控制	92
2.2.2 链表	40	3.2.5 进程调度	93
2.2.3 栈	42	3.2.6 死锁	94
2.2.4 队列	44	3.2.7 线程的基本概念	96
2.2.5 串	46	3.3 作业管理	98
2.3 多维数组、稀疏矩阵和广义表	46	3.3.1 操作系统与用户的接口	98
2.3.1 多维数组的顺序存储	46	3.3.2 作业管理概述	99

3.3.3 批处理方式下的作业管理	100	4.3.3 数据库的二层映像与数据独立性	150
3.4 存储管理	102	习题四	150
3.4.1 存储管理概述	103	第五章 关系数据库系统	152
3.4.2 内存资源管理	104	5.1 关系数据库系统概述	152
3.4.3 分区存储管理	105	5.1.1 关系数据库系统的发展历史	152
3.4.4 页式存储管理	106	5.1.2 关系数据模型	152
3.4.5 段式存储管理	108	5.2 关系模型的数据结构	154
3.4.6 段页式存储管理	109	5.2.1 关系模型的数据结构和基本术语	154
3.4.7 虚拟存储管理	110	5.2.2 关系的形式定义和关系数据库对关系的 限定	155
3.4.8 虚拟存储管理的性能问题	113	5.3 关系模型的完整性约束	157
3.4.9 交换技术	114	5.3.1 数据库数据完整性规则的分类	157
3.5 文件管理	114	5.3.2 实体完整性规则	158
3.5.1 文件与文件系统	114	5.3.3 参照完整性规则	158
3.5.2 文件结构和存取方式	115	5.3.4 用户定义的完整性	159
3.5.3 文件目录	118	5.4 关系代数	160
3.5.4 文件系统的实现	119	5.4.1 传统的集合运算	161
3.5.5 文件存取控制	122	5.4.2 专门的关系运算	162
3.5.6 文件的操作	124	习题五	167
3.5.7 文件系统的安全	125	第六章 关系数据库标准语言 SQL	169
3.6 设备管理	125	6.1 SQL 概述	169
3.6.1 设备管理概述	125	6.1.1 结构化查询语言 SQL	169
3.6.2 通道技术	126	6.1.2 SQL 的特点	169
3.6.3 缓冲技术	128	6.1.3 SQL 数据库的体系结构	170
3.6.4 设备分配	128	6.2 SQL 的数据定义	171
3.6.5 设备处理	130	6.2.1 基本表	172
3.6.6 磁盘调度	131	6.2.2 索引	173
习题三	132	6.3 SQL 的数据操纵	174
第四章 数据库技术基础	133	6.3.1 SQL 的查询语句	174
4.1 数据库基本概念	133	6.3.2 SQL 的修改语句	178
4.1.1 信息、数据与数据处理	133	6.4 视图	180
4.1.2 数据管理技术的发展与数据库技术的 产生	133	6.4.1 定义视图	180
4.1.3 数据库、数据库管理系统、数据库系统	137	6.4.2 查询视图	182
4.1.4 数据库技术的研究领域	140	6.4.3 修改视图	182
4.2 数据模型	140	6.4.4 视图的作用	183
4.2.1 数据模型的概念	140	6.5 SQL 的数据控制语句	184
4.2.2 数据模型的要素	141	6.5.1 授予权限	184
4.2.3 数据模型的分类	141	6.5.2 收回权限	186
4.2.4 概念模型——E-R 模型	142	6.6 嵌入式 SQL	186
4.2.5 常用的数据结构模型	144	习题六	189
4.3 数据库系统的模式结构	148	第七章 关系数据库的规范化理论与数据库 设计	190
4.3.1 数据库系统中模式的概念	148	7.1 什么是“不好”的关系模式	190
4.3.2 数据库系统的三级模式结构	148		

7.2 函数依赖	191	8.5.1 IBM DB2 数据库系统简介	216
7.2.1 函数依赖的定义	191	8.5.2 DB2 通用数据库的功能和特色	217
7.2.2 函数依赖的逻辑蕴含	192	8.5.3 IBM 的商务智能解决方案	217
7.2.3 码	192	8.5.4 IBM 内容管理解决方案	219
7.2.4 函数依赖的公理系统	192	8.6 SYBASE 数据库系统	219
7.3 1NF、2NF、3NF、BCNF	193	8.6.1 SYBASE 数据库系统简介	219
7.3.1 第一范式(1NF)及进一步规范化	193	8.6.2 SYBASE 数据库系统的功能及其特色	219
7.3.2 第二范式(2NF)	193	8.6.3 SYBASE 的 Internet 应用和商务智能 解决方案	221
7.3.3 第三范式(3NF)	194	8.6.4 SYBASE 的移动与嵌入计算解决方案	222
7.3.4 Boyce-Codd 范式(BCNF)	194	8.7 MS_SQL SERVER 数据库系统	222
7.4 多值依赖和 4NF	195	8.7.1 MS_SQL SERVER 数据库系统简介	222
7.4.1 多值依赖	195	8.7.2 MS_SQL SERVER 数据库系统主要 功能及其特性	223
7.4.2 第四范式(4NF)	196	8.7.3 SQL Server 2000 多版本支持	224
7.5 关系模式的分解	197	8.7.4 Microsoft SQL Server 2000 的软、硬件 环境	225
7.5.1 模式分解的等价标准	197	习题八	226
7.5.2 关于模式分解的几个事实	199	第九章 事务管理与数据库安全性	227
7.6 数据库设计过程	199	9.1 事务概念和事务的特性	227
7.6.1 需求分析	200	9.2 故障恢复	228
7.6.2 概念结构设计	200	9.2.1 故障的类型	229
7.6.3 逻辑结构设计	202	9.2.2 基于日志的恢复	229
7.6.4 物理结构设计	203	9.3 并发控制	230
7.6.5 数据库实施	203	9.3.1 事务的并发执行	230
7.6.6 数据库运行和维护	204	9.3.2 并发事务的调度	231
7.7 规范化理论在数据库设计中的 应用	204	9.3.3 可串行化	233
习题七	205	9.3.4 可恢复性	234
第八章 数据库管理系统	206	9.3.5 基于封锁的并发控制	234
8.1 数据库管理系统概述	206	9.4 数据库安全性	236
8.1.1 DBMS 的系统目标	206	9.4.1 安全性措施的层次	236
8.1.2 DBMS 的基本功能与程序模块结构	206	9.4.2 权限和授权	236
8.1.3 DBMS 的分类	208	9.4.3 在 SQL 中进行安全性说明	237
8.2 数据库管理系统的运行过程	209	9.4.4 加密	238
8.2.1 DBMS 的层次结构	209	9.4.5 可信计算机系统评估标准	238
8.2.2 DBMS 的运行过程示例	210	习题九	239
8.3 新的应用需求对 DBMS 的挑战	211	第十章 新一代数据库系统工具	240
8.4 Oracle 数据库系统	213	10.1 新一代数据库系统工具概述	240
8.4.1 Oracle 数据库系统简介	213	10.1.1 使用数据库系统工具的意义	240
8.4.2 Oracle 服务器的基本结构	213	10.1.2 数据库系统工具的分类	240
8.4.3 Oracle 服务器功能及其特色	214	10.1.3 新一代数据库系统工具的特征和发展 趋势	241
8.4.4 Oracle 的工具及其功能	215	10.2 系统开发工具的选择	242
8.4.5 Oracle 的数据仓库和 Internet 解决 方案	216		
8.5 IBM DB2 数据库系统	216		

10.2.1 当前系统开发对工具的总需求	242	11.2.3 并行数据库系统	262
10.2.2 目前系统开发工具存在的问题	243	11.2.4 分布式数据库系统	264
10.3 PowerDesigner	244	11.3 面向对象技术与数据库技术结合	265
10.3.1 PowerDesigner 简介	244	11.3.1 新的数据库应用	266
10.3.2 PowerDesigner 的组成及各模块的功能	245	11.3.2 面向对象基本概念	266
10.3.3 PowerDesigner 的安装	246	11.3.3 面向对象技术与数据库技术相结合的途径	268
10.3.4 PowerDesigner 的 DataArchitect 模块	246	11.3.4 对象—关系数据库系统	269
10.4 可视化程序开发工具——Delphi	252	11.4 数据仓库与联机分析处理、数据挖掘	272
10.4.1 Delphi 的发展史	252	11.4.1 OLAP 系统与 OLTP 系统的比较	272
10.4.2 Delphi 的主要特点	252	11.4.2 多维数据模型	274
10.4.3 Delphi 的安装和卸载	253	11.4.3 数据仓库	275
10.4.4 Delphi 的集成开发环境	253	11.4.4 联机分析处理的基本分析功能	278
10.4.5 Delphi 程序设计的基本步骤	253	11.4.5 数据挖掘	280
10.5 应用系统开发工具——PowerBuilder	254	习题十一	282
10.5.1 PowerBuilder 概述	254	习题参考答案	284
10.5.2 PowerBuilder 事件驱动的程序设计	255	习题一参考答案	284
10.5.3 PowerBuilder 应用开发环境和开发步骤	256	习题二参考答案	284
习题十	258	习题三参考答案	284
第十一章 数据库技术的发展	259	习题四参考答案	284
11.1 数据库技术发展阶段	259	习题五参考答案	284
11.1.1 第一代数据库系统	259	习题六参考答案	284
11.1.2 第二代数据库系统	260	习题七参考答案	284
11.1.3 第三代数据库系统	260	习题八参考答案	285
11.2 数据库系统体系结构	261	习题九参考答案	285
11.2.1 集中式数据库系统	261	习题十参考答案	285
11.2.2 客户/服务器数据库系统	262	习题十一参考答案	285

第一章 基础知识

1.1 计算机系统组成与应用领域

1.1.1 计算机系统组成

计算机的基本组成,包括硬件和软件系统两个部分,它们构成一个完整的计算机系统。

计算机硬件是组成计算机的物理设备的总称,它们由各种器件和电子线路组成,是计算机完成计算工作的物质基础。

计算机软件是计算机硬件设备上运行的各种程序及其相关的资料的总称。而程序则是由计算机最基本的操作指令组成的。计算机所有指令的组合称为机器的指令系统。没有软件的计算机系统通常称为“裸机”,而裸机是无法工作的,因此如果将硬件比喻为“舞台”,是系统的物质基础,则软件可比喻为“剧目”,是系统的灵魂,二者缺一不可。即硬件和软件的相互依存才能构成一个可用的计算机系统。

计算机的发展过程更能充分说明计算机的硬件和软件的相互关系。一方面硬件高度发展为软件的发展提供了支持,如果没有硬件的高速运算能力和大容量的存储,则大型软件就将失去依托,无法发挥作用。另一方面,软件的发展也对硬件提出了更高的要求,促使硬件更新和发展,且软件在很大程度上决定着计算机应用功能的发挥。

以存储程序原理为基础的冯·诺依曼结构的计算机,一般都由 5 大功能部件组成,它们是:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。图 1.1 给出计算机各功能部件的关系图,图中双线代表数据传输线路,单线代表控制信号传输线路。

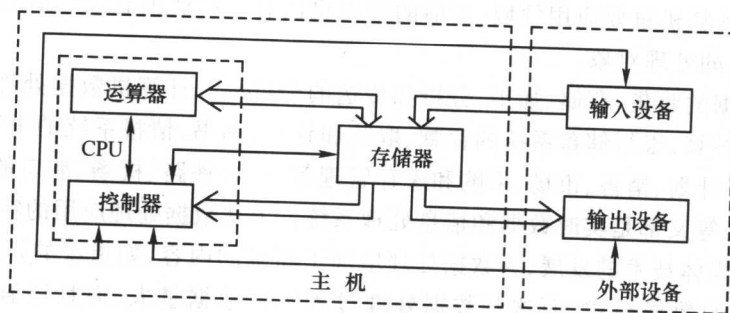


图 1.1 计算机硬件系统基本组成框图

(1) 运算器

运算器是用于对数据进行加工的部件,它可对数据进行算术运算和逻辑运算。

算术运算包括加、减、乘、除及它们的复合运算。逻辑运算包括一般的逻辑判断和逻辑比较,如比较、移位、逻辑加、逻辑乘、逻辑反等操作。

(2) 控制器

控制器是计算机的控制部件,它控制计算机各部分自动协调地工作,它完成对指令的解释和执行。它每

次从存储器读取一条指令,经分析译码,产生一串操作命令发向各个部件,控制各部件动作,实现该指令的功能;然后再取下一条指令,继续分析、执行,直至程序结束,从而使整个机器能连续、有序地工作。

(3) 存储器

存储器是计算机的记忆装置,它的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据,数据是计算机操作的对象。

(4) 输入设备

输入设备是外部向计算机传送信息的装置。其功能是将数据、程序及其他信息,从人们熟悉的形式转换成计算机能接受的信息形式,输入到计算机内部。

常见的输入设备有键盘、鼠标、光笔、纸带输入机、模/数转换器、声音识别输入等。

(5) 输出设备

其功能是将计算机内部二进制形式的信息转换成人们所需要的或其他设备能接受和识别的信息形式。

常见的输出设备有打印机、显示器、绘图仪、数/模转换器、声音合成输出等。

有的设备兼有输入、输出两种功能,如磁盘机、磁带机等,它们既是输入设备,也是输出设备。

通常将运算器和控制器合称为中央处理器(CPU, Central Processor Unit);中央处理器和内存储器合称为主机;输入设备、输出设备和外存储器合称为外部设备;外部设备通过接口线路与主机相连。

1.1.2 计算机的应用领域

当前计算机的应用虽然已遍及人类社会各个领域,但按其所涉及技术内容,仍可将其概括为几种类型:

1. 科学和工程计算

在科学实验和工程设计中,经常会遇到各种数学问题需要求解,利用计算机并应用数值方法进行求解是解决这类问题主要的途径,这种应用被称为科学和工程计算,其特点是计算量大,而逻辑关系相对简单。它是计算机重要应用领域之一。例如,导弹飞行轨道计算,宇宙飞船运动轨迹和气动干扰的计算,热核反应控制条件及能量计算,天文测量和天气预报方程计算等。除了国防和尖端科技外,其他学科和工程设计方面,如数学、力学、化学、物理以及石油勘探、桥梁设计等领域都存在着复杂数学问题,需要利用计算机和数值方法求解。

2. 数据和信息处理

数据和信息处理是计算机重要应用领域,当前的数据也已有更广泛的含义,如图、文、声、像等多媒体数据,它们都已成为计算机的处理对象。

数据处理是指对数据的收集、存储、加工、分析和传送的全过程。计算机数据处理应用广泛,例如财政、金融系统数据的统计和核算,银行储蓄系统的存款、取款和计息,图书、情报系统的书刊、文献和档案资料的管理和查询,商业系统的计划、销售、市场、采购和库存管理等,还有铁路、机场、港口的管理和调度。而航空订票系统、交通管制系统等又都是实时数据和信息处理系统。上述数据处理应用的特点是数据量很大,但计算相对简单。近年来多媒体技术的发展,为数据处理增加了新鲜的内容,如指纹的识别、图像和声音信息的处理等都会涉及更广泛的数据形式,而这些数据处理过程不但数据量大,而且还有大量而且复杂的运算过程。

3. 过程控制

过程控制是生产自动化的重要技术内容和手段,它是由计算机对所采集到的数据按一定方法经过计算,然后输出到指定执行机构去控制生产的过程。计算机的控制对象可以是机床、生产线和车间,甚至是整个工厂。例如,在化工厂控制化工生产的某些环节或全过程,在炼铁车间控制高炉生产的全过程。

用于生产过程控制的系统,一般都是实时系统,它要求有对输入数据及时做出反应(响应)的能力。由于环境和控制对象以及工作任务的不同,控制系统对计算机系统的要求也会不同,一般会对计算机系统的可靠性、封闭性、抗干扰性等指标提出要求。

4. 辅助设计

计算机辅助设计是计算机的另一个重要应用领域。它不仅应用于产品和工程辅助设计,而且还包括辅助制造、辅助测试、辅助教学以及其他多方面的内容,这些都统称为计算机辅助系统。

计算机辅助设计(CAD, Computer Aided Design)是利用计算机帮助设计人员进行产品、工程设计的重要手段,它能提高设计自动化程度,不仅能节省人力和物力,而且速度快、质量高,为缩短产品设计周期、保证质量提供了条件。这种技术目前已在飞机、车船、桥梁、建筑、机械、服装等设计中得到广泛的应用。计算机辅助设计为超大规模集成电路技术的发展与应用提供了有力的支持。

计算机辅助制造(CAM, Computer Aided Manufacturing)是利用计算机进行生产设备的控制、操作和管理的系统,它能提高产品质量,降低生产成本,缩短生产周期,并有利于改善生产人员的工作条件。

计算机辅助测试(CAT, Computer Aided Testing)是利用计算机来辅助进行复杂而大量的测试工作的系统。

计算机辅助教学(CAI, Computer Aided Instruction)是现代教学手段的体现,它利用计算机帮助学员进行学习,它将教学内容加以科学的组织,并编制好教学程序,使学生能通过人机交互自如地从提供的材料中学到所需要的知识并接受考核。

5. 人工智能

人们把用计算机模拟人脑思维的过程,称为人工智能,人们也认为它是计算机的重要应用领域。如利用计算机进行数学定理的证明、进行逻辑推理、理解自然语言、辅助疾病诊断、实现人机对弈、密码破译等,都是利用人们赋予计算机的智能来完成的。

人工智能是利用计算机来模拟人的思维的过程,并利用计算机程序来实现这些过程。智能机器人、专家系统等都是人工智能的应用成果,它们为计算机应用开辟了一个最有吸引力的领域。

1.2 计算机软件

1.2.1 计算机语言

计算机语言是一类面向计算机的人工语言,它是进行程序设计的工具,又称为程序设计语言。现有的程序设计语言一般可分为3类:

1. 机器语言

机器语言是最初级且依赖于硬件的计算机语言。用机器语言编写程序,程序人员必须熟悉机器指令的二进制符号代码,记忆指令代码能完成的操作,还应指出这一操作对象的位置,即记忆指令的操作码和地址码。

用机器语言编写的程序称为机器语言程序,它全部(包括数据)都是二进制代码形式,它不易被人识别,但它可以被计算机直接执行。由于机器语言直接依赖于机器,所以对于不同型号的计算机,其机器语言是不同的,即在一种类型计算机上编写的机器语言程序,不能在另一种不同的机器上运行。

由于机器语言程序直接在计算机硬件级上执行,所以效率比较高,能充分发挥计算机的高速计算的能力。在计算机发展的初期,人们都使用机器语言直接编制程序,但机器语言不易记忆和理解且缺乏直观性,所以用机器语言编写程序的难度很大。

2. 汇编语言

用有助于记忆的符号和地址符号来表示指令,便是汇编语言,也称为符号语言。通常用有指令功能的英文词的缩写代替操作码,如“传送”指令用助记符 MOV(move 的缩写)表示,“加法”指令用助记符 ADD(Addition 的缩写)表示。这样,每条指令就有明显的标识,从而易于理解和记忆。用汇编语言编写的程序,有直

观、易理解等优点。但计算机却不能识别和直接运行汇编语言程序,必须由一种翻译程序将汇编语言程序翻译成机器语言程序后才能识别并运行,这种翻译程序即称为汇编程序,其关系如图 1.2 所示。

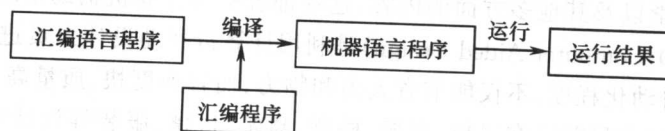


图 1.2 汇编过程

用汇编语言编写程序与机器语言相比,除较直观和易记忆外,仍然存在工作量大、面向机器、无通用性等缺点,所以一般称汇编语言为“低级语言”,它仍然依赖于具体的机器。

3. 高级语言

高级语言是一类人工设计的语言,因为它对具体的算法进行描述,所以又称为算法语言。

它是一类面向问题的程序设计语言,且独立于计算机的硬件,其表达方式接近于被描述的问题,易于人们的理解和掌握。用高级语言编写程序,可简化程序编制和测试,其通用性和可移植性好。目前,计算机高级语言虽然很多,据统计已经有好几百种,但广泛应用的却仅有十几种,他们有各自的特点和使用范围。如 BASIC 语言,是一类普及性的会话语言;FORTRAN 语言,多用于科学及工程计算;COBOL 语言,多用于商业事务处理和金融业;PASCAL 语言,它能很好地体现结构化程序设计思想;C 语言,常用于软件的开发;PROLOG 语言,多用于人工智能;而当前流行的,面向对象的程序设计语言有 C++ 和用于网络环境的程序设计语言 Java 等。

在计算机上,高级语言程序(一般称为源程序)不能直接执行,必须将它们翻译成具体机器的机器语言程序(目标程序)才能执行。这种翻译是由编译程序来完成的,其翻译过程如图 1.3 所示。

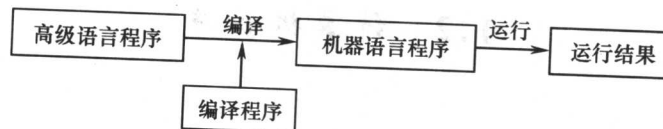


图 1.3 编译过程

1.2.2 系统软件

系统软件是随计算机出厂并具有通用功能的软件,由计算机厂家或第三方厂家提供,一般包括:操作系统、语言处理程序和数据库管理系统及服务程序等。

(1) 操作系统(OS, Operating System)

操作系统是系统软件的核心,它是管理计算机软、硬件资源,调度用户作业程序和处理各种中断,从而保证计算机各部分协调有效工作的软件。操作系统也是最贴近硬件的系统软件,它也是用户同计算机的接口,用户通过操作系统来操作计算机并能使计算机充分实现其功能。操作系统的功能和规模随不同的应用要求而异,故操作系统又可分为批处理操作系统、分时操作系统及实时操作系统等。

(2) 语言处理程序

对于不同的系统,机器语言并不一致,所以任何语言编制的程序,最后一定都需要转换成机器语言程序,才能被计算机执行。语言处理程序的任务,就是将各种高级语言编写的源程序翻译成机器语言表示的目标程序。不同语言编写的源程序,有不同的语言处理程序。语言处理程序,按其处理的方式不同,可分为解释型程序与编译型程序两大类。前者对源程序的处理采用边解释边执行的方法,并不形成目标程序,称为对源程序的解释执行;后者必须先将源程序翻译成目标程序才能执行,称做编译执行。

(3) 数据库管理系统(DBMS, DataBase Management System)

数据库管理系统是对计算机中所存放的大量数据进行组织、管理、查询并提供一定处理功能的大型系统软件。随着社会信息化进程的加快,信息量的剧增,当前数据库已成为计算机信息系统和应用系统的基础。数据库管理系统能够对大量数据合理组织,减少冗余;支持多个用户对数据库中数据的共享;还能保证数据库中数据的安全和用户对数据存取的合法性验证。当前数据库管理系统可以划分为两类,一类是基于微型计算机的小型数据库管理系统,它具有数据库管理的基本功能,易于开发和使用,可以解决对数据量不大且功能要求较简单的数据库应用,常见的有 FoxBASE 和 FoxPro 数据库管理系统即是这种系统;另一类是大型的数据库管理系统,其功能齐全,安全性好,能支持对大数据量的管理,还提供了相应的开发工具。目前在国际上流行的大型数据库管理系统主要有 Oracle、SYBASE、DB2、Informix 等。国产化的数据库管理系统已初露头角,并走向市场,如 Cobase、DM2、Openbase 等。

数据库技术是计算机技术中发展快、用途广泛的一个分支。可以说,在今后的任何计算机应用开发中都离不开对数据库技术的应用。先掌握微型计算机数据库的应用,再了解大型数据库的技术和应用是较好的掌握数据库技术的途径。

(4) 服务性程序

服务程序是一类辅助性的程序,它提供各种运行所需的服务。例如,用于程序的装入、连接、编辑及调试用的装入程序、连接程序、编辑程序及调试程序以及故障诊断程序、纠错程序等。

1.2.3 应用软件

应用软件是为解决实际问题所编写的软件的总称,它涉及到计算机应用的所有领域,各种科学和工程计算的软件和软件包、各种管理软件、各种辅助设计软件和过程控制软件都属于应用软件范畴。由于计算机应用的日益普及,应用软件的种类及数量还将会不断增加。应用软件的开发是使计算机充分发挥作用的十分重要的工作,它是吸引软件技术人员最多的技术领域。

计算机硬件、软件及计算机系统组成情况如图 1.4 所示。

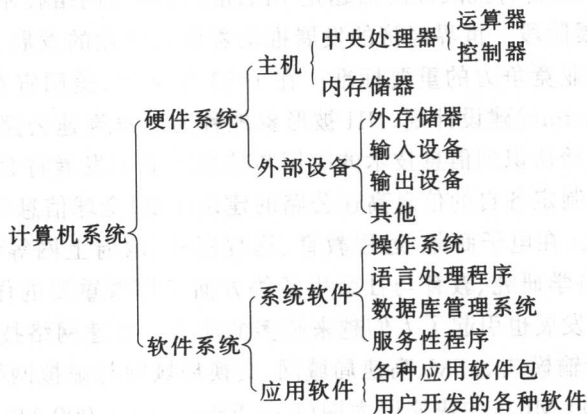


图 1.4 计算机系统组成

1.3 计算机网络基础

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,网络技术对信息技术与产业的发展有着重要的影响。为了帮助读者对计算机网络知识有一个全面、准确的认识,本章在讨论网络形成与发展、网络定义与分类等基本概念的基础上,对 Internet 及其应用技术、网络接入技术以及网络技术的发展概况进行系统的讨论。

1.3.1 计算机网络基本概念

1. 计算机网络的形成与发展

20 世纪的关键技术是信息技术。信息技术涉及到信息的收集、存储、处理、传输与利用。20 世纪信息技术的发展主要表现在以下几个方面:

- ① 计算机技术的高度发展与计算机的广泛应用。
- ② 通信技术的高度发展,全球范围内的电话通信系统、光纤与无线通信系统、卫星移动通信系统的建立与广泛应用。
- ③ 计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合的产物——计算机网络的发展,Internet 的广泛应用与全球信息高速公路建设热潮的兴起。

计算机网络的应用正在改变着人们的工作方式与生活方式,正在进一步引起世界范围内产业结构的变化,促进全球信息产业的发展,并且在各国的经济、文化、科研、军事、政治、教育和社会生活等各个领域内发挥着越来越重要的作用。因此,计算机网络技术引起了人们越来越高的重视。

随着计算机应用的发展,出现了多台计算机互联的需求,这种需求主要来自军事、科研、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理。人们希望将分布在不同地点的计算机,通过通信线路互联成为计算机的网络,网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源,也可以使用联网中其他计算机上的软件、硬件与数据资源,达到计算机资源共享的目的。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局(ARPA, Advanced Research Projects Agency)的 ARPAnet(通常称为 ARPA 网),其核心技术是分组交换技术。ARPAnet 早期研究的项目包括了分组交换基本概念与理论的研究课题。ARPAnet 在数据通信网中采用了分组交换技术,分组交换网的出现是现代电信时代开始的标志,其研究成果对推动计算机网络技术的发展有着深远的意义。在 ARPAnet 的基础上,20 世纪七八十年代计算机网络发展十分迅速,出现了大量的计算机网络,同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网等。TCP/IP 协议的广泛应用,促进了网络互联技术与设备的不断成熟和 Internet 技术的发展。

20 世纪 90 年代网络技术最富有挑战性的话题是 Internet 与高速网络技术。进入 90 年代以来,世界经济已经进入了一个全新的发展阶段。世界经济的发展推动着信息产业的发展,信息技术与网络的应用已成为衡量 21 世纪综合国力与企业竞争力的重要标准。在 1993 年 9 月,美国宣布了国家信息基础设施(NII, National Information Infrastructure)建设计划,NII 被形象地称为信息高速公路。美国建设信息高速公路的计划触动了世界各国,人们开始认识到信息技术的应用与信息产业的发展将会对各国经济发展产生重要的作用,因此很多国家纷纷开始制定各自的信息高速公路的建设计划,全球信息化的发展趋势已不可逆转。随着 WWW 技术的发展,Internet 在电子商务、远程教育、远程医疗、政府上网等领域得到广泛应用。Internet 已经在当今世界经济、文化、科学研究、教育与社会生活等方面发挥着重要的作用。在 Internet 飞速发展与广泛应用的同时,高速网络的发展也引起了人们越来越多的注意。高速网络技术发展主要表现在宽带综合业务数据网 B-ISDN、异步传输模式 ATM、高速局域网、交换局域网与虚拟网络上。以光纤通信、无线通信技术,以及数据传输速率为 100 Mb/s 的快速以太网(Fast Ethernet)、1 000 Mb/s 千兆以太网(Gigabit Ethernet)技术为代表的高速网络技术的发展,为全球信息高速公路的建设提供了技术准备。

2. 计算机网络的主要特征

在计算机网络发展过程的不同阶段中,人们对计算机网络提出了不同的定义。不同的定义反映着当时网络技术发展的水平及人们对网络的认知程度。这些定义可以分为 3 类:广义的观点、资源共享的观点与用户透明性的观点。从目前计算机网络的特点看,资源共享观点的定义能比较准确地描述计算机网络的基本特征。相比之下,广义的观点定义了计算机通信网络,用户透明性的观点定义了分布式计算机系统。

资源共享观点将计算机网络定义为“以能够相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合”。

资源共享观点的定义符合目前计算机网络的基本特征,这主要表现在:

(1) 计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享

计算机资源主要指计算机硬件、软件与数据。网络用户不但可以使用本地计算机资源,而且可以通过网络访问联网的远程计算机资源,还可以调用网中几台不同的计算机共同完成某项任务。

(2) 互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的“自治计算机”(autonomous computer)

互联的计算机之间可以没有明确的主从关系,每台计算机可以联网工作,也可以脱网独立工作,联网计算机可以为本地用户提供服务,也可以为远程网络用户提供服务。判断计算机是否互联成计算机网络,主要是看它们是不是独立的“自治计算机”。如果两台计算机之间有明确的主/从关系,其中一台计算机能强制另一台计算机开启与关闭,或者控制着另一台计算机,那么其中一台计算机就不是“自治”的计算机。根据资源共享观点的定义,由一台中心控制单元与多个从站组成的计算机系统不是一个计算机网络。因此,一台带有多个远程终端或远程打印机的计算机系统也不是一个计算机网络。

(3) 联网计算机之间的通信必须遵循共同的网络协议

计算机网络是由多台计算机互联而成。网络中的计算机之间需要不断地交换数据,要保证网络中计算机能有条不紊地交换数据,就必须要求网络中的每台计算机在交换数据的过程中要遵守事先约定好的通信规则。这些规则明确地规定了所交换数据的格式和时序,这些为网络数据交换而制定的规则、约定与标准被称为网络协议(protocol)。一个网络协议主要是由以下3个要素组成,即语法、语义与时序。

① 语法规定了用户数据与控制信息的结构与格式;

② 语义规定了用户控制信息的意义以及完成控制的动作与响应;

③ 时序是对事件实现顺序的详细说明。

1.3.2 计算机网络的分类

1. 网络分类方法

计算机网络的分类方法可以是多样的,其中最主要的两种方法是:

① 根据网络所使用的传输技术(transmission technology)分类

② 根据网络的覆盖范围与规模(scale)分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两类:广播通信信道与点一点通信信道。在广播通信信道中,多个结点共享一个通信信道,一个结点广播信息,其他结点必须接收信息。而在点一点通信信道中,一条通信线路只能连接一对结点,如果两个结点之间没有直接连接的线路,那么它们只能通过中间结点转接。显然,网络要通过通信信道完成数据传输任务,因此网络所采用的传输技术也只可能有两类,即广播(broadcast)方式与点一点(point-to-point)方式。这样,相应的计算机网络也可以分为两类:

① 广播式网络(broadcast network)

② 点一点式网络(point-to-point network)

在广播式网络中,所有联网计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时,所有其他的计算机都会“收听”到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址,接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本结点地址相同。如果被接收报文分组的目的地址与本结点地址相同,则接收该分组,否则丢弃该分组。

与广播网络相反,在点一点式网络中,每条物理线路连接一对计算机。假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间结点的接收、存储、转发,直至到达目的结点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的,因此从源结点到目的结点可能存在多条路由。决定分组从通信子网的源结点到达目的结点的路由由路由选择算法决定。采用分组存储转发与路由选择是点一点式网络与广