

计算机知识与应用能力教育丛书

计算机知识与应用能力 等级考试复习指导

段银田 主编



河南科学技术出版社

计算机知识与应用能力教育丛书

计算机知识与应用能力等级考试

复习指导

段银田 主编

河南科学技术出版社

内 容 简 介

本书是学习微机应用基础和六种高级程序设计语言(BASIC、True BASIC、FORTRAN、PASCAL、C 和 FoxBASE)的复习指导书它覆盖了计算机基础知识与应用能力教学的基本内容,并与一二级计算机基础知识与应用能力等级考试大纲所要求的内容相一致。书中配有大量典型示例与习题,以便读者加深理解、熟练掌握课程内容。

本书可作为计算机知识与应用能力培训的教材或参考书。

计算机知识与应用能力教育丛书

计算机知识与应用能力等级考试复习指导

段银田 主编

责任编辑·王茂琛

河南科学技术出版社出版	郑州市农业路 73 号
黄委会	印刷厂印刷
新华书店发行	
787×1092 毫米	16 开本
18.75 印张	459 千字
1996 年 4 月第 1 版	1996 年 4 月第 1 次印刷
印数:1—5180 册	

ISBN 7—5349—1800—6/G·459 定价:17.80 元

序 言

从本世纪 80 年代至 90 年代爆发的一场世界范围内的信息革命,当今正以强劲的势头向深度和广度发展。这一趋势必将在 21 世纪把人类引向信息化社会。而信息化社会必然对人才素质和知识结构提出新的要求。现在这些新的要求在计算机科学与技术迅速发展、计算机应用在各个领域里日渐普及、以及社会对计算机人才的需求与日俱增的形势下,已突出地提到日程上来了。在任何时候,教育改革的动力均来自社会的需求。这些需求反映到高等教育领域,就要求高等学校必须顺应潮流,改革大学生的知识结构,强化计算机基础教育,使得各类高等院校非计算机专业的学生必须具备一定的计算机基础知识,能熟练进行计算机的基本操作并初步具有实际应用的能力。

加强高等院校计算机基础教育不仅是由于计算机本身是信息社会的重要基础之一,是各个学科不可缺少的应用工具,而且应当认识到,计算机及其应用已经迅速地成为各种学科领域、技术领域以及应用领域自身的一个重要组成部分。事实上,10 多年来在我国从理工科院校开始,陆续在财经、农医、政法、文史、管理、体育等类院校的非计算机专业中开设计算机基础课程的实践,已使人们对计算机基础教育的理解从 80 年代初期仅认为是一种文化教育的观点,发展到今天必须承认它不仅是一种文化教育,而且也是各类专业共同的技术基础教育和人才素质教育。这就使人才素质和知识结构上的变化成为必然。这种变化也必然为大学生毕业以后从事以计算机为手段的各种应用课题的研究与开发打下一定的基础。社会大量需要的也正是这种既懂专业又能从事计算机应用开发的复合型人才,也可以说,这是社会各个行业对人才素质和知识结构改革的真正要求。

根据国家教委将在今后几年内把高等学校非计算机专业的计算机基础教育放在十分重要的地位,促使计算机基础教育质量尽快上一个新台阶和省教委对加强普通高校非计算机专业计算机基础教育要求的精神,省高校计算机基础教育研究会认为,教材建设是提高教学质量的基本建设之一。我会决定组织在计算机基础教育方面有丰富教学经验的教师编写一套概念准确、层次清晰、内容新颖、实用性强和通俗易懂的计算机知识与应用能力教育丛书,以适应计算机基础教育形势发展的需要。

这套丛书计划包括:微机应用基础、各种程序设计语言、数据库应用、微机原理与应用、实用软件工程化方法及计算机基础教育复习指导书等,由河南科学技术出版社出版。

本丛书除了可供高等学校非计算机专业学生作为教材使用外,还可作为中等专业学校及各类计算机基础教育培训班的教学用书和自学用书。

河南省高等学校计算机基础教育研究会

1995 年 3 月

前 言

本书是为满足非计算机专业的人员进行系统复习计算机基础知识和掌握计算机基本操作的需要而编写的复习指导书。书中给出了关于等级考试的说明和10章基本内容。这些内容覆盖了对一、二级计算机基础知识与应用能力教学的基本要求和等级考试大纲所规定的内容。参加本书编写的人员是有关高等院校长期从事计算机基础教学、经验丰富的教师。本书具有以下几个突出特点:

1. 提炼出在一、二级计算机基础教育中各门课程的精华,努力做到把最基本、最重要的内容展现给读者。

2. 力图避免空泛的论述,加大有用信息的含量,使读者能够用较短的时间,通过阅读较少的篇幅掌握大纲所规定的主要内容。收到事半功倍的效果。为此,在编写过程中,力求做到语言精练、概念准确、例证贴切并具有较强的可操作性与实用性。

3. 本书既可作为复习指导书,又可作为对非计算机专业的人员进行计算机基础知识与应用能力培训的教材。也就是说,本书虽不是供复习用的习题解答汇编,但却收入了大量的示例与习题;既做到了提炼出多门课程内容的精华,又保持了教科书的特点,符合人们的认识规律。书中每一部分都具有科学性、系统性和易读性的特点,以期使读者在知其然的同时,也能知其所以然。

本书的1~4章包括了计算机基本知识、DOS操作系统、汉字输入和文字处理等内容,是一、二级大纲要求的公共部分;第5章是FoxBASE数据库系统,既适合一级的操作要求,又能满足二级的编程要求;第6~10章依次为BASIC语言、True BASIC语言、FORTRAN语言、PASCAL语言和C语言的程序设计部分。适合期望达到二级要求的人员选择使用。

书中关于等级考试的说明部分由张高潮执笔,段银田担任本书的主编,除负责全书的统稿与定稿工作外,还编写了第1、2章。第3、4章由李学相执笔,第5章由姚世军执笔,第6、7章由王贺明执笔,第8章由黄道颖执笔,第9章由孙玉强执笔,第10章由赵东明执笔,何文趋参加了部分内容的审定工作。

限于作者的水平,书中难免有不妥之处,还望读者给予指教。

编 者

1995年8月于郑州

目 录

河南省普通高等学校非计算机专业学生计算机知识和应用能力等级考试说明	1
第一章 电子计算机的基本知识	3
1.1 电子计算机的由来、发展和应用	3
1.2 电子计算机的概念、组成和工作原理	5
1.3 计数制及数制转换	6
1.4 信息编码概述	10
1.5 计算机中数的定点与浮点表示	12
1.6 计算机中数的编码方法	13
第二章 操作系统	19
2.1 操作系统的基本概念与知识	19
2.2 微型机操作系统简介与 DOS 启动	21
2.3 DOS 下的磁盘文件	23
2.4 DOS 下的键操作	26
2.5 DOS 基本命令	27
2.6 DOS 批处理文件	38
习题一、二	42
第三章 汉字信息处理	46
3.1 汉字信息编码	46
3.2 Super—CCDOS 汉字操作系统	48
3.3 汉字输入法简介	51
3.4 汉字操作系统 UC DOS 简介	56
习题三	57
第四章 文字处理系统 WPS	59
4.1 WPS 的系统简介	59
4.2 WPS 的编辑操作	60
4.3 文本编辑格式化及制表	65
4.4 打印输出	66
4.5 上机操作示例	67
习题四	68
第五章 数据库及其应用	71
5.1 数据库的基本概念	71
5.2 FoxBASE 的基础知识	72
5.3 数据库操作命令	77
5.4 FoxBASE 程序设计	96
习题五	112
第六章 BASIC 语言及程序设计	115

6.1 BASIC 的基本知识	115
6.2 数据输入	117
6.3 数据的输出	118
6.4 选择结构	118
6.5 循环结构	118
6.6 自定义函数和子程序	119
6.7 数组	120
6.8 字符处理	121
6.9 图形	121
6.10 文件	124
6.11 程序示例	127
习题六	132
第七章 True BASIC 语言及程序设计	140
7.1 True BASIC 的基本知识	140
7.2 数据输入	142
7.3 数据的输出	143
7.4 选择结构	144
7.5 循环结构	146
7.6 自定义函数和子程序	148
7.7 数组与矩阵	149
7.8 字符处理	150
7.9 图形	151
7.10 文件	152
7.11 程序示例	155
习题七	161
第八章 FORTRAN 程序设计	171
8.1.FORTRAN 语言基础知识	171
8.2 顺序程序设计	173
8.3 分支程序设计	176
8.4 循环结构程序设计	179
8.5 数组	182
8.6 字符处理	187
8.7 函数及子程序	190
8.8 文件系统	196
8.9 数据共用存储单元和数据块子程序	199
习题八	202
第九章 PASCAL 语言	210
9.1 PASCAL 语言的基本概念	210
9.2 PASCAL 基本语句	218

9.3 结构类型与指针类型	221
9.4 函数与过程	225
9.5 文件	228
习题九	230
第十章 C 语言	232
10.1 基本知识	232
10.2 运算符及表达式	236
10.3 语句及流程控制	241
10.4 构造类型	247
10.5 函数	250
10.6 变量的存储类型	253
10.7 C 语言的预处理	259
10.8 指针	261
10.9 文件	268
习题十	271
参考文献	273
附录 1995 年河南省高等学校非计算机专业学生计算机知识与应用能力等级考试试题卷	274

河南省普通高等学校非计算机专业学生 计算机知识和应用能力等级考试说明

为了加强普通高等学校计算机基础教育,提高教学质量和非计算机专业学生运用计算机的能力,以适应社会主义经济发展的需要,河南省教委决定自 1994 年起在普通高校试行非计算机专业学生计算机知识和应用能力等级考试(以下简称等级考试)。

一、考试等级及目标

根据不同的要求,“等级考试”分为基础级和提高级,其中,基础级分为一级和二级,提高级分为三级和四级。在“等级考试”试行阶段,仅开考基础一级和二级的考试,预计在 1996 年开考提高级的考试。

一级,要求具有计算机的基本知识和使用微机的初步能力。

二级,要求具有计算机的基本知识和使用一种高级语言编制程序和上机调试的能力。

三级(偏硬),要求具有计算机的基础知识、熟练编制与调试程序和对典型微机应用系统的分析能力。

三级(偏软),要求具有计算机的基础知识和较为熟练的程序编制、应用软件设计、开发的初步能力。

“等级考试”每年 10 月举行一次,考试内容分为计算机知识和应用能力两部分。计算机知识考试为笔试,考试时间 120 分钟;应用能力考试为上机测试,考试时间为每个学生 30~60 分钟。

二、考试的组织

“等级考试”由河南省教委负责组织实施,设总主考一人,副总主考二人。各参加考试学校的考务工作由教务处负责,设主考一人,副主考一人。参加考试的学校必须具备一定的上机条件,并在考试前 7 个月向省教委提出申请,经审核批准后,方可组织考试。

三、命题、考试与评卷

1. 命题 由省教委聘请专家按照考试大纲的要求组织命题。题型分为填空、选择、判断、改错、完善程序、编写程序和程序调试等。

2. 评卷 由省教委组织专家采用密封、流水作业的方式进行评卷。笔试客观题采用机读判卷;笔试主观题采用人工判卷;机试试卷采用自动和人工联合判卷。

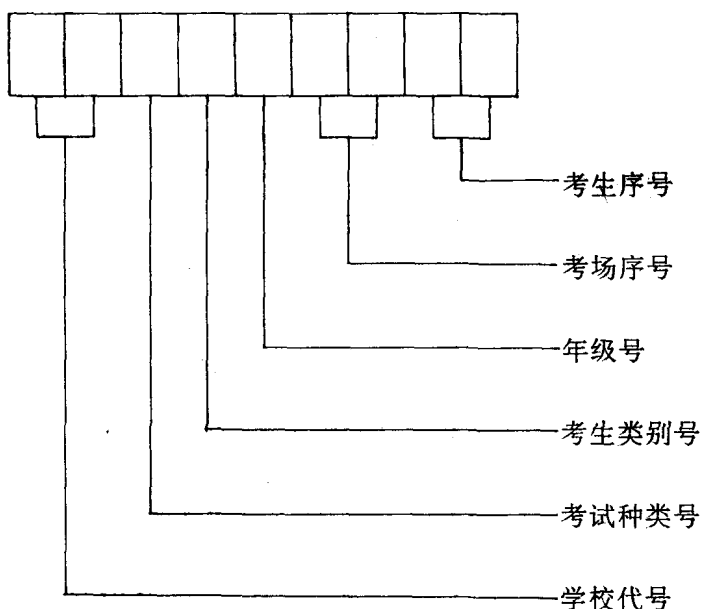
3. 考试 考生须按照要求,严格遵守考试纪律,携带准考证和身份证(或学生证)进入考场应试。在考试中如有作弊行为,取消其考试资格,两年内不得参加此项考试。对于笔试缺考的考生,不得参加上机测试。每个考场应配备 2 名(或 2 名以上)监考人员,监考人员要严格考试纪律,认真履行监考职责。

4. 试卷发放和管理 各考试单位应在考试前两天派专人到指定地点领取试卷,并在当天送回学校妥善保管,不得以任何理由启封和泄密。考试结束后,所有考试材料(含试卷、答题卡、答题纸、上机测试系统软盘、题库软盘和试卷回收盘等)核对无误,密封,于考试当天送到指定地点。

四、准考证号的说明

准考证号是为区别每一个考生而设置的,且对每一个考生来说,它是唯一的。准考证号

由学校代号、考试种类号、考生种类号、年级号、考场序号、考生序号等组成,用 9 位阿拉伯数字编排。



学校代号:是为参加考试的学校编制的代码,由两位数组成,按学校申请参加考试的先后顺序编排。

考试种类号:是为考试等级(或种类)编制的代码。基础一级为 1;基础二级 BASIC 语言为 2;基础二级 True BASIC 语言为 3;基础二级 FORTRAN 77 语言为 4;基础二级 PASCAL 语言为 5;基础二级 C 语言为 6;基础二级 FoxBASE(或 DBASE III)语言为 7;三级(偏软)为 8;三级(偏硬)为 9。

考生类别号:是为区别考生种类设置的代码。全日制本科生为 1;全日制专科生为 2;研究生为 3;其他考生为 4。

年级号:是为区别考生所在年级设置的代码,是考生所在年级的尾数。例:91 级考生,年级号为 1。

考场序号:是学校编制的考场顺序号。

考生序号:是考生在考场中的座位号。标准考场从 01~30 编排;非标准考场按实际人数编排。

五、成绩和证书

笔试成绩采用百分制记分,满分为 100 分,60 分以上为合格,85 分以上(含 85 分)为优秀。上机测试成绩分为不合格、合格和优秀。

凡笔试和上机测试成绩均达到合格或优秀者,由省教委发给合格或优秀证书。笔试和上机测试成绩均通过,但成绩不相同者,按低的成绩记载。

第一章 电子计算机的基本知识

在本章中,将简要地介绍计算机的发展历史,以及围绕着计算机文化介绍一些最基本的知识。这些内容是计算机基础教育的重要组成部分。

1.1 电子计算机的由来、发展和应用

1.1.1 电子计算机的由来和发展

1. 第一台电子数字计算机

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic numerical integrator and calculator)于 1946 年 2 月诞生于美国宾夕法尼亚大学。它是由 J. W. Mauchly 和 J. P. Eckert 设计的。该机的基本逻辑元件是电子管。共用了 18000 多支电子管,3000 多个继电器,字长 12 位,每秒可进行 5000 次加法运算。它的诞生是 20 世纪科学技术的重大成就之一。但它只有 20 个累加寄存器,尚不能存储大量的程序和数据。虽然产生了程序设计的概念,但是还不能实现存储程序。

就在第一台电子计算机诞生的同一时期,由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Von. Neumann)领导的研究小组提出了关于电子数字计算机原理与组成的一些基本设想。这些设想是:采用二进制进行计算;配备可以存储程序和数据的存储器;由程序控制来实现自动运行等。要实现上述要求,一台计算机必须由运算器、控制器、存储器、输入和输出这五大功能部件组成。

按照上述构想研制的第一台能实现存储程序和程序控制的计算机是由英国剑桥大学教授威尔克斯(Wilkes)等人于 1946 年设计、1949 投入运行的 EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator),称为“电子延迟存储自动计算机”。

从第一台电子计算机问世至今半个世纪以来,虽然在组成电子计算机的元器件方面,计算机的功能和性能方面都得到了长足的发展,但是其基本组成仍是五大功能部件,基本原理的核心仍是冯·诺依曼等人提出的“存储程序和程序控制”。

2. 电子计算机的发展历程

沿着历史发展的顺序和技术进步的阶段,电子计算机已经历了四个发展时期。通常按年代划分如下:

第一代(1946 年~1957 年)计算机也称为电子管计算机,这是因为计算机的主要逻辑元件采用的是电子管。这个时期的计算机在程序设计方面主要采用的是由二进制数码组成的机器语言。在后期开始使用具有一定助记能力的汇编语言,这时的计算机主要用于科学计算。第一代计算机从体系结构上和工作原理上为后几代计算机的发展奠定了基础。

第二代(1957 年~1962 年)计算机也称为晶体管计算机,这是由于它采用了晶体管作为主要的逻辑元件。这一代计算机采用了磁芯存储器,并有磁盘作为外存储器,运算速度提高到每秒几十万次,与第一代相比具有体积小、耗电省的特点。在程序设计方面出现了高级程

序设计语言 FORTRAN、ALGOL 等。除用于科学计算外,还开始用于各种事务管理和过程控制。出现了程序管理系统(初级的操作系统)。

第三代(1962 年~1971 年)计算机,主要采用中、小规模集成电路为主要元器件。由于电子元件与线路集成度的提高,使得计算机不仅体积更小,耗电更少,而且可靠性也大大提高。在软件设计方面,除了普遍地采用高级程序设计语言之外,最重要的是操作系统得到了较大发展,产生了分时、实时等多种类型的操作系统。同时由于通信技术的发展以及与计算机技术的结合,产生了计算机网络系统。

第四代(1971 年至今)计算机,主要采用大规模和超大规模集成电路为主要元器件。计算机的综合性能比上一代提高 1~2 个数量级。一方面出现了每秒计算速度超过 10 亿次的巨型计算机,另一方面又出现了使用灵活方便的微型计算机。在软件方面,由于 60 年代末软件危机的影响,推动了软件工程化方法的研究,并取得了实质性的进展,产生了以结构化程序设计方法为代表的软件工程方法。在网络操作系统,数据库管理系统(DBMS)不断发展的同时,一大批为改善计算机应用环境而研制的支撑软件和工具软件也投入了使用。

这一时期是计算机技术获得迅速发展的时期,随着超大规模集成电路的集成度越来越高,随着系统软件与工具软件水平的提高和人类在人工智能领域取得的若干成就,从 80 年代开始,人们尝试研制具有全新体系结构(非诺依曼结构)的智能计算机,这将是未来的第五代计算机。

1. 1.2 电子计算机的应用领域

现在的情况和几年前是大不一样了。计算机的应用已几乎渗透到人类活动的所有领域,要想严格划分应用的领域是困难的。以下只简单地介绍几个大的方面。

1. 科学计算

科学计算也称为数值计算。前已说过,第一代电子计算机主要从事的工作就是科学计算,计算机这个名字源本就是从这个意义上产生的。科学计算所涉及的面也十分广阔。从大的方面来说,电子计算机除了辅助理论研究方面的计算和解决一些各学科中计算量巨大的难题之外,当前更应该强调在工程设计和产品设计方面开展辅助计算,以期达到加快设计速度,选择最佳方案,节约投资,缩短工期等目的。

例如:在解一个由 20 个方程组成的线性方程组的时候,若用电动式计算机来计算,需要 20 个人相互协助用两周时间,若用普通的微型计算机也就是十几秒钟即可得出正确答案。再如:据有关资料介绍,波音飞机的设计和性能相当的三叉戟飞机的设计相比晚了两年,但由于采用了计算机辅助计算,结果差不多同时投入生产,辅助计算也是辅助设计(CAD)的重要组成部分。

进行数值计算一般要经过三个重要阶段:即构造数学模型,选择计算方法和编制计算程序。

2. 过程控制

过程控制指的是利用电子计算机及相应的设备对生产过程或其他运动过程进行的控制。过程控制通常由相互联系三个环节组成。这就是,首先要对实际过程实现监督和检测,采集所需要的信息;再把采集到的信息交由计算机进行加工处理产生结果信息;最后按照一定的形式把有关的结果信息直接反馈到实际过程中去,以保证过程的运行始终处于较好的状态。以上过程完全是在自动方式下进行的。也可以把所得到的信息提供给有关人员进行

分析研究,必要时再采取其他的形式控制过程的运行。

可见,通常一个控制系统应当由:一个信息采集子系统,一个数据处理子系统和一个执行子系统所组成。

3. 事务管理

利用电子计算机进行事务管理的内容十分丰富,可以说是涉及面最广的一个应用领域。例如:财务、人事、行政、生产、经营、规划制定、预测决策、情报检索、办公自动化乃至人们的生活等均属于事务管理的范围。事务管理的特点是信息量大,对信息需求的类型多,需要建立有效的信息收集网络,装备大容量的信息存储设备和具有高速处理能力的计算机。

据统计,在计算机得到广泛应用的国家中,有80%的计算机是用于事务管理的,可见其应用的广泛性。

4. 人工智能模拟

人是有智能的,然而人的智能又是十分复杂和深奥的。迄今为止,尚未有一个关于人工智能的统一定义。早在1950年,英国数学家图灵(Turing)就提出了著名的图灵实验,给出了关于人工智能的实验测试标准。这个实验是说,在一个房子里放两台相同的终端设备,一台与计算机相连,另一台由人以某种方式进行遥控,如果有某一个人使用这两台终端之后,不能区分出来哪一个连在计算机上,哪一个是由人工操纵的,那么就说这台计算机是有智能的。图灵实验认为智能本身是不明确的,但是智能的行为是可以被认识的。这个实验和上述观点得到了普遍的支持,由此导致了1986年由明斯基(Minsky)提出的一个争议最少的人工智能定义:“人工智能是使机器去做某些如果由人来做是需要智能的事情的科学。”

在人工智能领域,被称为领域专家系统的成果近年来不断涌现,这标志着人工智能走向实际应用的开始。有些专家系统的综合水平已超过了一般专家的水平。随着生物生理学对人类智能研究的进展和计算机技术的新突破,相信在人工智能的各个领域将有更多的成果投入使用,用以替代人类所不能从事或不便于从事的各种需要智能的工作。

1.2 电子计算机的概念、组成和工作原理

1.2.1 电子计算机的概念

1. 电子计算机的分类

按照信息在输入、处理和输出过程中的不同表示形式,人们把计算机划分为电子数字计算机、电子模拟计算机和数字与模拟混合型计算机三种类型。当今用的最为普遍的是电子数字计算机。它所处理的是完全数字化了的信息。这种分类方法主要是从计算机的性质上来分的,当然,也可以有其他的分类方法,例如从规模上、从型号上、从结构上以及从年代(前已讲过)上来分类。通常一提到计算机的类型,均指的是从性质上划分的类型。

2. 电子计算机的概念

计算机是一种能完成或参与完成对信息的收集、储存、加工和传输的高度自动化的电子设备。由于这种设备它能部分代替和延伸人类大脑的功能,所以也称为“电脑”。

能高速准确地处理信息,大量、可靠地存储信息是当代电子计算机的两大特色。

1.2.2 计算机系统的组成和工作原理

1. 计算机系统的组成

一个计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。只有硬件的所谓计算机只能称为是裸机,不能称为是计算机,更不能称为是计算机系统。

硬件系统由主机和外部设备组成。

主机:主机包括中央处理机(CPU)、主存储器(内存储器)、输入/输出接口。

外部设备:外部设备主要包括用作与外界交换信息的输入/输出设备和用于存储大量信息的外存储器。它们主要是磁盘机和磁带机。

软件系统由系统软件和应用软件两大部分组成。系统软件主要有操作系统、各种语言编译系统、数据库管理系统以及供维护计算机本身用的各种实用程序,如诊断、查错程序等。应用软件主要是通用的和专用的软件包和用户为了各自不同的目的而研制的各种应用程序系统。

2. 电子计算机的工作原理

从第一台电子计算机问世迄今已有半个世纪。尽管随着科学与技术的发展进步,计算机的功能与性能也得到了迅速的提高,其应用领域业已扩大到人类活动的各个方面,然而从其基本结构与原理上来说,核心思想仍然是冯·诺依曼等人提出的“存储程序和程序控制”。因此,可以把电子计算机的工作原理概括为:首先采用一定形式的数字编码,进而把由编码表述的一条条计算机可以接受的指令序列(程序)像数据一样输入到计算机的存储器中(存储程序),然后由计算机的控制部件按照一定的逻辑顺序一条条取出来分析执行。这些指令序列的执行就是所谓的程序控制。

1.3 计数制及数制转换

人习惯于十进制,而计算机适合二进制和其他进位制,这就产生了一个数在不同数制之间的转换问题。本节就介绍数制间的转换方法。

所谓数制,指的就是进位计数制,只要以一个大于或等于2的数为基数,就能建立一种进位记数制,各种数制下的算术运算都是类似的,只不过繁简不同罢了。

1.3.1 二进制数的算术运算

由于二进制数只有两个数码1和0,所以二进制比起十进制来说就简单了许多。以下介绍二进制的加、减、乘、除运算。

1. 加法运算

(1) 加法运算的基本规则

$$0+0=0 \quad 0+1=1$$

$$1+0=1 \quad 1+1=10(\text{逢二进一})$$

(2) 示例

把二进制 101001_2 和 110100_2 按规则相加。

解:和十进制加法运算类似,我们可以采用竖式加法实现:

$$\begin{array}{r} 101001 \\ +) 110100 \\ \hline 1011101 \end{array}$$

所得结果为 1011101_2 。注意,在相加过程中产生了进位。

2. 减法运算

(1) 减法运算的基本规则

$$0-0=0 \quad 1-0=1$$

$$1-1=0 \quad 0-1=1(\text{产生借位,借1顶2})$$

(2) 示例

按减法运算规则从数 1101001_2 中减去数 101100_2 。

解:也用竖式减法

$$\begin{array}{r} 1101001 \\ -) \quad 101100 \\ \hline 111101 \end{array}$$

所得结果为 111101_2 。注意,在相减过程中多次发生了本位不够减向高位借位的现象。如果高位也为0,应理解为“预支”了一个1,在以后的运算中应注意补上这个数,再施行下一步相减。

3. 乘法运算

(1) 乘法运算的基本规则

$$0 \times 0=0 \quad 1 \times 0=0$$

$$0 \times 1=0 \quad 1 \times 1=1$$

(2) 示例

求二进制 11101_2 与 101_2 的乘积。

解:二进制乘法也可以写成竖式计算,用乘数的每一位去乘被乘数,然后相加即得乘积。其具体操作与十进制数的乘法完全一样。

$$\begin{array}{r} 11101 \\ \times) 101 \\ \hline 11101 \\ 00000 \\ 11101 \\ \hline 10010001 \end{array}$$

相乘之后所得乘积为: 10010001_2 。

从示例可以看出,乘是由若干个数的相加得到的。乘数有几位,就有几个数相加。但计算机不像人,人是有智能的,可以实现对几个数同时相加,而计算机只能每次实现两个数相加。也就是说用逐步累加的方法求出乘积。每加上一个数就得到一次部分积,只要把部分积右移一位,再加上另一个数即可,如此往复即可求出乘积。因此,乘法运算实质上是用移位和加法这两种操作相互配合实现的。而且我们看到,每一次加上去的数不是被乘数,就是0,这也是二进制运算的简单之处。

4. 除法运算

(1) 除法运算的基本规则

二进制的除法运算与十进制除法完全类似。也是从被除数的最高位开始,向右逐位查看被除数,只要从左边开始的部分被除数从形式上看大于等于除数,就在这部分被除数最末一位的上方商1,同时用部分被除数减去除数,得本次余数。再把被除数的下一位下移入余数,形成新的部分被除数,若形式上大于等于除数,则商1重复以上过程,否则商0,再下移一个

被除数位,形成新的部分被除数,如此往复,即可以得到有限位所需要的商数。

(2) 示例

求二进制数 1010110_2 除以 110_2 的商。

解:按竖式除法计算如下:

$$\begin{array}{r} .1110.01 \\ 110 \overline{) 1010110} \\ \underline{110} \\ 1001 \\ \underline{110} \\ 111 \\ \underline{110} \\ 1000 \\ \underline{110} \\ 10 \\ \end{array}$$

求解过程发生了除不尽的情况,得到的是一带有无限循环小数形式的商,这时可以按题意或自行截取若干位小数即可。上例若取两位小数,则商为:

$$1110.01_2$$

从示例可以看出,二进制的除法实质上是由部分被除数减除数的一个循环往复的求解过程。

1.3.2 常用数制之间的转换

如上所述,人们采用的计数制实质上都是进位记数制,这种记数制有两个要素,其一是数制的基数,其二是每一位上的权重。以十进制为例,由于基数等于10,所以任何一个十进制数都可以按权重逐位展开。如:

$$369.258 = 3 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 9 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

再如,对于一个二进制数 110.01 其展开式为:

$$110.01_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

对于任何进位制的数均可以按权、按位展开,读者可以就八进制数 763.305_8 写出其展开式。从展开式可见,每一项均是在某一进位制下的一个数码乘以该位的权重。

1. 二进制与十进制互化

(1) 二进制转化为十进制

只要按权按位把所给二进制数展开,计算出来就可以了。

示例 1. 把 111.101_2 化为十进制数。

解:按位按权展开即可。

$$\begin{aligned} 111.101_2 &= 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 4 + 2 + 1 + 0.5 + 0.125 \\ &= 7.625_{10} \end{aligned}$$

(2) 十进制转化为二进制

把一个十进制数化为二进制数时,对于整数用“除2取余法”。即连续用2去除十进制

数及其商,直到不够除商 0 余 1 为止,再把顺序得到的余数倒排序即得相应的二进制数。对于小数采用“乘 2 取整法”。也就是说,连续用 2 去乘二进制小数及每次乘积的小数部分,把每次相乘所得的整数部分(0 或 1)按先后顺序排列出来,前面冠以小数点,即是相应的二进制小数。当然,对小数的转化也有化不尽的情况,这时可以按题目要求或自行选取若干位小数即可。

示例 2. 把十进制数 33.125 和 64 化为相应的二进制数。

解:按转化方法,采用以下竖式计算。

$ \begin{array}{r} 2 \overline{) 33} \\ \underline{2 } 16 \dots 1 \\ 2 \overline{) 8} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 0 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ \hline 0 \dots 1 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 0 \overline{) .125} \\ \times 2 \\ \hline 0 \overline{) .250} \dots 0 \\ \times 2 \\ \hline 0 \overline{) .500} \dots 0 \\ \times 2 \\ \hline 1 \overline{) .000} \dots 1 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 2 \overline{) 64} \\ \underline{2 } 32 \dots 0 \\ 2 \overline{) 16} \dots 0 \\ 2 \overline{) 8} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 0 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 0 \\ \hline 0 \dots 1 \end{array} $
--	---	---

所以结果为:

$$33.125_{10} = 100001.001_2$$

$$64_{10} = 1000000_2$$

2. 二进制与八进制互化

八进制是计算机系统中最常用的进位制位之一,由于相邻三个二进制位是用来表示一个八进制数码值的充分必要条件,所以这两种进位制的数互化时方法十分简单。

(1) 二进制转化为八进制

对于二进制整数,只要从最低位开始向左每三位分一段(不足时以空位补齐),然后写出每三位二进制所对应的八进制数码,即得相应的八进制整数。对于二进制小数,则从小数点之后的第一位开始,向右每三位分为一段(不足时以空位补齐),然后写出每段三位二进制所对应的八进制数码,即得相应的八进制小数。

示例 3. 化二进制数 1011110.101101_2 为八进制数。

解:按转换法则有

$$10 \ 111 \ 10.1 \ 011 \ 01$$

$$1 \ 3 \ 6.5 \ 5$$

$$\text{所以, } 1011110.101101_2 = 136.55_8$$

(2) 八进制转化为二进制

只要把八进制数的每一个数码用 3 位二进制数写出来就可以了。