

程序员级硬件知识

软件人员水平考试辅导教材

张 然
顾若平
马学强



复旦大学出版社

03

1

软件人员水平考试辅导教材

程序员级硬件知识

张 然 顾若平 马学强 编著

复旦大学出版社

内 容 提 要

本书简要而全面地介绍计算机硬件知识。大部分例题是前几届考试试题的分析,有一定数量的习题及解答,很适合自学。

本书可供工程技术人员、软件工作人员学习,也可作为大、中学生、进修干部的教材,作水平考试辅导教材尤佳。

程序员级硬件知识

张 杰 顾若平 莫学强 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路579号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 4.5 字数 121,000

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数 1—4,800

ISBN7-309-00099-4/T·03

定价: 2.00元

前 言

现代化的社会离不开计算机,计算机与社会的各方面紧密联系,促进了整个社会的发展。为使我国社会主义建设事业能稳步向前发展,社会需要多层次结构的计算机应用人才。计算机应用软件人员水平考试(以下简称水平考试)就是作为一种衡量计算机应用方面设计能力,编程能力以及各种综合性知识水平的标准。

自1985年上海市首次举行水平考试以来,水平考试每年举行一次,1987年起已普及到全国大多数省、市、自治区。水平考试设有“程序员级”和“高级程序员级”两级。从1989年起将增设“系统分析员级”。水平考试得到了国家政府领导部门的高度肯定和热情支持,通过考试者将发给证书。

我们在历年水平考试辅导讲课时,学员们普遍反映需要一套内容齐全,紧扣大纲的水平考试辅导书籍。为此,我们在水平考试辅导讲课的基础上,深入分析了考试大纲,历年考题及考试动向,参考了大量国内外资料,编写了这套七册水平考试教材。即:程序员级硬件知识、程序员级软件知识、高级程序员级硬件知识、高级程序员级软件知识、综合知识、系统分析员级硬件知识、系统分析员级软件知识。在编写中,力求做到突出重点,强调概念,条理清晰,内容广而不杂。每一章都有例题分析,希望读者能细心揣摩,举一反三。每章后还附有大量习题供读者练习巩固。

本套书为参加水平考试者的必备资料。此外,本套书也适合于大、中学生、工程技术人员深入学习计算机科学之用,还可用作报考计算机科学类研究生的复习资料。

本套书在编写过程中,得到了复旦大学计算机科学系有关教师、研究生及复旦大学出版社的鼎力相助,在此一并致谢。

编 者 1987年12月于复旦大学

目 录

前 言	1
第一章 概 述	1
1.1 计算机发展概况	1
1.2 计算机的种类	2
1.3 计算机系统	3
1.3.1 硬件和软件	3
1.3.2 计算机信息表示	3
1.3.3 操作系统	3
习题	4
第二章 数制及其转换	6
2.1 进位计数制	6
2.2 进位计数制之间的转换	8
2.2.1 直接相乘法	8
2.2.2 余数法	8
2.2.3 取整法	9
2.2.4 递归法	9
2.2.5 查表法	10
2.3 二进制编码的十进制	11
习题	14
第三章 数的机内表示形式	17
3.1 数的表示	17
3.1.1 原码	17
3.1.2 补码	18
3.1.3 反码	19

3.1.4 增码	20
3.2 数的定点和浮点表示	22
3.2.1 定点表示法	22
3.2.2 浮点表示法	23
习题	28
第四章 算术运算和逻辑运算	33
4.1 算术运算和逻辑运算	33
4.1.1 算术运算	33
4.1.2 逻辑运算	34
4.1.3 真值表	39
4.1.4 逻辑代数的基本性质和基本定律	39
4.1.5 “与-或”表达范式	42
4.2 运算器及其原理	45
4.2.1 半加器和全加器	45
4.2.2 四位多功能算术逻辑运算部件	48
习题	50
第五章 代码的常用校验方法	56
5.1 奇-偶校验	56
5.1.1 编码方式	56
5.1.2 检错和纠错功能	56
5.2 多重校验码	57
5.2.1 编码方式	57
5.2.2 检错和纠错功能	57
5.3 等比码	58
5.3.1 编码方式	58
5.3.2 检错和纠错功能	58
5.3.3 等比码的种类	58
5.4 其他编码简介	59
习题	61
第六章 字符的常用编码方式	65

6.1	ASCII码和国际5号码	65
6.2	EBCDIC码	70
6.3	汉字编码	70
	习题	71
第七章 计算机的主要部件及其相互关系		73
7.1	基本概念	73
7.2	主要部件组成及其功能	75
7.3	计算机的基本结构	77
	习题	78
第八章 指令和指令系统		80
8.1	指令格式和类型	80
8.1.1	指令格式	80
8.1.2	指令类型	81
8.2	指令的基本操作过程	83
8.3	指令系统及其完备性	83
	习题	86
第九章 存储器		91
9.1	概述	91
9.1.1	存储器的功能	91
9.1.2	存储器的主要特性	91
9.1.3	存储器的种类	92
9.1.4	存储器体系结构	93
9.2	半导体存储器	94
9.3	磁存储器	95
9.4	纸存储器和光存储器	100
	习题	100
第十章 外围设备及其数据传输		103
10.1	输入/输出设备	104

10.2	中断	106
10.2.1	中断	107
10.2.2	中断源	107
10.2.3	中断优先级	107
10.2.4	中断屏蔽位	107
10.2.5	中断处理过程	108
10.3	主机与外设的数据传送	108
	习题	110
第十一章	操作系统的基础知识	115
11.1	什么是操作系统	115
11.2	操作系统的一些基本概念	116
11.3	操作系统的种类	117
11.4	操作系统的结构和组成	119
11.5	操作系统的命令语言	121
	习题	121
	部分习题答案及提示	122

第一章 概 述

1.1 计算机发展概况

电子计算机的发展阶段，按其所使用的元器件划分，可分为四代：

第一代计算机(四十年代中期—五十年代末期)是电子管计算机。所使用的元件主要是电子管，主存贮器用汞延迟线、静电存贮管或磁鼓、磁心，外存贮器使用磁鼓或磁带。在程序系统方面使用机器语言以及后来出现的符号汇编语言等。ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)计算机，是历史上第一台电子计算机，由美国宾夕法尼亚大学的 J.W. Mauchly 和 J.P. Eckert 制成，它诞生于1946年。这台计算机使用了18,800只电子管。加法速度是每秒5,000次，乘法速度是每秒56次。

第二代计算机(五十年代末期—六十年代末期)是晶体管计算机。所用的元件是晶体管，主存贮器用磁心，外存贮器用磁鼓、磁带或磁盘。在程序系统方面，使用高级语言，宏汇编程序、管理程序和监督程序等。1957年，美国制成了第一台晶体管计算机 (TRANSAC S-1000机)。

第三代计算机(六十年代中期开始)是集成电路计算机。所用的元件为小规模(或中规模)集成电路。主存贮器用磁心或磁膜，外存贮器的类型和第二代计算机相同。在程序系统方面，采用软件系统化，使用了操作系统、多种高级语言、多道程序设计等。1964年，IBM 360系列问世了。

第四代计算机(七十年代初期开始)是大规模集成电路计算机。所使用的是大规模(或超大规模)集成电路，主存贮器使用集成电路存贮

器,出现了微处理机。在外存贮器方面,除了磁盘和磁带以外,还力求使用电荷耦合器件或激光存贮器等。1971年IBM 370系列机首先使用了大规模集成电路做主存贮器。1975年研制成功了使用大规模集成电路做主存贮器和逻辑元件的大型计算机,例如470V/6型M-190机等。

此外,有关第五代计算机的发展,被认为是使用超大规模集成电路的、具有智能的计算机。

当前计算机的发展趋势是微型化、巨型化、网络化和智能模拟。

1.2 计算机的种类

计算机有模拟计算机和数字计算机两种。

模拟计算机(analog computer):它是对模拟变量进行操作的计算机。解题速度快,但精度差。

大致上模拟计算机可分为三类:

1. 模拟数字的;
2. 模拟物理现象的;
3. 作为自然界的比例模型。

数字计算机(digital computer):它是通过对表示成不连续形式的数据进行算术和逻辑运算来解题的计算机。精度高,运算速度快,并且在运算过程中全部自动化,具有“记忆”能力和逻辑判断能力,通用性强。

我们通常所说的电子计算机,实际上是指电子数字计算机。

电子计算机的种类很多。

根据设计的目的来划分,有通用计算机和专用计算机。

根据用途来划分,有进行科学技术计算的计算机、数据处理和工业控制机。

根据规模和功能来划分,有巨型机、大型机、中型机、小型机、超小型机和微型机。

1.3 计算机系统

1.3.1 硬件和软件

计算机系统由硬件(hardware)和软件(software)两部分组成。

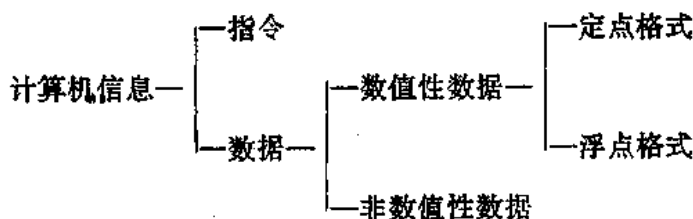
计算机系统硬件包括:中央处理机(CPU)、内存贮器、输入输出设备(包括终端设备和通信设备)、外存贮器(磁鼓、磁盘和磁带等)。

计算机系统软件包括:操作系统、编译程序和解释程序、语言和语言处理程序(如 BASIC、FORTRAN、C、PASCAL、LISP、汇编等语言)、应用程序等。前三类又叫作系统软件,它是指一套程序的总体,其作用主要是能有效地使系统硬件的各部分提高工作效率,且方便用户使用。

此外,随着计算机技术的发展,出现了一种具有软件功能的硬件——固件(firmware),它把计算机的某些软件功能用硬件来实现,从而可提高计算机的运行速度,发挥计算机软件的灵活性,使计算机的效能得到改进。常见的固件是微程序控制存贮器(ROM)。

1.3.2 计算机信息表示

信息(information)是计算机内部的有意义成分,即指数据或指令,它是以一定的编码形式在机内表示的,其意义各不相同。大致情况可分为:



其中指令起控制作用;数据可分为数值性数据和非数值性数据,对非数值性数据进行编码,用以机器识别不同的字符和机器控制;而具体的数值属于数码,在机器中可进行数的运算。数值性数据和非数值性数据

在表示形式上是相同的，因此只能从作用上加以区分。

1.3.3 操作系统

操作系统(operating system)是为提高计算机的使用效率和响应时间，方便用户使用计算机而配备的一种软件。可以把操作系统看成是用户与计算机的接口，用户通过它而使用计算机。操作系统包括管理程序、系统程序和系统执行程序。执行程序把各种系统软件组合起来，形成操作系统。

习 题

习题 1-1 计算机的发展经历了哪几个阶段？各以什么元器件为其主要特征？

习题 1-2 什么叫计算机系统？它包括哪几个部分？

习题 1-3 试述计算机信息所表示的不同意义。

习题 1-4 计算机有哪两大类？其主要特点各是什么？

习题 1-5 模拟计算机可模拟哪些量？

习题 1-6 在 1946 年，研制成功的第一台电子数字计算机为：

- | | |
|-----------|-------------|
| (1) MARK1 | (2) ENIAC |
| (3) EDVAC | (4) UNIVAC1 |

习题 1-7 按所采用的主要元器件，可把计算机发展分为四代，就是

- (1) 电子管、晶体管、一般集成电路、超大规模集成电路
- (2) 机械、电子管、晶体管、集成电路
- (3) 电子管、晶体管、磁心、集成电路
- (4) 电子管、磁心、晶体管、集成电路

习题 1-8 冯·诺依曼为现代计算机的结构奠定了基础。他的主要贡献是提出了___的思想。

- | | |
|----------|------------|
| (1) 程序存贮 | (2) 虚拟存贮 |
| (3) 数据存贮 | (4) 采用电子元件 |

习题 1-9 硬件和软件在___是等效的。

- | | |
|--------------|------------|
| (1) 执行速度方面 | (2) 逻辑功能方面 |
| (3) 运行的可靠性方面 | (4) 系统开销方面 |

习题 1-10 选择下列适当的答案填空。

在下列所提供的四种机器中，___是巨型机，___是大型通用机，___是小型

机,___是微型机。

(1) Z-80

(2) IBM 360

(3) CRAY-1

(4) PDP-11

习题 1-11 从供选择的答案中选出适当的字句,填入下面关于数值数据的叙述中的[]内。

计算机所处理的数有二进制数、[A]、[B]和[C],它们又可划分成[D]和[E]两类。前一类最常用,没有指数部分。后一类有指数部分,可以用来表示范围很广的数值,适合于[F]。

[A]适合于[G],常常用4个二进制表示。这种用4个二进制表示一位数字的方式又可以分为在一个字节(8个二进制)中存放两个数字的[H]和只存放一个数字的[I]两类。与前者相对,后者的存储器利用率不高,优点是容易变换成字符。

[B]、[C]本质上是[J],它们分别把每3个二进制或每4个二进制划分成小段,写成便于阅读的形式。

供选择的答案

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① 事务数据处理 | ② 科学技术计算 | ③ 组装格式 |
| ④ 区域格式 | ⑤ 定点数 | ⑥ 浮点数 |
| ⑦ 二进制数 | ⑧ 八进制数 | ⑨ 十进制数 |
| ⑩ 十六进制数 | | |

第二章 数制及其转换

2.1 进位计数制

进位计数制,可概括为:

1. 有一个固定的基数 r , 数的每一位只能取 r 个不同的数字(即符号集是 $\{0, 1, \dots, r-1\}$)

2. 逢“ r ”进位。它的第 i 个数位对应于一个固定的值 r^i , r^i 称为该位的“权”。小数点左面各位的权是基数 r 的正次幂(依次为 $0, 1, 2, \dots, m$ 次幂), 小数点右面各位的权是基数 r 的负次幂(依次为 $-1, -2, \dots, -n$ 次幂)

以下我们用 $(\quad)_r$ 表示括号内的数是 r 进制数。将 r 进制数 $(a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots a_{-n})_r$ 按权展开, 表达式为:

$$a_n \times r^n + a_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + a_1 \times r^1 + a_0 \times r^0 + a_{-1} \times r^{-1} + a_{-2} \times r^{-2} + \dots + a_{-n} \times r^{-n}$$

十进制: 基数: $r=10$

符号集: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

权: $\dots, 10^2, 10^1, 10^0, 10^{-1}, 10^{-2}, \dots$

例1:

$$(987.32)_{10}$$

$$= 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$$

八进制: 基数: $r=8$

符号集: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

权: $\dots, 8^2, 8^1, 8^0, 8^{-1}, 8^{-2}, \dots$

例2:

$$(7061.304)_8$$

$$= 7 \times 8^3 + 0 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 1 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} + 0 \times 8^{-2} + 4 \times 8^{-3}$$

十六进制: 基数: $r=16$

符号集: {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F}

权: $\dots, 16^2, 16^1, 16^0, 16^{-1}, 16^{-2}, \dots$

例3:

$(-A0.8F)_{16}$

$$= -(10 \times 16^1 + 0 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2})$$

二进制: 基数: $r=2$

符号集: {0,1}

权: $\dots, 2^2, 2^1, 2^0, 2^{-1}, 2^{-2}, \dots$

例4:

$(1011.101)_2$

$$= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

表1 十进制、二进制、八进制、十六进制数码对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

表 2 二进制与十进制小数对照表

二进制小数	十进制小数
0.1	0.5
0.01	0.25
0.001	0.125
0.0001	0.0625
0.00001	0.03125
0.000001	0.015625
⋮	⋮

2.2 进位计数制之间的转换

不同基的进位计数制之间的转换,一般有以下五种方法。

2.2.1 直接相乘法(适合于整数部分转换)

将表示成 r 进制数的 M 转换成 t 进制数。即基数 r 用基数 t 来表示, M 的各个数字用 t 进制中的数系来表示,然后作乘法和加法,结果便是 t 进制数。

例 1:

$$\begin{aligned}
 & \text{把十进制数 } 725 \text{ 转换为二进制数} \\
 & (725)_{10} \\
 & = 7 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 \\
 & = 111 \times 1010^2 + 10 \times 1010^1 + 101 \times 1010^0 \\
 & = (1011010101)_2
 \end{aligned}$$

2.2.2 余数法(适合于整数部分转换)

将表示成 r 进制数的整数 M 转换成 t 进制数的整数。除 t 取余法。

例 2:

把十进制数 62 转换为二进制数

$$\begin{array}{r}
 \underline{) 62} \cdots \cdots \text{余数} = 0 \quad \uparrow \\
 2 \underline{) 31} \cdots \cdots \text{余数} = 1 \\
 2 \underline{) 15} \cdots \cdots \text{余数} = 1 \\
 2 \underline{) 7} \cdots \cdots \text{余数} = 1 \\
 2 \underline{) 3} \cdots \cdots \text{余数} = 1 \\
 1 \cdots \cdots \text{余数} = 1 \\
 (62)_{10} = (111110)_2
 \end{array}$$

2.2.3 取整法(适合于小数部分转换)

将 r 进制数的小数 M 转换成 t 进制数的小数。乘 t 取整法。

例 3:

把十进制小数 0.375 转换成二进制数

$$\begin{array}{r}
 0.375 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.750 \quad \cdots \cdots \cdots \text{整数} = 0 \\
 0.75 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.50 \quad \cdots \cdots \cdots \text{整数} = 1 \\
 0.50 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.00 \quad \cdots \cdots \cdots \text{整数} = 1 \\
 (0.375)_{10} = (0.011)_2
 \end{array}$$

注意: 将 r 进制小数转换成 t 进制小数时, 有时会是无限循环小数, 这时可根据要求决定取舍。

例 4:

$$(0.1)_{10} = (0.0001100011 \cdots)_2$$

2.2.4 递归法(适合于计算机转换)

把 r 进制数 M 转换成 t 进制数。其方法是将 M 拆成整数和小数两部分, 然后把用递归算法产生的已转换成 t 进制数的整数部分和小数部分拼起来。

例 5: