

● 全国高等教育自学考试系列辅导教材

计算机组成原理 复习与考试指导

计算机及应用专业（专科）

郭 骏 编



高等教育出版社

全国高等教育自学考试系列辅导教材

计算机组成原理复习与考试指导

计算机及应用专业(专科)

郭 骏 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是全国高等教育自学考试计算机及应用专业系列辅导教材之一,是专科计算机组成原理课程的复习与考试指导教材。它依据自学考试指导委员会制定的考试大纲“识记、领会、识别、应用”的四个层次,紧密结合自考考生特点,以典型例题的形式对每一章节的内容进行透彻的分析与解答,每一章后配有大量自测试题,供考生及时检验学习效果;同时本书还提供了四套模拟试卷,全面涵盖本课程的考核知识点,以利考生熟悉考试过程,从而进入良好的考试状态,并顺利通过考试。

本书内容包括:概论、数据编码和数据运算、存储器、指令系统、控制器、系统总线、外围设备、输入/输出系统以及附录等。

本辅导教材除适用于计算机及应用专业的考生外,还适用于计算机信息管理、计算机通信工程和计算机应用及教育等专业相同课程的考生,也可以作为工程技术人员、社会读者的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理复习与考试指导 / 郭骏编. —北京:
高等教育出版社, 2003.3

ISBN 7-04-011556-5

I. 计... II. 郭... III. 计算机体系结构—高等教
育—自学考试—自学参考资料 IV. TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第006486号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街55号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

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 北京外文印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 10.5
字 数 250 000

版 次 2003年3月第1版
印 次 2003年3月第1次印刷
定 价 13.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

高等教育自学考试正式实施已经 20 周年了。20 年来,每年都有数以百万计的人参加考试,目前全国自考在籍考生已达 1 600 多万人,显示了其在高等教育总体格局中的地位。近年来,随着计算机技术及应用水平的不断提高,报考“计算机及应用”专业的考生逐年增加。

为了满足自学考生的需求,高等教育出版社根据全国高等教育自学考试指导委员会 1999 年重新修订的“计算机及应用专业教学大纲”的教学基本要求和相应新教材的出版,组织编写了“全国高等教育自学考试计算机及应用专业系列辅导教材”。在这一系列辅导教材中,包括“计算机及应用”专业专科和独立本科段开考的共 16 门课程的辅导教材。

这套辅导教材是根据教材的编写思想和教学大纲的基本要求,从自考生的学习水平及自考生以自学为主的特点出发,为应试考生提供既包含自考教材中的考核知识点,又包含各知识点相互关系的讲解;既指出课程中的学习重点,又进行课程难点的分析;既提供多种典型例题,又详细地进行分析解答;各章后面附有大量的自测试题,以帮助考生测试各章内容的掌握情况,全书后面包含有多套模拟试卷,综合、全面测试考生对本课程的理解和掌握情况;使考生既学到了知识,又逐渐进入考试的实战状态,达到考试中应答自如、顺利通过考试的目的。本系列辅导教材并不单纯以解答教材中的例题为目的,而是通过作者在自考辅导过程中积累的典型例题,逐层分析、解答,从而使考生全面掌握本课程的知识。由此,也构成了本系列辅导教材例题丰富、实用性强的特点。

在组织编写这套系列辅导教材时,高等教育出版社选择的作者中,有些是自学考试教材的编写者,有些是多年来一直从事自学考试辅导教学工作的出色教师,他们非常了解自学考生的特点,富有自学考试的辅导经验。

本系列辅导教材适用于“计算机及应用”专业专科和独立本科段考生的自学及教师上课辅导,也适用于“计算机信息管理”专业、“计算机通信工程”专业、“计算机应用及教育”专业相同课程的考生,也可以作为工程技术人员、社会读者的学习用书。

全国高等教育自学考试指导委员会
电子电工与信息类专业委员会副主任
陈国良

2001 年 7 月

前 言

计算机组成原理是计算机科学与技术学科中非常重要的一门专业基础课程,它对整个计算机系统的硬件组成及逻辑实现进行了描述,在基础课和专业课之间起着重要的承前启后的作用,它的特点是涉及的知识面广、内容多、难度大、更新快。

为帮助自考生更好地掌握计算机组成原理,本书以全国高等教育自学考试教学指导委员会制定的“计算机组成原理自学考试大纲”为依据,并以本课程的指定教材《计算机组成原理》(胡越明主编,经济科学出版社出版)为背景,结合作者多年的教学经验,针对自学考试的特点,就其中的重点和难点问题进行了讨论;围绕各个知识点,给出了相关的典型例题,并对其进行了较详细的分析与解答;在此基础上,还提供了大量自测试题,并给出参考答案,使考生可以据此检查自己对课程的掌握情况。

为方便考生自学,本书在章节安排上与自考指定教材保持一致。全书共分八章,每一章由重点与难点分析(附自考考核知识点)、典型例题分析与解答、自测试题及参考答案三部分组成。最后,本书还提供了四套模拟试卷及参考答案,以帮助考生在学完本课程后检查自己是否全面掌握本课程,对通过本课程的考试起到很好的帮助作用。

本书在编过程中,力求语言通俗易懂,文字简捷明了,便于自学者阅读。本书除可作为自学辅导书外,也可作为高等学校相关专业的教学参考书。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

作者

2003 年 1 月于合肥工业大学

目 录

第 1 章 概述	(1)	5.1 重点与难点分析	(73)
1.1 重点与难点分析	(1)	5.1.1 基本概念	(73)
1.1.1 计算机硬件的基本构成	(1)	5.1.2 指令的执行过程	(74)
1.1.2 计算机软件概述	(4)	5.1.3 硬连线控制器	(79)
1.1.3 程序设计语言	(5)	5.1.4 微程序控制器	(82)
1.2 典型例题分析与解答	(6)	5.2 典型例题分析与解答	(85)
1.3 自测试题及答案	(6)	5.3 自测试题及答案	(91)
第 2 章 数据编码和数据运算	(9)	第 6 章 系统总线	(97)
1 重点与难点分析	(9)	6.1 重点与难点分析	(97)
2.1.1 数据与数字的表示方法	(9)	6.1.1 总线的基本概念	(97)
2.1.2 定点数加法、减法运算	(16)	6.1.2 总线控制	(101)
2.1.3 定点数乘法、除法运算	(20)	6.1.3 总线接口	(103)
2.1.4 逻辑运算	(24)	6.2 典型例题分析与解答	(105)
2.1.5 定点运算器的组成和结构	(25)	6.3 自测试题及答案	(106)
2.1.6 浮点数运算方法和浮点运算器	(27)	第 7 章 外围设备	(109)
2.2 典型例题分析与解答	(29)	7.1 重点与难点分析	(109)
2.3 自测试题及答案	(36)	7.1.1 输出设备	(109)
第 3 章 存储器	(40)	7.1.2 输入设备	(110)
3.1 重点与难点分析	(40)	7.1.3 磁盘存储设备	(112)
3.1.1 存储器的组成	(40)	7.1.4 光盘存储设备	(117)
3.1.2 存储系统的构成	(44)	7.2 典型例题分析与解答	(118)
3.1.3 高速缓冲存储器(Cache)	(47)	7.3 自测试题及答案	(120)
3.1.4 虚拟存储器	(50)	第 8 章 输入/输出系统	(123)
3.2 典型例题分析与解答	(53)	8.1 重点与难点分析	(123)
3.3 自测试题及答案	(57)	8.1.1 基本输入/输出方式	(123)
第 4 章 指令系统	(62)	8.1.2 程序中断方式	(124)
4.1 重点与难点分析	(62)	8.1.3 DMA 方式	(125)
4.1.1 指令格式和指令编码	(62)	8.1.4 通道方式	(127)
4.1.2 操作数的存储及寻址方式	(63)	8.2 典型例题分析与解答	(128)
4.1.3 指令系统	(66)	8.3 自测试题及答案	(129)
4.2 典型例题分析与解答	(67)	附录 模拟试卷	(134)
4.3 自测试题及答案	(69)	模拟试卷一	(134)
第 5 章 控制器	(73)	模拟试卷二	(137)

模拟试卷三	(140)	模拟试卷三参考答案	(153)
模拟试卷四	(143)	模拟试卷四参考答案	(156)
模拟试卷一参考答案	(146)	参考文献	(159)
模拟试卷二参考答案	(149)		

第 1 章 概 述

1.1 重点与难点分析

1.1.1 计算机硬件的基本构成

本节考核知识点：

- 计算机的五个基本功能部件及相互关系；
- 计算机各功能部件的基本功能；
- 各功能部件的连接方法；
- 基本概念：寄存器、算术逻辑单元、存储器、字、字节、容量、字长、数据、地址、指令流、地址流、CPU、主机、总线、兼容、主存、辅存。

1. 正确理解和区分计算机系统、计算机、主机、CPU 等基本概念

(1) 计算机系统

完整的计算机系统由配套的硬件装置(即通常所指的计算机)和系统软件组成。

(2) 计算机

由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备这五大功能部件组成。这五大部件中,除控制器外,其余都是执行部件。

(3) CPU

即中央处理器(Central Processing Unit),简称 CPU,由运算器和控制器组成。

由于运算器和控制器在逻辑关系和电路结构上联系得十分密切,在大规模的集成电路制作工艺出现后,通常将这两大部件制作在同一块芯片上,合称为 CPU。

(4) 主机

CPU 与存储器及输入输出接口合在一起称为主机。

(5) 外围设备

计算机的各种输入/输出设备,包括常用的输入/输出设备、外存储器及通信设备。

可以用图 1.1 来描述一个计算机系统。

2. 计算机各功能部件的基本功能

(1) 运算器

主要包括算术逻辑单元(ALU)和寄存器,完成各种算术运算和逻辑运算,并将运算的中间结果存于寄存器内。而寄存器由触发器构成,用于存储一些最频繁使用的数据。

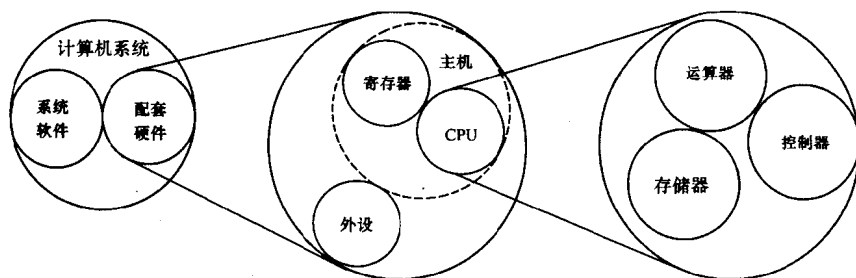


图 1.1 计算机系统

(2) 存储器

存储程序和数据。存储器的每一个基本存储单元(Cell)存储 1 位二进制代码信息。在计算机中,不论是程序还是数据都以二进制代码的形式存放在存储器中。通常将 8 位二进制代码定义为一个字节(1B, 1Byte),而将若干个字节组成一个字(1W, 1Word),因此字长是字节的整数倍(不同的计算机其字长可以不同,某一具体计算机其存储字长、指令字长、数据字长也可以不同)。CPU 对存储器进行写操作(向存储器存储数据)或读操作(从存储器中取数据)是按字节或字进行的。读操作和写操作统称为对存储器的访问。通常用存储器所具有的字节数或字数的多少来表示存储器容量的大小。常用的单位有 KB($1\text{ KB} = 2^{10}\text{ B}$)、MB($1\text{ MB} = 2^{20}\text{ B}$)、GB($1\text{ GB} = 2^{30}\text{ B}$)等。对存储器进行访问时,必须确定访问的位置。因此,将存储器中的每个字节和字都指定一个编号(二进制代码)。分别称为字节地址和字地址。

(3) 控制器

控制整个计算机各部件自动、协调地工作,完成程序和数据的输入、运行以及运算结果的处理。

(4) 输入设备

将外部信息(人们熟悉的信息形式)以一定的数据格式(机器能识别的信息形式)输入系统。

(5) 输出设备

将机器的运算结果转换为人们熟悉的信息形式,提供给外部世界。

在计算机系统的工作过程中 CPU 不断地发出地址信号,从相应的存储器单元中读出一系列的指令,根据指令发出一系列的控制信号,进行相应的数据加工(输入、输出或运算)。上述的地址序列称为地址流,指令序列称为指令流,而控制信号序列则称为控制流。

3. 计算机各功能部件的相互连接

计算机五个功能部件之间有许多种连接方法,主要分两种类型:分散式连接,总线式连接。

(1) 分散式连接

早期的计算机是典型的以运算器为中心的冯·诺依曼计算机,其结构如图 1.2 所示。图中实线为数据线,虚线为控制线和反馈线。

由于 I/O 设备与存储器交换信息必须经过运算器,严重影响了 CPU 的工作效率。因此,将其改进为以存储器为中心的分散式连接结构,如图 1.3 所示。这种结构里,I/O 设备与主存储器交换信息可以不经运算器,加之采用中断、DMA 等技术,使 CPU 的效率提高很多。但随着计

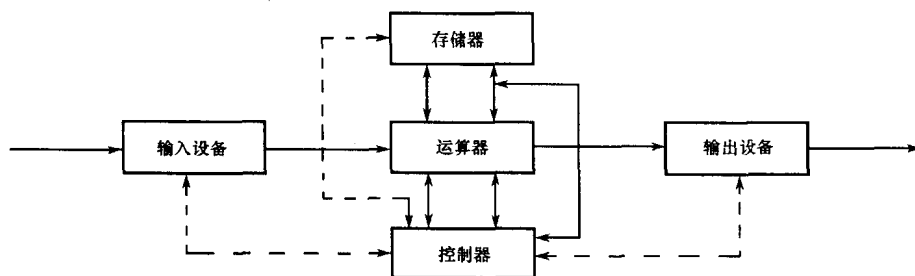


图 1.2 以运算器为中心的分散式连接

计算机应用领域的不断扩大, I/O 设备的种类和数量也不断增加, 采用分散式连接的结构必然会使系统结构十分庞杂, 难以维护, 由此出现了总线式连接。

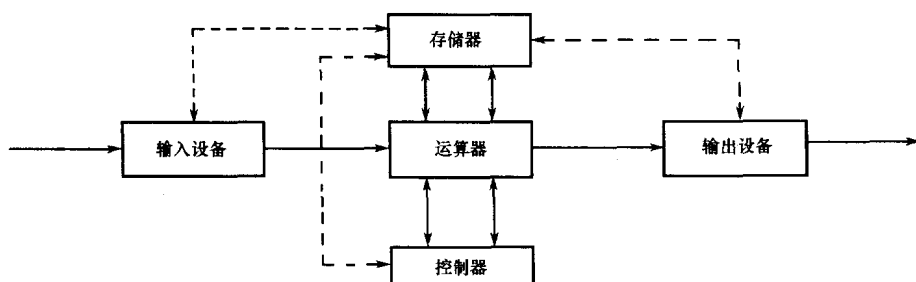


图 1.3 以存储器为中心的分散式连接

(2) 总线式连接

总线是连接多个部件的信息传输线, 使各部件共享传输介质, 从物理角度看, 总线就是一束电导线的集合。

总线式连接有很多种结构, 图 1.4 是一种单总线的结构框图。

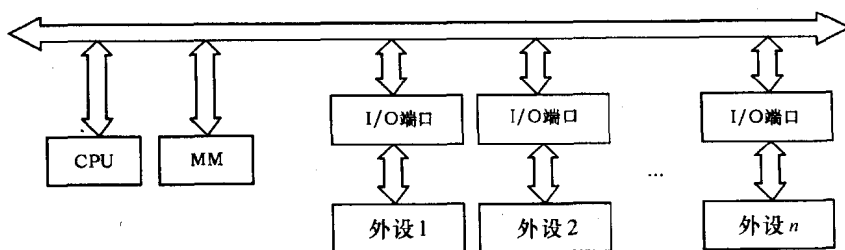


图 1.4 总线式结构的计算机

采用总线式连接的计算机系统可以方便地增加或减少 I/O 设备, 系统结构简洁, 维护方便。现代计算机大多采用总线结构。

1.1.2 计算机软件概述

本节考核知识点:

- 软件的基本概念及其和硬件之间的关系;
- 系统软件、应用软件的概念;
- 计算机系统的层次结构以及虚拟机的概念;
- 软件与硬件的等价性的概念;
- 计算机的兼容性的概念。

1. 软件的基本概念及和硬件之间的关系

计算机系统由硬件和软件共同组成。所谓软件,是人们编制的具有各种特殊功能的信息集合。

2. 系统软件、应用软件的概念

软件通常分为两大类:系统软件和应用软件。

(1) 系统软件

系统软件也称系统程序,主要用于管理整个计算机系统、监视服务、合理调度系统资源、确保系统高效运行,是计算机系统的一部分。

系统软件主要包括:标准程序库、语言处理程序(汇编程序、编译程序)、操作系统(批处理系统、分时系统、实时系统)、服务性程序(诊断程序、调试程序、连接程序等)、数据库管理系统、网络管理程序等。

(2) 应用软件

应用软件也称应用程序,是专门用于完成某个应用领域中具体任务的程序。

应用软件有很多种类,如科学计算程序、数据处理程序、过程控制程序、任务管理程序等。

3. 计算机系统的层次结构和虚拟机的概念

人们平时所使用的计算机,实际上是一个具有多个层次的计算机系统。这个系统的最底层是一个只能执行机器语言的裸机—— M_1 (即实际机器,或者说就是计算机组成原理课程中所称的计算机),它的第二层是可以执行汇编语言程序的虚拟机—— M_2 ……,多层次计算机系统,如图1.5所示。

所谓虚拟机器,是实际机器附加了相应的软件之后用户见到的计算机的形象,这个形象是由软件构成的。不同层次的软件构成了不同层次的虚拟机。高层次的虚拟机包容了低层次的虚拟机。

4. 软件与硬件的等价性概念

计算机系统的很多功能既可以用硬件实现,也可以用软件实现,即在逻辑上硬件和软件是等价的。

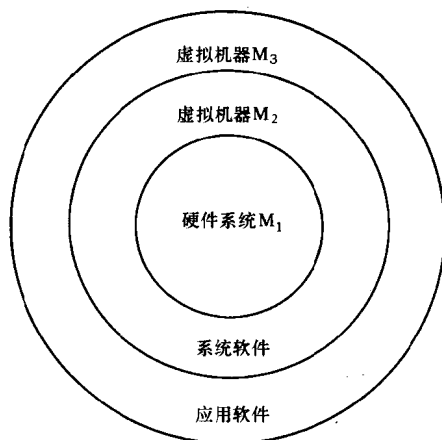


图 1.5 多层次计算机系统

5. 计算机的兼容性概念

所谓兼容性是指通用性,分硬件兼容和软件兼容。当一个计算机系统上的软件在另一个计算机系统上运行正常并且能得到相同的结果时,则这两个计算机系统是软件兼容的。硬件兼容则是指硬件部件的通用性。

1.1.3 程序设计语言

本节考核知识点:

- 机器语言、汇编语言、高级语言和应用语言的概念;
- 编译的概念和解释的概念。

1. 机器语言、汇编语言、高级语言和应用语言的概念

(1) 机器语言

即机器指令,它是机器惟一能直接理解并执行的一种二进制代码语言。

(2) 汇编语言

用助记符表示的机器语言,基本上与机器语言一一对应。

(3) 高级语言

表达方式接近自然语言且具有较强通用性的程序设计语言。

(4) 应用语言

面向某种应用领域的专用程序设计语言。

2. 编译的概念和解释的概念

除机器语言外,其他程序设计语言都不能被计算机硬件直接识别并执行,只有将其翻译成机器语言才能被识别并执行,翻译成机器语言的方式有两种:编译和解释。

(1) 编译

由编译程序将用户编写的高级语言程序(即源程序)变换成相应的二进制语言程序(目标程序),然后只需执行相应的机器语言程序。只要源程序不变,下次执行时就不用再次翻译。在翻译的过程中,还进行了相应的优化处理,以提高程序执行速度。

(2) 解释

用低一个机器级上的一串语句或指令模仿高一个机器级上的一条语句或指令的功能,因此高级语言程序的执行是逐条解释并执行的,同样的程序下次执行时还要再次解释,程序的执行速度相对较慢。

1.2 典型例题分析与解答

例 1.1 完整的计算机系统应包括哪些部分?

解答: 完整的计算机系统由配套的硬件设备和系统软件组成。

例 1.2 为什么在执行高级语言程序时要进行编译或翻译?

解答: 因为除机器语言外,其他程序设计语言都不能被计算机硬件直接识别并执行,只有通过编译或解释的方法将高级语言程序变换成等效的机器语言程序才能被识别并执行。

例 1.3 由于硬件和软件在逻辑上是等价的,那么是否可能有一台多层次的计算机,其最底层不是硬件而是软件呢?

解答: 不可能,因为硬件和软件只是在逻辑上是等价的,在物理上并不等价,软件功能的发挥,必须依托硬件的支撑。如果计算机只有软件没有硬件,就成为无本之木,无法生存。

例 1.4 冯·诺依曼计算机的特点是什么?

解答: (1) 计算机由运算器、存储器、控制器、输入/输出设备这五大部件组成。

(2) 指令和数据以同等地位存放在存储器内,并可按地址访问。

(3) 指令和数据均用二进制代码表示。

(4) 指令由操作码和地址码组成,操作码用来表示操作的性质,而地址码则表示操作数在存储器中的位置。

(5) 指令在存储器中按顺序存放,通常情况下按顺序执行指令,特定条件下,可根据运算结果或设定的条件改变执行顺序。

(6) 机器以运算器为中心,输入/输出设备与存储器交换数据通过运算器。

1.3 自测试题及答案

一、填空题(6题)

1. 计算机的应用范围涉及人类生产和生活的各个方面,归纳起来,在 A、B、C、D、E、F 等领域的应用最广泛。
2. 在计算机术语中,通常将 A 和 B 合在一起称为中央处理器 CPU。

3. 计算机软件一般分为 A 和 B 两大类。
4. 计算机硬件之间的连接方式有 A 结构和 B 结构,现代计算机主要采用 C 结构。
5. 计算机各部件之间有两种信息流: A 和 B。
6. A 负责管理计算机系统的软、硬件资源。

答案:

1. A. 科学计算 B. 信息处理 C. 测量控制
D. 计算机辅助设计/辅助制造
E. 人工智能 F. 教育卫生
2. A. 运算器 B. 控制器
3. A. 系统软件 B. 应用软件
4. A. 分散式连接 B. 总线式连接 C. 总线式连接
5. A. 控制流 B. 数据流
6. A. 操作系统

二、选择题(10题)

1. 完整的计算机系统包括_____。
- A. 运算器、控制器、存储器
B. 外部设备和主机
C. 主机和实用程序
D. 配套的硬件设备和软件系统
2. 典型的冯·诺依曼结构计算机是以_____为中心的。
- A. 运算器 B. 控制器 C. 存储器 D. 输入/输出设备
3. 现代的计算机是以_____为中心的。
- A. 运算器 B. 控制器 C. 存储器 D. 输入/输出设备
4. 目前大多数微型计算机系统采用_____结构。
- A. 以 CPU 为中心的双总线 B. 以内存为中心的双总线
C. 单总线 D. 三总线
5. 办公自动化在计算机应用领域中属于_____。
- A. 科学计算 B. 信息处理 C. 人工智能 D. 辅助设计
6. 计算机中所有的信息以二进制方式表示的最根本原因是_____。
- A. 节约元件 B. 运算速度快
C. 物理器件性能所致 D. 信息处理方便
7. 在计算机系统中,将_____称为主机。
- A. CPU 和输入/输出设备合在一起 B. 运算器和控制器合在一起
C. CPU、存储器、输入/输出设备 D. CPU、存储器和输入/输出接口合在一起
8. 计算机硬件能直接识别并执行的是_____。
- A. 机器语言 B. 汇编语言
C. 机器语言和汇编语言 D. 高级语言

9. 下列_____不包括在 CPU 中。

A. 运算器

B. 存储器

C. 寄存器

D. 控制器

10. 下列_____不属于系统软件。

A. 编译程序

B. Office2000

C. 诊断程序

D. 网络管理程序

答案: 1. D 2. A 3. C 4. C 5. B 6. C 7. D 8. A 9. B 10. B

第2章 数据编码和数据运算

2.1 重点与难点分析

2.1.1 数据与数字的表示方法

本节考核知识点:

- 各种进位计数制及二、八、十、十六进制数的相互转换;
- 定点数的编码;
- 原码、补码、反码和移码的概念、编码范围和定义范围;
- 浮点数的编码;
- 文字的编码;
- 奇偶校验码、海明码和循环码的概念和编码方法。

1. 各种进位计数制及二、八、十、十六进制数的相互转换

(1) 数制

数制即计数的规则。如果用 r 个基本符号($d_1, d_2, \dots, d_{r-1}$)表示数值 N , 即

$$N = D_m D_{m-1} D_{m-2} \cdots D_1 D_0 D_{-1} \cdots D_{-k}$$

$D_i \in (d_1, d_2, \dots, d_{r-1})$, 小数点在 D_0 与 D_{-1} 之间, 并且满足“逢 r 进位”的规则, 则称上述计数规则为“ r 进位计数制”。

采用 r 进位计数制时, 每一位 D_i 的权为 r^i , 因此数值 N 的实际值可按式计算:

二进制计数制	$r = 2$	基本符号(0,1)	$N = \sum_{i=m}^{-k} D_i \times 2^i$
八进制计数制	$r = 8$	基本符号(0,1, ..., 7)	$N = \sum_{i=m}^{-k} D_i \times 8^i$
十进制计数制	$r = 10$	基本符号(0,1, ..., 9)	$N = \sum_{i=m}^{-k} D_i \times 10^i$
十六进制计数制	$r = 16$	基本符号(0,1, ..., 9, A, B, ..., E)	$N = \sum_{i=m}^{-k} D_i \times 16^i$

(2) 二进制、八进制、十进制、十六进制数的相互转换

① 二进制、八进制、十六进制转换为十进制

直接利用数值计算公式

$$N = \sum_{i=m}^{-k} D_i \times r^i \quad (r = 2, 8, 16)$$

② 十进制转换为二进制、八进制、十六进制

整数部分和小数部分分别转换。

整数部分：除 r 取余法 ($r = 2, 8, 16$)；

小数部分：乘 r 取整法 ($r = 2, 8, 16$)。

③ 二进制、八进制、十六进制的相互转换

八(或十六)进制转换为二进制：将八(或十六)进制数的每一位依次用3(或4)位二进制数表示。

二进制转换为八(或十六)进制：将二进制数从小数点开始分别向左和向右每3(或4)位一组划分(位数不够时补0)，写出每组相应的八(或十六)进制数即可。

2. 定点数的编码

定点数：小数点位置固定的数据。

定点整数：小数点在最低位数的后面，即无小数。

$$N = N_n N_{n-1} \cdots N_1 N_0; \text{数值范围: } 0 \leq N \leq 2^{n+1} - 1$$

定点小数：小数点在最高位(为0)的后面，即为纯小数。

$$N = N_0 N_{-1} N_{-2} \cdots N_{-m}; \text{数值范围: } 0 \leq N \leq 1 - 2^{-m}$$

(1) 原码表示法

$$[x]_{\text{原}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 1 \\ 1 - x & -1 < x \leq 0 \end{cases}$$

小数原码表示：

当 $x = 0.x_{-1} \cdots x_{-m}$ 时， $[x]_{\text{原}} = 0x_{-1} \cdots x_{-m}$ (正数不变)

$x = -0.x_{-1} \cdots x_{-m}$ 时， $[x]_{\text{原}} = 1x_{-1} \cdots x_{-m}$ (负数将最高位变为1)

$m+1$ 位定点小数原码的数值范围为， $|x| \leq 1 - 2^{-m}$ ，即 $-1 + 2^{-m} \leq x \leq 1 - 2^{-m}$

整数原码表示：

$$[x]_{\text{原}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 2^n - 1 \\ 2^n - x & -2^n + 1 \leq x \leq 0 \end{cases}$$

当 $x = x_{n-1} x_{n-2} \cdots x_0$ 时， $[x]_{\text{原}} = 0x_{n-1} \cdots x_0$

$x = -x_{n-1} x_{n-2} \cdots x_0$ 时， $[x]_{\text{原}} = 1x_{n-1} \cdots x_0$

$m+1$ 位定点整数原码的数值范围为 $|x| \leq 2^n - 1$ ，即 $-2^n + 1 \leq x \leq 2^n - 1$ 。

原码表示时，最高位为符号位，0表示正数，1表示负数。0有两个编码，即 $00 \cdots 0$ 和 $10 \cdots 0$ 。另外，用原码表示数据时，乘除运算规则简单。

(2) 补码表示法

定点小数补码表示：

$$[x]_{\text{补}} = \begin{cases} x & 0 \leq x < 1 \\ 2 + x & -1 \leq x \leq 0 \pmod{2} \end{cases}$$

当 $x = 0.x_{-1} \cdots x_{-m}$ 时， $[x]_{\text{补}} = 0x_{-1} \cdots x_{-m}$ (与原码相同)

$x = -0.x_{-1} \cdots x_{-m}$ 时， $[x]_{\text{补}} = 1x_{-1} \cdots x_{-m} + 00 \cdots 01$

定点整数补码表示：