

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试参考用书

多媒体应用设计师 考试辅导

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试办公室推荐
刘茂福 等 编著

清华大学出版社



全国计算机技术与软件专业技术资格

TP37

83

2007

试参考用书

多媒体应用设计师 考试辅导

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试办公室推荐
刘茂福等 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据人事部、信息产业部全国计算机技术及软件专业技术资格(水平)考试要求编写,内容紧扣《多媒体应用设计师考试大纲》。全书在对计算机系统基础、计算机软件基础、网络基础、多媒体技术基础、多媒体信息处理技术、多媒体应用的策划与设计、多媒体素材的制作与集成、多媒体应用系统的实现、多媒体数据库与分布式多媒体系统、标准化基础与知识产权保护、专业英语基础进行讲解的基础上,详尽分析了相应类型的例题,并且给出了巩固练习题。另外,本书附录提供了专业英语词汇。

本书内容丰富,概念清晰,结构层次合理,既适合多媒体应用设计师考试的参加者,也可作为高等院校及相应层次的多媒体培训教材使用。

本书扉页为防伪页,封面贴有清华大学出版社防伪标签,无上述标识者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

多媒体应用设计师考试辅导/刘茂福等编著. —北京:清华大学出版社,2007.2
(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试参考用书)
ISBN 978-7-302-14575-2

I. 多… II. 刘… III. 多媒体技术-工程技术人员-资格考核-自学参考资料
IV. TP37

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第013339号

责任编辑:冯志强 刘霞

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印装者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:30.25 防伪页:1 字 数:658千字

版 次:2007年2月第1版 印 次:2007年2月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:49.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:022418-01

前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试实施至今已经历了十多年,在社会上产生了很大的影响,对我国软件产业的形成和发展做出了重要的贡献。随着多媒体技术的进步,为适应我国信息化发展的需求,国家人事部和信息产业部决定将考试的级别拓展到多媒体技术应用这一领域,以满足社会上对这种信息技术人才的需要。

编者受全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试办公室委托,根据多媒体应用设计师考试大纲的要求编写本书。多媒体应用设计师考试大纲对知识面的要求很宽,特别注重对计算机技术的基本知识点的掌握和多媒体应用系统。除了技术要求外,还增加了对多媒体应用工程项目的实践、安全性、标准化、法律法规等方面的要求。多媒体应用设计师应能根据多媒体应用工程项目的要求,参与多媒体应用系统的规划和分析设计工作;能按照系统总体设计规格说明书,进行多媒体应用系统的设计、制作、集成、调试和改进,并指导多媒体应用制作技术员实施多媒体应用制作;能从事多媒体电子出版物、多媒体课件、商业简报、平面广告及其他多媒体应用领域的媒体集成及系统设计等工作;具有工程师的实际工作能力和业务水平。

在考试大纲中,要求考生掌握的知识面很广,往往一个条目就可以写成一本书,要把这些知识汇集起来,编写的难度很高。考虑到参加考试的人员已有一定的基础,所以本书只对多媒体应用设计师考试大纲涉及的知识领域的要点加以阐述,限于篇幅,不能详细地展开,请读者谅解。因此本书以简明扼要的方式,重点介绍多媒体应用设计师所需的各个方面的知识和技术,对读者原有的知识和能力起到总结、拓宽和提高的作用。同时,本书提供了大量的例题,并对例题进行了详尽地分析,以帮助读者进一步熟悉和掌握相关知识和技术;而巩固练习题则可以起到进一步巩固所学知识点的作用。

全书共分11章和2个附录,由刘茂福主编,刘茂福编写了第1章、第2章、第3章、第6章和第11章;胡慧君编写了第4章、第10章和附录;韩希编写了第7章、第8章和第9章;钟鸣编写了第5章。

在本书的编写过程中,参考了许多相关的书籍和资料,编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。同时感谢清华大学出版社在本书的出版过程中所给予的支持和帮助。

因水平有限,书中难免存在不妥之处,望读者指正,以便改进和提高。

编 者

2006年10月

目 录

第 1 章 计算机系统知识1	
1.1 计算机基础知识.....2	
1.1.1 计算机数制.....2	
1.1.2 计算机编码方法.....3	
1.1.3 数据校验.....4	
1.1.4 典型例题与分析.....6	
1.2 计算机基本组成.....11	
1.2.1 中央处理器 CPU.....11	
1.2.2 存储系统.....13	
1.2.3 I/O 系统.....17	
1.2.4 典型例题与分析.....21	
1.3 计算机系统结构.....30	
1.3.1 计算机系统发展历史.....30	
1.3.2 计算机系统结构分类.....31	
1.3.3 并行处理机技术.....31	
1.3.4 计算机安全性.....33	
1.3.5 计算机可靠性及系统性能评价.....37	
1.3.6 典型例题与分析.....41	
1.4 巩固练习题.....48	
参考答案.....53	
第 2 章 计算机软件知识54	
2.1 程序设计语言基础.....55	
2.1.1 程序设计语言的基本概念.....55	
2.1.2 程序设计语言的基本成分.....59	
2.1.3 C/C++ 语言.....60	
2.1.4 典型例题与分析.....61	
2.2 编译程序基本原理.....68	
2.2.1 语言处理程序.....69	
2.2.2 编译程序结构.....70	
2.2.3 文法与语言.....72	
2.2.4 有穷自动机.....74	
2.2.5 语法分析.....76	
2.2.6 典型例题与分析.....79	
2.3 操作系统原理.....91	
2.3.1 操作系统概念.....91	
2.3.2 处理机管理.....94	
2.3.3 存储器管理.....99	
2.3.4 设备管理.....101	
2.3.5 文件管理.....102	
2.3.6 UNIX 操作系统.....103	
2.3.7 典型例题与分析.....104	
2.4 巩固练习题.....126	
参考答案.....131	
第 3 章 网络基础知识132	
3.1 计算机网络概述.....132	
3.1.1 基本概念.....133	
3.1.2 网络模型.....134	
3.1.3 计算机网络构成.....136	
3.1.4 典型例题与分析.....137	
3.2 网络协议.....146	
3.2.1 局域网协议.....146	
3.2.2 广域网协议.....147	
3.2.3 Internet 协议.....148	
3.2.4 典型例题与分析.....149	
3.3 Internet 及服务.....157	
3.3.1 Internet 地址.....157	

3.3.2	Internet 服务	158	5.1.1	彩色全电视信号	215
3.3.3	典型例题与分析	159	5.1.2	视频数据获取技术	219
3.4	网络安全	168	5.1.3	图像文件格式及其转换	220
3.4.1	网络信息安全	168	5.1.4	典型例题与分析	223
3.4.2	防火墙技术	169	5.2	音频信息获取和处理	227
3.4.3	典型例题与分析	170	5.2.1	数字音频基础	227
3.5	巩固练习题	177	5.2.2	音频编码基础和标准	229
	参考答案	181	5.2.3	音乐合成和 MIDI 接口 规范	232
第 4 章	多媒体技术基础	182	5.2.4	声卡的工作原理及应用 规范	236
4.1	多媒体基本概念	182	5.2.5	典型例题与分析	239
4.1.1	多媒体	182	5.3	多媒体数据压缩编码技术基础	243
4.1.2	表示媒体种类	183	5.3.1	多媒体数据压缩的重要性和 分类	243
4.1.3	多媒体特征	185	5.3.2	预测编码	246
4.1.4	多媒体应用	186	5.3.3	变换编码	247
4.1.5	典型例题与分析	187	5.3.4	统计编码	249
4.2	多媒体计算机系统	189	5.3.5	多媒体数据压缩编码的国际 标准	250
4.2.1	多媒体硬件系统	189	5.3.6	典型例题与分析	261
4.2.2	多媒体软件系统	191	5.4	巩固练习题	268
4.2.3	典型例题与分析	192		参考答案	271
4.3	多媒体网络	197	第 6 章	多媒体应用的策划与设计	272
4.3.1	多媒体网络协议	197	6.1	软件工程基础	273
4.3.2	超文本和超媒体	200	6.1.1	软件工程的产生	273
4.3.3	从互联网上获取音频和 视频的方法	202	6.1.2	软件工程基本概念	275
4.3.4	典型例题与分析	203	6.1.3	软件项目管理基础	280
4.4	发展趋势	205	6.1.4	软件工具	282
4.4.1	计算机支持的协同工作	205	6.1.5	典型例题与分析	283
4.4.2	虚拟现实	207	6.2	软件开发流程	288
4.4.3	人机交互技术	211	6.2.1	系统分析	288
4.4.4	典型例题与分析	212	6.2.2	软件需求分析	290
4.5	巩固练习题	213			
	参考答案	214			
第 5 章	多媒体信息处理技术	215			
5.1	视频信息获取和图像文件格式的 转换	215			

6.2.3 软件设计	292	8.2.1 概述	354
6.2.4 软件编码	293	8.2.2 制作要求和原则	355
6.2.5 软件测试	293	8.2.3 设计制作	356
6.2.6 软件运行与维护	298	8.3 网络多媒体广告	360
6.2.7 典型例题与分析	299	8.3.1 主要特性	360
6.3 多媒体软件开发	310	8.3.2 网络广告设计	361
6.3.1 多媒体软件开发流程	310	8.4 典型例题与分析	363
6.3.2 多媒体创作工具	313	8.5 巩固练习题	368
6.3.3 多媒体人机界面设计	316	参考答案	368
6.3.4 典型例题与分析	317	第 9 章 多媒体数据库及分布式 多媒体系统	370
6.4 巩固练习题	321	9.1 多媒体数据库	371
参考答案	323	9.1.1 多媒体数据及其特点	371
第 7 章 多媒体素材制作与集成	324	9.1.2 多媒体数据库发展现状	372
7.1 数字音频处理	324	9.1.3 多媒体数据模型	374
7.1.1 音频文件的获取	325	9.1.4 多媒体数据库管理系统	375
7.1.2 声音录制	325	9.1.5 数据库操作	376
7.1.3 常用音频编辑软件	327	9.1.6 多媒体数据库的实现	377
7.2 图形图像处理	331	9.2 多媒体网络会议系统	380
7.2.1 图形图像素材的获取	331	9.2.1 多媒体网络会议的形式	380
7.2.2 图形图像处理软件	331	9.2.2 多媒体网络会议系统组成	381
7.2.3 图形图像制作实例	333	9.2.3 多媒体网络会议的应用 领域	383
7.3 动画和视频的制作	335	9.3 交互式电视	383
7.3.1 视频编辑软件概述	335	9.3.1 交互式电视的概念及应用	384
7.3.2 视频编辑实例	336	9.3.2 交互式电视的技术特点及 示例	385
7.3.3 动画制作	339	9.4 典型例题与分析	386
7.4 典型例题与分析	341	9.5 巩固练习题	389
7.5 巩固练习题	347	参考答案	390
参考答案	350	第 10 章 标准化基础与知识产权 保护	392
第 8 章 多媒体应用系统的实现	351	10.1 标准化的基础知识	392
8.1 多媒体电子出版物	351		
8.1.1 概述	351		
8.1.2 开发流程	352		
8.2 多媒体课件	354		

10.1.1 标准化的基本概念	392	参考答案	428
10.1.2 国际标准和国外先进 标准	394	第 11 章 计算机专业英语	429
10.1.3 信息技术标准化	395	11.1 概述	429
10.1.4 标准化组织	398	11.2 典型例题与分析	429
10.1.5 典型例题与分析	400	11.3 巩固练习题	441
10.2 知识产权的基础知识	405	参考答案	444
10.2.1 知识产权的基本概念	405	附录 A 专业英语词汇与短语	446
10.2.2 计算机软件著作权	407	A.1 计算机英语基本词汇	446
10.2.3 计算机软件商业秘密权	412	A.2 常见计算机英语词汇及缩略词	462
10.2.4 专利权	414	参考文献	475
10.2.5 典型例题与分析	417		
10.3 巩固练习题	427		

第 1 章 计算机系统知识

计算机系统包括计算机硬件系统和计算机软件系统，本章主要介绍计算机硬件系统以及与系统相关的基本概念，如计算机系统的安全性、可靠性以及系统性能评价等；而计算机软件系统方面的内容将在后续的各章中重点介绍。

本章将重点介绍计算机内部基本组成和计算机系统结构，主要知识点包括：

1. 基础知识

掌握计算机中的数制以及各种数制间的相互转换技术；熟悉计算机算术逻辑运算的基本原理；熟悉计算机中的编码方法；了解计算机中的奇偶校验、海明校验以及循环冗余校验等数据校验方法。

2. 中央处理器（CPU）

掌握 CPU 的运算器和控制器两大基本部件；了解 CPU 的指令系统及寻址方式；了解 CISC 技术与 RISC 技术。

3. 存储系统

掌握计算机层次存储系统原理、存储设备的基本知识、主存储器的组织方式，熟悉高速缓存 Cache 和虚拟存储器的基本概念。

4. I/O 系统

熟悉常见总线与 I/O 接口；掌握常见的 I/O 控制技术；掌握外存储器尤其是硬磁盘存储器的基本构成及其基本性能指标。

5. 计算机系统结构

熟悉计算机系统结构的基本概念与计算机系统的分类；了解并行处理机尤其是流水线处理机的工作原理以及性能评价；掌握有关计算机安全的基本知识，了解计算机系统的故障诊断与容错机制；掌握计算机的可靠性概念及指标，熟悉计算机系统的性能评价技术。

本章内容如图 1-1 所示。

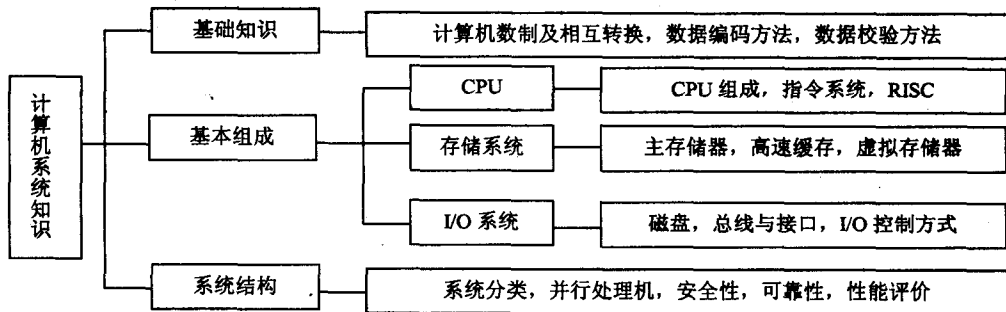


图 1-1 计算机系统知识框图

1.1 计算机基础知识

本节主要介绍计算机系统相关的二进制、八进制、十六进制与常用的十进制，以及它们之间的相互转换，计算机算术逻辑运算的基本原理；讲解数据在计算机中的编码方法，包括原码、补码、反码与移码以及浮点数的编码等；阐述计算机中数据的校验方法，包括奇偶校验、海明校验以及 CRC 循环冗余校验方法。

计算机处理的数据分为数值数据和非数值数据两类。数值数据指计算机中表示数量的数据，有正负和大小之分，在计算机中被表示成二进制形式进行存储和运算；非数值数据一般包括英文字符、汉字、声音、图形、图像以及视频等，在计算机处理前必须用某种编码方法转换成计算机可以处理的二进制数据。计算机中的数据在存储与传送过程中可能出错，为了及时发现和纠正错误，在数据编码中引入数据校验。

1.1.1 计算机数制

1. 常用数制

常用的十进制计数制表示一位数时用 10 个不同的符号（0~9）；相邻数位之间的进位关系是“逢十进一”，第 n 位数的位权是 10^n （这里个数为第 0 位），十进制中的 10 称为该计数制的基数；一个十进制数据表示的数值是各位数按权展开的和。

计算机使用的二进制的基数为 2，表示一位数用两个符号，即 0 和 1；相邻数位之间的进位关系为“逢二进一”，第 n 位数的位权是 2^n ；表示的十进制数值是各位数按权展开的和。

为了方便，计算机中的二进制数常用八进制数和十六进制数表示，三者之间具有良好的对应关系。

2. 数制转换

二进制数转换为十进制数就是把二进制数的各位按权展开求和即可。

十进制数转换为二进制时分为整数和小数两部分，分开进行转换后相加。十进制整数部分采用“除 2 取余”的方法，直到商数为 0，最后得到的余数是二进制整数的最高位；十进制小数部分采用“乘 2 取整”的方法，首先得到的整数部分是转换成的二进制小数的最高位，直到达到要求的精度为止。

以此类推，十进制数转换成任意 r 进制数的方法，整数部分采用“除 r 取余”的方法，小数部分采用“乘 r 取整”的方法。

3. 二进制算术逻辑运算

二进制的加、减、乘、除与十进制的四则运算类似，只是加法的规则是“逢二进一”，减法是“借一当二”。

二进制数还可以进行逻辑与（逻辑乘）、逻辑或（逻辑加）以及逻辑异或等运算。

（1）逻辑与运算的法则

$$0 \wedge 0 = 0 \quad 0 \wedge 1 = 0 \quad 1 \wedge 0 = 0 \quad 1 \wedge 1 = 1$$

(2) 逻辑或运算的法则

$$0 \vee 0 = 0 \quad 0 \vee 1 = 0 \quad 1 \vee 0 = 0 \quad 1 \vee 1 = 1$$

(3) 逻辑异或运算的法则

$$0 \oplus 0 = 0 \quad 0 \oplus 1 = 1 \quad 1 \oplus 0 = 1 \quad 1 \oplus 1 = 0$$

1.1.2 计算机编码方法

1. 机器数

各种数据在计算机中的表示形式称为机器数，其特点是数的符号用“0”和“1”表示，其中“0”表示正号，“1”表示负号，小数点隐含表示而不占位置。机器数对应的实际数值称为该机器数的真值。

机器数有无符号数和有符号数两种。无符号数表示正数，在机器数中没有符号位。对于无符号数，若约定小数点的位置在机器数的最低位之后，则是纯整数；若约定小数点的位置在机器数的最高位之前，则是纯小数。对于有符号数，机器数的最高位是表示正、负的符号位，其余二进制位表示数值。若约定小数点的位置在机器数的最低位之后，则是纯整数；若约定小数点的位置在机器数的最高位之前（符号位之后），则是纯小数。这种表示数的方式称为定点数。

浮点数小数点的位置不固定，直观表示为 $N=M \cdot R^E$ ；小数点位置用阶码 E 表示， E 为定点整数；数值部分用尾数 M 表示， M 为定点小数， R 为阶 E 的底数，在一个指定的计算机中 R 是固定不变的，因此在浮点数的表示中不再出现。

为了便于运算，有符号的机器数可采用原码、反码和补码等不同的编码方法。

2. 数值数据的编码方法

为了运算方便，机器数有不同的编码方法，称为码制。常用的码制有原码、反码、补码以及移码等。

(1) 原码

原码又称符号绝对值码。数据最高位为符号位，正数用“1”表示，负数用“1”表示。其他位为数据位，用二进制数的绝对值表示。原码与真值转换方便，但做加减运算不方便，且零有“+0”和“-0”两种表示方法。

(2) 反码

正数的反码表示与原码相同；负数的反码，符号位用“1”表示，数值位由其绝对值各位取反得到。反码零也有“+0”和“-0”两种表示方法。因运算不便较少使用。

(3) 补码

为了加减运算的方便引入了补码概念，关键思想是用加法代替减法。正数的补码与原码表示相同；负数的补码，符号位用“1”表示，数值位用其绝对值的补数表示（即原码各位求反，末位加1）。补码的零的表示形式是唯一的，如 $(+0000)_{\#} = (-0000)_{\#} = 0000$ 。

补码的表数范围比原码、反码略宽，在定点小数中，补码可以表示 -1 ，即 $(-1)_n=10\ 000$ ，而原码、反码不能表示绝对值为 1 的数。

(4) 移码

为了比较两个整数的大小，引入了移码的概念。移码的数值部分与补码类似，但符号位与补码相反，即正数的移码符号位为“1”，负数的移码符号位为“0”。也就是说，求一个数的移码，可先求其补码再将其符号位取反。移码的表数范围与补码整数的表数范围相同。

3. 非数值数据的编码方法

英文字符编码的国际标准是 ASCII 码，用 7 位二进制数表示，可表示 128 个不同符号。扩展的二/十进制交换码 EBCDIC 采用 8 位表示一个字符，可表示 $2^8 = 256$ 个不同符号。

汉字编码有很多种方法。常用的数字编码方式是区位码，将常用汉字分成 94 个区，每个区又分成 94 位，每个汉字的区位编号用两个字节的十进制数表示。

拼音码和字形码也是常用的汉字输入编码方法。

汉字国标码也是数字编码，它是汉字信息交换码的国家标准，与区位码一一对应，但区号位号用十六进制数表示，且第一个汉字放在十六进制的 21 区 21 位。

计算机内存储汉字的编码方法与输入编码不同，通常用两个字节汉字国标码表示，为与 ASCII 码区分，将每个字节的最高位置“1”表示汉字字符，而 ASCII 码的最高位为 0，低 7 位表示其编码，这种汉字编码称为汉字机内编码，简称内码。

汉字输出时通过内码找到其对应字模码（点阵字型）逐点输出点阵字形。如果一个汉字用 16×16 点阵表示，则每个汉字要占 $2 \text{ 字节} \times 16 = 32$ 字节，两级汉字共 6763 个字模，占用了大量存储空间。

其他类型的非数值数据尤其是图像与视频等多媒体数据的编码方法会在后续的章节进行讨论。

1.1.3 数据校验

计算机中的数据在传送、存储过程中可能会出错，为了及时发现和纠正错误，在数据编码中引入差错检查机制，最好能自动纠正差错，这种数据编码称为校验码或纠错码。

常用的校验码有奇偶校验码、海明码和循环冗余校验 CRC 码，它们都是在被校验数据中增加若干位校验位，当被校验数据中的某些位出错时，校验位也随之出错，根据出错规律，可以发现被校验数据的出错情况，进而纠正错误。

1. 奇偶校验码

奇偶校验码是最常用的校验方法，可以发现一位错或奇数位错，常用于存储器读写检查或 ASCII 字符传送过程中的检查。

奇偶校验实现的具体方法是为一个基本编码单位补充一个二进制位，称为校验位。通过设置校验位的值为 0 或 1，使基本编码单位和该校验位含有 1 值的个数为奇数或偶数。

在使用奇数个1的方案进行校验时,称为奇校验;反之,则称为偶校验。

2. 海明校验码

海明校验码常用于发现纠正1位数据出错。编码规则是在 n 位被校验数据位间插入 k 个校验位,其校验位的个数需要满足 $2^k - 1 \geq n + k$;校验位在海明码中的位置是固定的;一个校验位可校验多个数据位,每个校验位的取值等于其被校验数据位模二加(对应于逻辑异或)的结果,其中被校验数据位的海明位号等于各校验位的海明位号之和。

当某个数据位出错时,则引起有关的校验位改变;当所有海明位均正确时,则有关的校验值全为0。

当某个校验位出错时,则有关的校验值只有一位不为0,且其编码为该出错校验位的海明位号;当某个数据位出错时,则有关的校验值有两位或3位不为0,且其编码为该出错数据位的海明位号。纠正错误时,只要将出错位变反即可,因此可以自动纠正1位错。但发现多位数据出错或纠正多位出错的情况要复杂得多。

3. CRC 循环冗余校验码

CRC 循环冗余校验码用于发现和纠正信息传送过程中连续出现的多位错误。CRC 码是指在 n 位被校验数据之后拼接 r 位校验码,得到 $n+r$ 位编码。因此,需设计一种算法,使得发送方根据 n 位数据算出 r 位校验码的值,一起发送给对方;接收方根据同一算法对 $n+r$ 位数据进行校验,即可判断传送过程是否出错。

把一个二进制代码看成一个多项式 $M(x)$ 按 x 的降幂排列的多项式的系数。例如,可将1101看成多项式 $1x^3 + 1x^2 + 0x^1 + 1x^0$ 的各个系数,一个4位二进制代码看作一个三次多项式,一个 n 位代码可看作 $n-1$ 次多项式。代码左移3位相当于多项式乘以 x^3 ,如 $(x^3 + x^2 + 1)x^3 = x^6 + x^5 + x^3$ 。

一个多项式除以另一个多项式,其商和余数也都是多项式,余数多项式的次数比除数多项式的次数少1。对多项式系数的运算是按模二运算(对应于逻辑异或)进行,运用模二运算时各位数据间没有进位关系。

为了产生CRC码的 r 位校验码,可选择一个生成多项式 $G(x)$, $G(x)$ 是一个 r 次的多项式。

如果被校验的代码为 n 位二进制数据,可用 $M(x) = M_{n-1}M_{n-2} \cdots M_1M_0$ 来表示; n 位数据后增加 r 位校验位,则将 $M(x)$ 乘以 x^r ,左移 r 位,再除以 $G(x)$,所得余数多项式 $R(x)$ 为 $r-1$ 次多项式,余数相应代码为 r 位;将该 r 位代码接在左移 r 位的 $M(x)$ 后面得到 $M(x)x^r + R(x)$,它是 $G(x)$ 的倍式,可以被 $G(x)$ 整除。其各位系数即构成 $n+r$ 位CRC循环冗余校验码。接收方收到这 $n+r$ 位信息后用同样的生成多项式 $G(x)$ 去除,如果传送信息完全正确,则应能除尽,余数为0。如果余数不为0,则说明传送出错,并根据不同的余数判断哪一位出错;将该位变反,即可纠正错误。

1.1.4 典型例题与分析

【例题 1】 设机器码的长度为 8 位, 已知 x 与 z 为有符号纯整数, y 为有符号纯小数, 已知 $[x]_{\text{原}}=[y]_{\text{补}}=[z]_{\text{移}}=11111111$, 求出 x 、 y 、 z 的十进制真值: $x=(1)$, $y=(2)$, $z=(3)$ 。

【供选择的答案】

- (1) A. -1 B. 127 C. -127 D. 1
 (2) A. 1/128 B. -1/128 C. -127/128 D. 127/128
 (3) A. -1 B. 127 C. -127 D. 1

【例题分析】

本题目考查有符号数的机器码表示。

x 、 y 和 z 都是不同的数, x 与 z 为有符号纯整数, y 为有符号纯小数, 给出了其各种编码后的结果是相同的, 要求把对应同一个真值的各种编码表示的数给出。这个题目全面考查了计算机中编码的各种表示方式, 需要掌握同一数字的不同的编码表示。实际上, 只要掌握了原码、补码和移码的表示规则, 这个题目就可以答对。

下面以 x 对几种常用的编码进行介绍, 其中对 x 有正数和负数两种情况需要考虑。

原码表示: $[x]_{\text{原}}=x$ 或 $2^{n-1}-x$;

$[x]_{\text{原}}=x$ 或 $1-x$ (定点小数);

+0 和 -0 的表示不同(定点整数), +0=00000000 或 -0=10000000(共有 2^n-1 个编码)。

补码表示: $[x]_{\text{补}}=x$ 或 2^n+x (定点整数);

$[x]_{\text{补}}=x$ 或 $2+x$ (定点小数);

0 的编码唯一: 00000000 (共有 2^n 个编码);

-1=11111111 (整数);

-1=10000000 (小数)。

反码表示: $[x]_{\text{反}}=x$ 或 $(2^n-1)+x$ (定点整数);

$[x]_{\text{反}}=x$ 或 $(2-2^{-(n-1)})+x$ (定点小数);

+0=00000000 或 -0=11111111 (共有 2^n-1 个编码)。

移码表示: $[x]_{\text{移}}=x$ 或 $2^{n-1}+x$ (定点整数);

$[x]_{\text{移}}=1+x$ (定点小数);

0 的编码唯一: 10000000 (共有 2^n 个编码)。

在本题中, $[x]_{\text{原}}=[y]_{\text{补}}=[z]_{\text{移}}=11111111$, 即 x 、 y 、 z 三个数字有共同的编码结果, 所以可以通过这个结果反向推出原来的数字。

x 的原码为 11111111, $[x]_{\text{原}}=11111111=2^{n-1}-x=2^{(8-1)}-x=128-x=255$, 所以 $x=-127$, 故 (1) 选 C; $[z]_{\text{移}}=2^{n-1}+x=2^{8-1}+x=128+x=11111111=255$, 所以 $z=127$,

故(3)选B; 由于 y 是有符号纯小数, 而 $[y]_{补}=2+y=11111111$, 所以 $y=-1/128$, 故(2)选B。

【答案】(1) C (2) B (3) B

【例题2】 一个由补码表示的8位二进制数由2个1和6个0构成, 它所能表示的最小数为(1)。某二进制无符号数11101010, 转换为3位非压缩BCD数, 按百位、十位和个位的顺序表示, 应为(2)。用ASCII码表示的大写英文字母“A”加偶校验后的编码为(3)。在(4)情况下, 有可能发生溢出。无符号数A减去无符号数B, 结果进位标志CF=1, 这表明(5)。

【供选择的答案】

- | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| (1) A. -128 | B. -127 | C. -64 | D. -65 |
| (2) A. 00000010 00000011 00000111 | B. 00000011 00000001 00000111 | C. 00000010 00000011 00000100 | D. 00000011 00000001 00001001 |
| (3) A. 10001000 | B. 10000010 | C. 11000001 | D. 01000001 |
| (4) A. 两同符号数相减 | B. 两异符号数相加 | C. 两同符号数相加 | D. 两异符号数相或 |
| (5) A. $A \geq B$ | B. $A < B$ | C. $A = B$ | D. $A > B$ |

【例题分析】

本题考查计算机的数制与编码方法。

8位二进制数用补码可分别表示正数和负数。最小数应为负数, 且最高位必须为1(最高位为1才表示该数为负数), 则最小的数应为11000000, 其绝对值为01000000, 等于十进制64, 故由2个1和6个0构成8位二进制数的补码所能表示的最小数为-64, 故(1)选C。

要将二进制数转换为非压缩BCD数, 首先应将该二进制数转换为十进制数, 将二进制数11101010按权展开即可得到其对应的十进制数:

$$1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 128 + 64 + 32 + 8 + 2 = 234$$

再将二进制无符号数11101010所对应的十进制数按百位、十位和个位分别用非压缩BCD码表示为00000010 00000011 00000100, 故(2)选C。

用ASCII码表示的大写英文字母“A”用7位二进制编码来表示, 即为1000001, 而加校验位后其编码为8位二进制数, 且校验位应加在最高位上。加上偶校验后, 整个8位编码1的个数应为偶数, 即包括校验位在内1的个数应为偶数, 故加上的偶校验位应为0。因此, 加偶校验后大写英文字母“A”的编码为01000001, 故(3)选D。

溢出是指在两个有符号数进行进位算术运算时, 其结果超出了规定的数值范围。因此, 两同符号数相减或者两异符号数相加或者两异符号数相或, 均不会使结果超出规定的数值范围, 这些运算不会产生溢出。只有当两个同符号数相加时, 才有可能发生溢出, 故(4)选C。

当两个无符号位相减时,若被减数小而减数大,则肯定有借位,这时,进位标志 CF 会置 1;反之,若被减数大而减数小,就不会有借位,这时,进位标志 CF 会清 0。因此,当无符号数 A 减去无符号数 B,结果进位标志 CF=1 时,就表明 $A < B$,故(5)选 B。

【答案】(1) C (2) C (3) D (4) C (5) B

【例题 3】已知被校验的数据为 6 位二进制数, $D = D_6D_5D_4D_3D_2D_1 = 101101$, 则其海明码为 (1); 若该数据海明码的校验值序列取值为 0101, 则表示 (2) 出错。

【供选择的答案】

- (1) A. 1101100100 B. 1011100100
 C. 1011100101 D. 1011000100
 (2) A. D_1 B. D_3 C. D_4 D. D_2

【例题分析】

本题考查计算机数据校验方法中的海明码编码基本原理。

海明码是一种纠错码,既可以发现错误,又能纠正错误。求海明码的步骤如下。

(1) 决定校验位的位数

当被校数据位 n 为 6 时,生成海明码的校验位的位数 k 应满足 $2^k - 1 \geq n + k$, 也就是说,要满足 $2^k \geq 7 + k$, 则校验位至少取 4 位,则海明码的总位数为 10。

假设生成的海明码为 $H_{10}H_9H_8H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

(2) 决定海明码校验位的位置

按海明码生成方法的规定,海明校验位第 i 位应该放在海明位号为 2^{i-1} 的海明位上。因此:

当 $i=1$ 时,校验位 P_1 的海明位号为 $2^0 = 1$, 即放在 H_1 的位置上;

当 $i=2$ 时,校验位 P_2 的海明位号为 $2^1 = 2$, 即放在 H_2 的位置上;

当 $i=3$ 时,校验位 P_3 的海明位号为 $2^2 = 4$, 即放在 H_4 的位置上;

当 $i=4$ 时,校验位 P_4 的海明位号为 $2^3 = 8$, 即放在 H_8 的位置上。

(3) 决定数据位的位置

数据位 $D_6D_5D_4D_3D_2D_1$ 由低到高依次插空放在其他海明位上,则结果为:

$$D_6D_5P_4D_4D_3D_2P_3D_1P_2P_1$$

(4) 决定被校数据位由哪几位校验位进行校验

根据海明码生成方法的规定,每个数据位由多个校验位进行校验,但被校验数据的海明位号要等于校验该位数据的各校验位的海明位号之和。

D_1 的海明位号为 3, $3=1+2$, 由 P_2 和 P_1 校验;

D_2 的海明位号为 5, $5=1+4$, 由 P_4 和 P_1 校验;

D_3 的海明位号为 6, $6=2+4$, 由 P_4 和 P_2 校验;

D_4 的海明位号为 7, $7=1+2+4$, 由 P_4 、 P_2 和 P_1 校验;

D_5 的海明位号为 9, $9=1+8$, 由 P_8 和 P_1 校验;

D_6 的海明位号为 10, $10=2+8$, 由 P_8 和 P_2 校验。

(5) 决定各校验位的值

根据海明码生成方法的规定, 校验位的值可由各被校验数据的模 2 加得到, 则校验位的值可用以下公式计算:

$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 \oplus D_5$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 \oplus D_6$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4$$

$$P_4 = D_5 \oplus D_6$$

本题中的被校验数据为 101101, 即 $D_1=1, D_2=0, D_3=1, D_4=1, D_5=0, D_6=1$ 。因此 $P_1=0, P_2=0, P_3=0, P_4=1$ 。最后得到的被校验数据 101101 的海明码为 1011100100, 故 (1) 选 B。

(6) 海明码校验值

用于判断传输数据过程的出错情况。

规定海明码的校验值 S_i 可根据校验位和它所校验的各数据位的模 2 加得到:

$$S_1 = P_1 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 \oplus D_5$$

$$S_2 = P_2 \oplus D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 \oplus D_6$$

$$S_3 = P_3 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4$$

$$S_4 = P_4 \oplus D_5 \oplus D_6$$

① 当 $S_4S_3S_2S_1$ 为 0000 时, 表示无错, 即每一位校验位都反映了有关被校验数据位的取值情况。

② 当 $S_4S_3S_2S_1$ 不为 0000 时, 表明数据出错且出错数据位的海明码号就是 $S_4S_3S_2S_1$ 的值。而本题给出的 $S_4S_3S_2S_1$ 的值为 0101, 表示处于 H_5 的 D_2 出错, 故 (2) 选 D。

【答案】 (1) B (2) D

【例题 4】 已知二进制数据 $M=100110$, 生成多项式 $G(x)=1011$, 则其循环冗余校验码为_____。

【供选择的答案】

- A. 100110111 B. 100110011
C. 100110001 D. 100110101

【例题分析】

本题考查 CRC 冗余校验码的生成。

如果被校验数据为 6 位, 希望得到 3 位校验位, 则生成多项式应选择 3 次多项式, 将被校验数据左移 3 位, 低位补 0 作为被除数, 用生成多项式 $G(x)$ 作除数, 作模 2 除法运算求余数。

进行模 2 除法时, 若被除数高位为“1”, 则商为“1”, 将被除数减去除数, 减法也采用模 2 减法, 由于模 2 加减法都是按位运算, 各位间没有进位借位关系, 模 2 加法与模 2