

北京科海培训中心

多媒体数据压缩标准及实现

马小虎 张明敏 严华明 等编
潘晓龙 审校



清华大学出版社

北京科海培训中心

多媒体数据压缩标准及实现

马小虎 张明敏 严华明 编著

潘晓龙 审校

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

多媒体数据的压缩和解压缩是多媒体计算机系统的关键问题。本书专门介绍多媒体数据的压缩技术——JPEG 和 MPEG。

2 全书共分三部分。第一部分数据压缩的基础知识;第二部分针对静态图象压缩 JPEG 详细介绍了标准的具体内容和实现方法;第三部分针对动态图象压缩 MPEG 详细介绍了标准的内容和实现方法;同时给出 JPEG 和 MPEG 的实现框图和全部实现代码。

本书内容详尽,叙述清晰,是多媒体技术爱好者和研究、开发人员的一本实用工具书与参考书。

版权所有,盗版必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得进入各书店。

书 名:多媒体数据压缩标准及实现

作 者:马小虎 张明敏 严华明

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者:北京门头沟胶印厂

发 行:新华书店总店北京科技发行所

开 本:16 印张:35.75 字数:869 千字

版 次:1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印 数:0001~5000

书 号:ISBN 7-302-02332-8/TP·1155

定 价:48.00 元

前 言

多媒体计算机技术是将文字、图形、图象、视频图象和声音等媒体与计算机集成在一起的技术。多媒体计算机技术是目前计算机工业中的热门课题,它将改变人们的工作、教育、培训以及家庭娱乐方式。

研究多媒体计算机系统的一项重要技术是视频和音频数据压缩/解压缩技术。没有数据压缩技术的进步,多媒体计算技术就难以走向实用。多媒体计算机的关键问题是计算机实时地综合处理声、文、图信息。数字化的图象(静态图象、视频图象)和声音信号数据量是非常大的,要使实时处理和传送这些数据成为可能,必须对这些多媒体数据进行编码或压缩。目前关于多媒体压缩编码的公认标准有下面 3 种:

- (1)JPEG 标准(ISO CD 10918)
- (2)MPEG 标准(ISO/IEC 11172)
- (3)CCITT H. 261 标准

其中 JPEG 标准用于连续色调静止图象的数字压缩编码;MPEG 标准用于对数字存储媒体上活动图象及其伴音的压缩编码,编码速率最高为 1.5Mb/s;H. 261 标准适用于电视电话/会议电视类的应用,编码速率为 $P \times 64\text{Kb/s}$ (其中 P 取值 1—30)。

随着多媒体技术在我国的应用日趋广泛,广大读者除了需要深入了解多媒体数据压缩标准或数字图象编码技术外,还迫切要求进一步掌握应用实例和能编写具体可操作的程序。本书就是针对这一目的而编写的:一方面,结合 JPEG 标准和 MPEG 标准文档,对这两个多媒体数据压缩标准进行了较为详细的介绍;另一方面,介绍了 JPEG 标准和 MPEG 标准的实现代码,描述了程序的功能及相互调用关系。书中给出了全部源程序并附有配套软盘,读者可自己编译生成 JPEG 编码器/解码器或 MPEG 编码器/解码器。

全书共分为三大部分。第一部分(1—2 章)为“基础知识”;第二部分(3—7 章)为“JPEG 标准及其实现”;第三部分(8—12 章)为“MPEG 标准及其实现”。各章内容介绍如下:

第 1 章为引言,介绍 JPEG 标准和 MPEG 的产生背景和标准的主要内容,以及相应的 JPEG 硬件——C-Cube CL550 芯片和 MPEG 硬件——C-Cube CL450 芯片。

第 2 章为图象信息压缩基础知识,包括图象数据的特性和常用的图象压缩方法,介绍了预测编码、Huffman 编码、行程编码和二进制算术编码等。

第 3 章介绍 JPEG 标准的基本内容,包括 JPEG 标准中用到的定义、缩略词和符号、基本内容和数学定义。用户阅读了这一章即可了解 JPEG 标准的全貌。

第 4 章讨论 JPEG 的操作模式。JPEG 中共包括 4 种操作模式,即基于 DCT 的顺序操作模式、基于 DCT 的累进操作模式、无失真操作模式和层次操作模式。

第 5 章讨论压缩数据格式,包括交换格式、图象数据的缩略格式和表说明数据的缩略格式。

第 6 章介绍 JPEG 标准的实现原理和建议方案。读者如果希望实现 JPEG 标准,那么必

须仔细阅读这一章的内容。

第7章是本书的又一个重要部分,在这一章中给出了 JPEG 标准的完整实现代码。用户使用这里的代码可以在机器上编译,生成 JPEG 压缩和解压缩程序。

第8章阐述 MPEG 标准的基本内容。首先介绍了 MPEG 标准中用到的定义、符号和缩略语,接着给出了描述传统语法的方法,最后对 MPEG 系统、MPEG 视频和 MPEG 音频进行了概述。

第9章着重介绍 MPEG 系统。

第10章介绍 MPEG 视频,对视频编码的要求以及编码方法进行了详细讨论。

第11章讲述 MPEG 音频,介绍了音频信号的编码方法、音质模型、编码过程等。

第12章给出 MPEG 标准中 MPEG 视频的实现代码。说明了程序中每个函数的功能。

参加本书编写工作的有潘晓龙、马小虎、张明敏、严华明等。本书的第1,2,3,4章由马小虎编写;第8,9,10,11章由张明敏编写;第5,6,7,12章由潘晓龙完成。另外,参加部分工作的还有严华明等。全书由负责潘晓龙审校。

由于本书编写工作量大并且有一定的难度,故书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

需本书配套软盘(60元/套)者请与北京海淀路82号科海培训中心联系(邮编:100080,电话:62589289,62562449)或与浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室张明敏联系(邮编:310027,电话:7951045,7990451)。

编者

1996.9

目 录

第一部分 基础知识

第1章 引言	(1)
1.1 JPEG 标准	(1)
1.2 MPEG 标准	(3)
第2章 图象信息压缩基础	(5)
2.1 图象和视频数据的处理	(5)
2.1.1 图象的数学模型	(5)
2.1.2 图象和视频信号的表示	(6)
2.1.3 数字图象处理系统	(9)
2.2 图象处理技术和基本处理方法	(10)
2.2.1 图象处理技术	(10)
2.2.2 基本处理方法	(11)
2.2.3 图象处理专用硬件	(12)
2.3 图象编码	(12)
2.3.1 图象编码方法分类	(12)
2.3.2 常用编码方法	(14)
2.3.3 DCT 编码	(19)
2.4 图象压缩标准	(20)
2.4.1 活动图象压缩标准 MPEG	(21)
2.4.2 H. 261 视频压缩编码标准	(21)
2.4.3 图象和视频压缩标准专用硬件	(22)

第二部分 JPEG 标准及其实现

第3章 JPEG 标准的基本内容	(24)
3.1 定义和缩略词	(24)
3.2 符号说明	(29)
3.3 基本内容	(34)
3.3.1 JPEG 标准中定义的元素	(34)
3.3.2 编码类型	(35)
3.3.3 基于 DCT 的编码	(36)
3.3.4 无失真编码	(37)
3.3.5 操作模式	(38)
3.3.6 熵编码	(40)

3.3.7 样本精度	(40)
3.3.8 多分量控制	(40)
3.3.9 压缩数据的结构	(41)
3.3.10 图象、帧和扫描	(42)
3.3.11 小结	(42)
3.4 数学定义	(43)
3.4.1 源图象	(43)
3.4.2 源图象数据编码的顺序	(45)
3.4.3 DCT 压缩	(46)
3.4.4 点变换	(49)
3.5 无失真和层次操作模式中的算术过程	(49)
第4章 JPEG 操作模式	(50)
4.1 编码器和解码器的控制过程	(50)
4.1.1 编码器控制过程	(50)
4.1.2 解码器控制过程	(52)
4.2 基于 DCT 的顺序操作模式	(56)
4.2.1 基于 DCT 的顺序型编码过程	(56)
4.2.2 基于 DCT 的顺序解码过程	(70)
4.3 基于 DCT 的累进操作模式	(81)
4.3.1 基于 DCT 的累进型编码过程	(81)
4.3.2 基于 DCT 的累进型解码过程	(91)
4.4 无失真操作模式	(91)
4.4.1 无失真编码过程	(92)
4.4.2 无失真解码过程	(95)
4.5 层次操作模式	(95)
4.5.1 层次编码	(96)
4.5.2 层次解码	(99)
第5章 压缩数据格式	(101)
5.1 简介	(101)
5.1.1 组成单元	(101)
5.1.2 语法	(103)
5.1.3 语法图约定	(103)
5.1.4 符号、代码长度和值的约定	(104)
5.2 通用顺序和累进语法	(104)
5.2.1 高层语法	(104)
5.2.2 帧头标语法	(105)
5.2.3 扫描头标语法	(107)
5.2.4 表说明和其他标记段语法	(109)
5.2.5 定义行数目段语法	(114)
5.3 层次语法	(115)
5.3.1 高层层次模式语法	(115)
5.3.2 DHP 段语法	(115)

5.3.3 EXP 段语法	(115)
5.4 压缩图象数据的缩略格式	(116)
5.5 表说明数据的缩略格式	(116)
5.6 小结	(116)
第6章 JPEG 标准的实现原理及建议	(119)
6.1 实现要求	(119)
6.1.1 可交换格式	(119)
6.1.2 编码器	(119)
6.1.3 解码器	(119)
6.2 量化表	(120)
6.3 产生指定 Huffman 代码表的过程	(120)
6.4 Huffman 表说明和典型 Huffman 表	(124)
6.4.1 Huffman 表说明	(124)
6.4.2 典型 Huffman 表	(126)
6.5 算术编码	(136)
6.5.1 算术编码过程	(136)
6.5.2 算术解码过程	(148)
6.5.3 字节中的位序	(153)
6.5.4 算术编码器和解码器的测试序列	(153)
6.6 低通下采样滤波器(层次编码)	(166)
6.7 DCT 和空间编码技术的应用领域	(167)
6.8 累进编码模式的应用领域	(167)
6.8.1 DCT 系数的累进编码	(167)
6.8.2 层次累进方式	(168)
6.9 消除解码图象中的块-块不连续性	(169)
6.9.1 AC 预测	(169)
6.9.2 量化后的 AC 预测	(170)
6.10 逆量化的修改	(171)
6.11 点变换例子	(171)
第7章 JPEG 实现代码	(172)
7.1 简介	(172)
7.2 调用参数	(172)
7.2.1 编码器调用参数	(172)
7.2.2 解码器调用参数	(175)
7.2.3 参数范围	(177)
7.2.4 返回值	(177)
7.3 命令解释器	(177)
7.3.1 术语	(177)
7.3.2 符合规定的 JPEG 文件	(178)
7.3.3 记号	(178)
7.3.4 注解	(180)
7.3.5 打印状态	(180)

7.3.6 结构定义	(180)
7.3.7 表说明	(181)
7.3.8 打开和关闭文件	(184)
7.3.9 对要发送的表进行排队	(185)
7.3.10 写标记代码	(185)
7.3.11 Number of Lines 的定义	(186)
7.3.12 统计命令	(187)
7.3.13 参数定义	(187)
7.3.14 默认值	(188)
7.3.15 例子	(188)
7.3.16 命令解释器的使用	(191)
7.4 程序说明及代码	(191)
7.4.1 程序流程	(191)
7.4.2 C 代码及说明	(195)

第三部分 MPEG 标准及其实现

第8章 MPEG 标准的基本内容	(272)
8.1 简介	(272)
8.2 定义	(273)
8.3 符号和缩略语	(279)
8.3.1 算术操作符	(279)
8.3.2 逻辑操作符	(280)
8.3.3 关系操作符	(280)
8.3.4 按位操作符	(280)
8.3.5 赋值操作符	(281)
8.3.6 助记符	(281)
8.3.7 常量	(281)
8.4 描述位流语法的方法	(281)
8.5 MPEG 系统概述	(283)
8.5.1 多路复合操作(单元层)	(284)
8.5.2 单独流操作(包层)	(285)
8.5.3 系统参考解码器	(285)
8.6 MPEG 视频概述	(286)
8.6.1 用途	(286)
8.6.2 算法概述	(286)
8.6.3 编码	(288)
8.6.4 解码	(290)
8.6.5 编码视频位流的结构	(290)
8.6.6 算法支持的特征	(290)
8.7 MPEG 音频概述	(291)
8.7.1 编码	(291)

8.7.2 层	(292)
8.7.3 存储	(292)
8.7.4 解码	(293)
第9章 MPEG 系统	(294)
9.1 需求说明	(294)
9.1.1 编码结构和参数	(294)
9.1.2 系统目标解码器	(294)
9.1.3 系统流语法说明	(297)
9.1.4 语法域的语义定义	(299)
9.1.5 多路复合流语法	(304)
9.1.6 受限系统参数流	(305)
9.2 系统编码层概述	(306)
9.3 编码器操作	(307)
9.3.1 自由度	(307)
9.3.2 同步	(307)
9.3.3 多路复合	(309)
9.3.4 由解码器缓冲引起的编码器约束	(309)
9.3.5 流特征	(310)
9.3.6 填补流	(311)
9.3.7 插入私有数据	(311)
9.4 解码器操作	(311)
9.4.1 解码器同步	(312)
9.4.2 解码器启动同步	(313)
9.4.3 解码器中的缓冲区管理和维护	(315)
9.4.4 时间标识	(315)
9.5 CD-ROM 多路复合参数	(316)
9.6 ISO/IEC 11172 多路复合流例子	(317)
9.6.1 音频	(317)
9.6.2 视频	(317)
9.6.3 多路复合策略	(317)
9.6.4 系统时钟参照(SCR)	(318)
9.6.5 表示时间戳(PTS)	(319)
9.6.6 解码时间戳(DTS)	(320)
9.6.7 缓冲区大小	(320)
9.6.8 遵守系统目标解码器(STD)规定	(320)
9.6.9 数据流例子	(322)
第10章 MPEG 视频	(329)
10.1 需求说明	(329)
10.1.1 编码结构和参数	(329)
10.1.2 编码视频位流语法说明	(331)
10.1.3 视频位流语法	(336)
10.1.4 视频解码过程	(344)

10.2	8×8 逆向 DCT	(351)
10.3	可变长代码表	(351)
10.3.1	宏块寻址	(351)
10.3.2	宏块类型	(352)
10.3.3	宏块图案	(353)
10.3.4	运动向量	(354)
10.3.5	DCT 系数	(355)
10.4	视频缓冲检验器(VBV:Video Buffering Verifier)	(359)
10.5	视频编码	(361)
10.5.1	引言	(361)
10.5.2	概述	(361)
10.5.3	预处理	(366)
10.5.4	模型解码器	(370)
10.5.5	MPEG 视频位流语法	(371)
10.5.6	MPEG 视频的编码	(385)
10.5.7	编码 MPEG 视频	(411)
10.5.8	后处理	(413)
第11章	MPEG 音频	(415)
11.1	需求说明	(415)
11.1.1	编码音频位流语法说明	(415)
11.1.2	音频位流语法的语义	(420)
11.1.3	音频解码过程	(432)
11.2	流程图和结构图	(440)
11.3	编码过程	(445)
11.3.1	编码器	(445)
11.4	错误敏感性(sensitivity)	(472)
11.4.1	简介	(472)
11.4.2	层Ⅰ和层Ⅱ	(472)
11.4.3	层Ⅲ	(472)
11.5	错误隐蔽	(473)
11.6	联合立体声编码	(474)
11.6.1	强度立体声编码层Ⅰ和层Ⅱ	(474)
11.6.2	ms_stereo 和强度立体声编码层Ⅲ	(474)
第12章	MPEG 实现代码	(477)
12.1	简介	(477)
12.2	调用参数	(477)
12.2.1	编码器	(477)
12.2.2	解码器	(481)
12.2.3	程序跟踪	(481)
12.2.4	返回值	(485)
12.3	程序解释器	(485)
12.3.1	术语	(485)

12.3.2	记号	(486)
12.3.3	注解	(487)
12.3.4	退出	(487)
12.3.5	结构定义	(487)
12.3.6	无效命令	(488)
12.3.7	打印命令	(489)
12.3.8	算术命令	(489)
12.3.9	堆栈命令	(490)
12.3.10	内存访问命令	(490)
12.3.11	程序访问命令	(490)
12.3.12	标号和等价符	(491)
12.3.13	分支命令	(491)
12.3.14	保留的存储器位置	(491)
12.3.15	保留的程序位置	(493)
12.3.16	命令列表	(493)
12.3.17	例子	(494)
12.3.18	使程序解释器起作用:1 个例子	(496)
12.4	程序说明及代码	(497)
12.4.1	程序功能	(497)
12.4.2	功能描述和 C 程序代码	(498)
参考文献		(558)

第一部分 基础知识

第1章 引言

多媒体计算机系统是90年代计算机发展的一个主流方向,应用多媒体技术是90年代计算机系统的时代特征,专家们预测,多媒体技术的蓬勃发展将会导致计算机系统的又一次革命。

多媒体计算机系统技术是面向3D图形、立体声和彩色全屏幕运动画面的处理技术。为了达到令人满意的视频画面质量和听觉效果,必须对视频信号和音频信号进行实时处理。实现实时处理的首要问题是如何解决计算机系统对庞大的视频和音频信号数据的传输和存储。

1.1 JPEG 标准

80年代以来,随着图象处理应用的日益发展,各种图象压缩的软硬件产品纷纷面市。在基本不影响图象质量的前提下,压缩比可达到10:1到50:1之间。但是,仅有压缩技术是不够的,因为涉及存储或传送的数字图象应用系统种类繁多,分布很广。为了使不同厂商的产品具有兼容性,各公司和一些研究单位都非常重视建立通用的图象压缩标准。国际电报电话咨询委员会(CCITT)建议的二值图象压缩标准CCITT Fax G3和CCITT Fax G4就是两个典型的例子,这两个标准规定了传真机的图象编码方法,对于厂商保持产品的标准化和兼容性提供了极大的方便。Fax G3仅处理二值图象,对连续色调的彩色图象并不适用。

国际标准化组织(ISO)于1980年建立了第8工作组专门研究图象编码。1986年,CCITT和ISO两个国际组织建立联合图片专家组(Joint Photographic Experts Group,简称JPEG),其任务是建立第一个适用于连续色调图象压缩的国际标准。JPEG组织在ISO内的号码为JTC1/SC2/WG10,JPEG与CCITT第8工作组密切协作,共同完成标准的制定任务。

JPEG的目标是开发一种用于连续色调图象压缩的方法,这种方法必须满足以下4点要求:

- (1) 应用当时的先进图象压缩技术。在保证压缩率的同时,图象质量要好,即失真程度要在一定的范围之内。编码器的参数中应包括控制压缩比和图象质量的成分。
- (2) 适用于所有的连续色调图象,不对图象的尺寸、彩色空间和像素纵横比等特性进行限制,也不应对图象的场景内容(如复杂性、彩色范围或统计特性)有任何限制。
- (3) 具有适中的计算复杂性,从而使得压缩算法既可用软件实现,也可用硬件实现,并且具有较好的性能。

(4) 具有下述 4 种操作模式:

- 顺序编码
- 累进编码
- 无失真编码
- 层次编码

根据 JPEG 的要求,研究人员提出了 12 种建议方案。1986 年 6 月,在 Copenhagen 电话公司研究实验室对最初的 12 个方案进行评估,评估的根据主要是图象质量,最后选出如下 3 种方案:

- 自适应离散余弦变换(Adaptive Discrete Cosine Transform,简称 ADCT)
- 自适应二进制算术编码器(Adaptive Binary Arithmetic Coder,简称 ABAC)
- 块分离的累进编码(Block Separated Progressive Coding,简称 BSPC)

在这次测试中,对 10 种有效的建议算法进行了测试。测试时使用 4 个标准测试图象,要求建议的算法把图象压缩率为 0.25,0.75 和 4 位/像素。

JPEG 专家组对所产生的 120 幅图象的质量进行了评价,结果是:ADCT 建议在 0.75 位率时图象质量最好,在这种情形下,对多种应用都能产生较好的图象质量。ABAC 建议在 0.25 位率时效果最佳,它更适用于诸如图象数据库之类需要快速查找的应用。

继 1986 年的第 1 轮测试后,于 1988 年 1 月又对剩下的 3 个建议(ADCT、ABAC 和 BSPC)进行了第 2 轮测试。这次 JPEG 专家组对参加测试的 3 个算法提出了更高的要求。要求压缩率为 0.08,0.25,0.75 和 2.25 位/像素,选择了 5 幅新的测试图象。根据这个规定,共产生了 60 幅压缩图象($3 \times 4 \times 5$)。

JPEG 专家组的 31 名专家对这 60 幅图象分别进行打分,并且为了保证公正性,专家们在打分时并不知道特定图象所用的算法种类。

为了排除随机性,打分过程共进行了 4 轮。结果如图 1.1 所示。从图中不难看出,ADCT 是最佳方案。

根据 1988 年 1 月的测试结果,JPEG 专家组一致同意以 ADCT 为基础提出一个 ISO 标准草案,该标准草案于 1990 年 3 月得到通过,并把这个标准草案命名为 JPEG。1992 年 JPEG 正式成为国际标准,编号为 ISO/IEC 10918。

JPEG 标准中定义了两种不同性能的系统:基本系统(Baseline System)和扩展系统(Extended System)。

基本系统采用顺序工作方法,在熵编码阶段使用 Huffman 编码方法来降低冗余度,解码器只存储两个 Huffman 表。扩展系统提供增强功能,它是基本系统的扩展,使用累进方式工作,编码过程采用自适应的算术编码。

之所以在 JPEG 中定义两种性能不同的系统,主要是考虑到 JPEG 设备的兼容性和实现的方便性。每个标准解码器都应该能解释用基本系统编码方法编码的数据。在扩展系统中,仅当编码器和解码器都配置相应的选择项时才具有增强功能(如累进工作方式和算术编码)。

为了加快 JPEG 压缩算法的执行时间,C-Cube 公司专门推出了 C-Cube CL550 芯片。CL550 是一种单芯片图象压缩解压缩处理器,它能以视频速率对灰度图象和彩色图象进行

编码和解码,图象压缩比率由片上量化表控制,比率可在 8:1 到 100:1 之间变化。

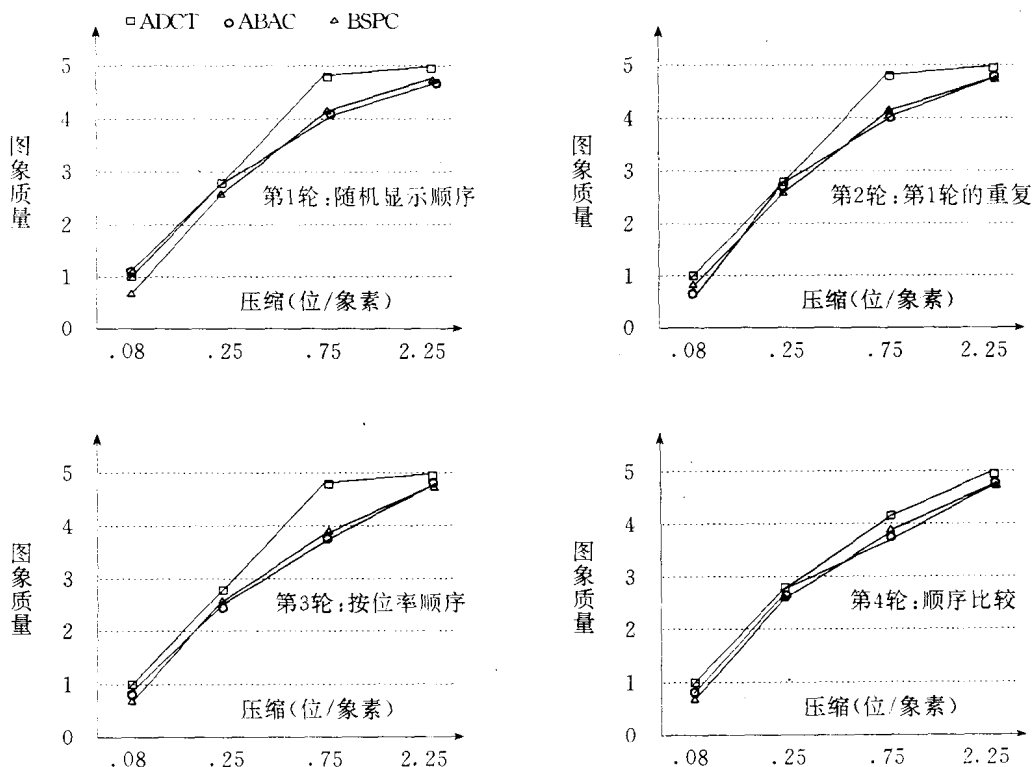


图 1.1 1988 年 1 月的测试结果

1.2 MPEG 标准

ISO 于 1988 年设立了活动图象专家组,该专家组是国际标准化组织 IEC/JTC1/SC2/WG11 的一个小组,其任务是研制视频压缩、音频压缩及多种压缩数据流的复合和同步方面的国际标准。制定标准的过程分为 3 个阶段:需求分析,多方案竞争和汇总。参加竞争的包括来自美国、日本、法国、德国、荷兰等国家的近 20 个公司或研究机构,其中美国有 AT&T、Intel、C-Cube Microsystem、IBM 等,日本有 JVC Corp.、Sony Corp.、Mitsubishi EC 等 7 家单位。经过两年多的努力,终于在 1990 年 10 月提出了标准草案,并把这个标准命名为 MPEG。

实际上,1990 年公布的 MPEG 标准应称为 MPEG-1,它适用于位率 0.9—1.5Mb/s。1991 年,MPEG 组织开始研究更高位率的标准,称为 MPEG-2,它适用于位率 5—10Mb/s,从而可用于高品质广播电视。MPEG-2 和 MPEG-1 除位率不同外,其他基本上没什么差别,下面如果不作特别说明,所讨论的 MPEG 均指 MPEG-1。

MPEG 标准主要包括以下三方面的内容:

- (1) MPEG 系统(视频压缩、音频压缩和多种压缩数据流的复合和同步)。
- (2) MPEG 视频(对 0.9—1.5Mb/s 位率的视频信号进行压缩)。

(3) MPEG 音频(对位率为 64Kb/s 和 192Kb/s 的数字声音信号进行压缩)。

MPEG 标准的任务是将视频信号和与其相伴的音频信号在一个可以接受的品质要求下压缩成位率为 0.9—1.5Mb/s 的位流。

MPEG 标准有多种相应的硬件芯片,一个典型例子为 C-Cube CL450 视频解码器,它能提供全活动视频处理能力,而且价格相对较低。

第2章 图象信息压缩基础

据统计,人类感觉器官接受的各类信息中,约有75%是通过视觉系统获取的。图象能给人们展示出直观而具体的立体彩色形象,这是语音所无法比拟的。多媒体系统必须能处理图形、文字、图象、视频和声音等媒体,图象和视频能力是多媒体系统的重要组成部分。数字图象和视频的表示需要大量的数据,由于图象存储时所需的存储空间特别大且图象传输时数码率非常高,故需要对图象信息进行压缩编码。本章介绍图象处理和图象压缩的基础知识。

2.1 图象和视频数据的处理

2.1.1 图象的数学模型

图象信息在数学上可表示为:

$$I=f(x,y,z,t,\lambda) \quad (2-1)$$

其中, (x,y,z) 是三维空间坐标, t 代表时间,当 t 变化时,形成活动图象; λ 是波长,它对图象类型产生影响。利用医学上的X射线($\lambda=0.03-3\text{nm}$)可得到医学图象;用红外线和可见光($\lambda=0.38-10\mu\text{m}$)可得到卫星遥感图象;用更长的波长可得到微波和超声图象。

活动图象在计算机动画、视频技术和电视中广泛应用。它由多幅图象组成,其中每幅图象称为一帧,而帧出现的频率即为帧速率(fr)。当 $fr=10\text{Hz}$ 时(即每秒10帧),就可以得到连续运动的图象,这种速率的图象可通过窄的信道传输,而接收到的活动图象有明显的闪烁现象。当 $fr=25-30\text{Hz}$ 时,观察者就不能区分出单个离散帧,这种速率一般用于隔行扫描的电视技术中(HDTV系统采用的显示速率为 $50-60\text{Hz}$,非隔行)。当 $fr=60-120\text{Hz}$ 时,基本上没有闪烁现象,高质量图形工作站的监视器通常使用这种帧速率。

从式(2-1)可知,图象信息是一个多维函数,对于指定 λ 范围内的静态图象而言,式(2-1)可简化为:

$$I=f(x,y) \quad (2-2)$$

其中, $a \leq x \leq b$, $c \leq y \leq d$, a, b, c, d 为正整数。

$(d-c)/(b-a)$ 定义为图象纵横比, $\Delta y/\Delta x$ 称为象素纵横比。在计算机图形和图象处理领域中,象素纵横比一般为1,但对于绝大多数TV标准(如PAL, NTSC和HDTV),该值往往不为1。表2.1给出了象素纵横比不为1的几种情况。

表 2.1 不同图象纵横比举例

象素纵横比	例 子
3.00:2.00	TV
2.00:3.00	35mm 彩色胶卷
1.41:1.00	350-A-paper 格式