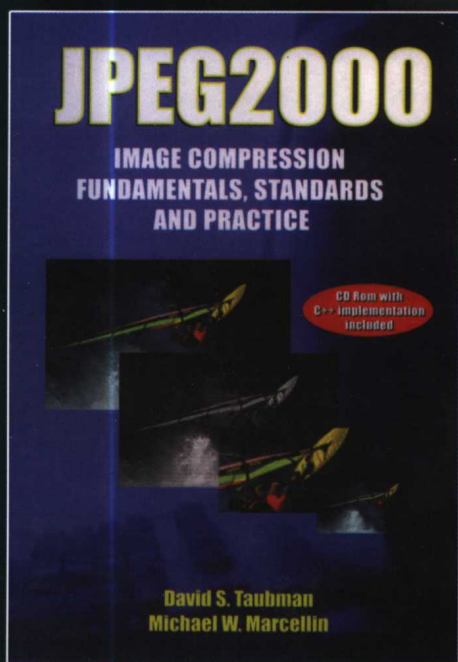


JPEG2000

图像压缩基础、标准和实践

JPEG2000

Image Compression Fundamentals, Standards and Practice



[美] David S. Taubman 著
Michael W. Marcellin

魏江力 柏正尧 等译

赵保军 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

JPEG2000 图像压缩基础、标准和实践

**JPEG2000 Image Compression
Fundamentals, Standards and Practice**

【美】David S.Taubman Michael W.Marcellin 著

魏江力 柏正尧 等译

赵保军 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分为四个部分,可以满足不同读者的需要。第 1 部分提供图像压缩基础的全面、最新的背景知识,第 2 部分包括 JPEG2000 标准的一个完整的描述。第 1、2 部分互为补充,解释说明了 JPEG2000 标准和现代图像压缩技术。第 3 部分致力于实现和开发 JPEG2000 标准,包括对面向应用的软件和硬件的指导方针、建议和分析。第 4 部分描述了其他一些重要的图像压缩标准,例如 JPEG 和 JPEG-LS。

本书可作为高年级本科生或研究生图像压缩课程的教材,是通信、图像处理、信号处理、信息理论和多媒体等领域专业工程师和学者的必备参考书。也可供从事多媒体、因特网和医学影像开发软件和硬件解决方案的工程技术人员学习参考。

Copyright © 2001 Kluwer Academic Publishers.

本书中文简体专有翻译出版权由美国 Kluwer Academic Publishers 授予电子工业出版社。
该专有出版权受法律保护。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2003-4012

图书在版编目(CIP)数据

JPEG2000 图像压缩基础、标准和实践 / (美)陶布曼(Taubman,D.S.)等著;魏江力,柏正尧译.

北京:电子工业出版社,2004.4

(国外计算机科学教材系列)

书名原文: JPEG2000: Image Compression, Fundamentals, Standards and Practice

ISBN 7-5053-9814-8

I. J... II. ①陶...②魏...③柏... III. 图像处理—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 028841 号

责任编辑: 杨丽娟 王羽佳

印 刷: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 34.5 字数: 883 千字

印 次: 2004 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元(含光盘一张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

教材出版委员会

- | | | |
|-----|-----|---|
| 主 任 | 杨芙清 | 北京大学教授
中国科学院院士
北京大学信息与工程学部主任
北京大学软件工程研究所所长 |
| 委 员 | 王 珊 | 中国人民大学信息学院院长、教授 |
| | 胡道元 | 清华大学计算机科学与技术系教授
国际信息处理联合会通信系统中国代表 |
| | 钟玉琢 | 清华大学计算机科学与技术系教授
中国计算机学会多媒体专业委员会主任 |
| | 谢希仁 | 中国人民解放军理工大学教授
全军网络技术研究中心主任、博士生导师 |
| | 尤晋元 | 上海交通大学计算机科学与工程系教授
上海分布计算技术中心主任 |
| | 施伯乐 | 上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授
中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长 |
| | 邹 鹏 | 国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师
教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员 |
| | 张昆藏 | 青岛大学信息工程学院教授 |

译 者 序

JPEG 作为静态图像压缩标准，在数字图像领域中得到了广泛而成功的应用。但是，随着人们对图像压缩性能、处理灵活性、功能性等多方面有进一步要求，联合图片专家组(Joint Photographic Experts Group)于 2000 年开发出 JPEG2000，以作为 JPEG 的后继者。JPEG2000 采用小波变换和位平面熵编码器，可获得当今最先进的压缩性能。利用 JPEG2000，可以不需要解压缩整个文件而抽取各种分辨率、质量、分量或空间区域。相比 JPEG 而言，它具有：在相同压缩质量下更高的压缩比；可按需要的渐进方式进行渐进传输；可定义感兴趣区域，以允许其更高的压缩质量；可进行有损或无损压缩选择；具有错误恢复功能；可对码流进行随机访问以识别所传输的数据等许多更优异的性能。

JPEG2000 可广泛应用于通信、图像处理、信号处理、信息理论和多媒体等领域中，具体而言如因特网、移动电话或 PDA、监控及安全系统、医学成像、数码相机、打印机、扫描仪、卫星图像、文档及图像存储等方面。JPEG2000 和 JPEG 相比优势明显，且向下兼容，取代传统的 JPEG 格式指日可待。

目前国内介绍 JPEG2000 的书籍和资料比较少，鉴于此，我们翻译了这本书，以期望对 JPEG2000 在国内的推广和使用尽一份绵薄之力。

本书系统阐述了图像压缩背景知识、JPEG2000 标准基本内容，并从软件和硬件方面对 JPEG2000 标准的实现和应用给出了指导思想、分析和建议，并对其他较关键的图像压缩标准进行了描述。本书的作者之一戴维·S·陶布曼(David S.Taubman)分别于 1992 年和 1994 年在加州大学伯克利分校电机工程系获得硕士和博士学位，目前是悉尼新南威尔士大学电子工程和电信学院高级讲师、教授。他还是 IEEE 编辑、ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 (JPEG)成员、《IEEE 图像处理汇刊》(IEEE Transactions on Image Processing)编委。本书的另一作者迈克尔·W·马塞林(Michael W.Marcellin)分别于 1985 年和 1987 年在得克萨斯州 A&M 大学电机工程系获得硕士和博士学位。从 1988 至今为亚利桑那大学电机及计算机系教授，并且是信号处理及编码实验室主任、IEEE 会员、《IEEE 图像处理汇刊》编委。他是 JPEG2000 技术的主要贡献者之一，在 JPEG2000 标准制订的整个过程中，他主持了 JPEG2000 验证模型特别小组。该小组负责 JPEG2000 算法的软件实现。

本书由魏江力、柏正尧合作翻译，由赵保军教授统校定稿。张怀利、胡伟东、王春柏、沈利军、谢志宏、徐有根、梁富林、石俊生、高振斌、刘洲峰、曾海彬、刘莉、于海南、王小艺、李涛、李昱波等参加了翻译、校对和制图工作。在翻译过程中，我们参阅了大量图像领域资料，有些术语目前尚无固定译法，例如“tile”一词，有人译为

“图像片”，但因为常将“tiling”译为“拼接”，所以书中采用“拼接块”。另外，为了避免混淆，对一些常用词采用了不同的译法，例如“symbol”，通常译为“符号”，但为了与“sign”区别开来，将“symbol”译为“记号”。虽然我们投入大量精力，但由于 JPEG2000 采用了许多新技术，所以一些用语还有待商榷，并且书中可能还有一些不当和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

译 者

2004 年 1 月

序 言

JPEG2000 是由联合图片专家组 (JPEG) 开发的国际标准的最新版本。最初的 JPEG 图像压缩标准已经应用于广泛的领域中, 包括因特网、数码相机、打印机和扫描设备等。图像压缩在现代多媒体通信中具有核心地位, 并且压缩的图像可证明为代表当今因特网通信量中的主导资源。在其许多应用领域中, JPEG2000 可作为 JPEG 的后继者。它的出现主要得自于对压缩图像表示的需要, 要求压缩图像表示提供现代应用中所需求的不断增加的特征, 同时还提供更卓越的压缩性能。

本书可满足广大读者的需要, 并通过提供能够有效开发其功能的工具, 来帮助实现 JPEG2000 标准。本书分为四个部分, 并附带一个关于标准的全面的软件实现。第 1 部分提供关于标准的理论基础和基本算法的详细背景知识。虽然最初 JPEG 标准的基本原理在许多现有工作中得到详细说明, 但是 JPEG2000 采用基本不同的途径和最近开发的技术来实现其目的。本书的第 1 部分深入涉及了多个主题范围, 这些主题以前还没有在哪本书中集中讨论过。这部分不仅提供了 JPEG2000 标准的背景, 而且可以满足对现代图像压缩技术感兴趣的院校师生们的需要。

本书的第 2 部分致力于全面描述 JPEG2000 标准。该材料可作为标准实现者详尽的参考。作者通过叙述 JPEG2000 开发中的方方面面, 来阐明 JPEG2000 第 1 部分中的所有技术课题。对第 2 部分 (扩展部分) 的说明则稍简要些。本书的第 1、2 部分互为补充。本书对许多关键概念提供了至少两种不同的视角, 第 1 部分更靠近理论, 而第 2 部分则更实际一些。本书的第 2 部分力求提供对标准的一个可实现的描述, 不需要通过学习第 1 部分中理论性较强的材料就可以理解。

本书的第 3 部分对实现和有效利用标准做了一些实践上的考虑。其目的是介绍作者通过投身于标准开发 (包括软件和硬件实现策略, 以及指导为不同的应用选择最合适的参数) 所获得的一些知识。此部分还涉及兼容测试和相关课题。

本书的第 4 部分即最后部分介绍其他的图像压缩标准, 例如 JPEG 和 JPEG-LS。这些材料有两方面用途。首先, 这些简单而较多的标准可提供关于一些图像压缩技术 (在本书的第 1 部分中涉及) 在优秀实践中的示例, 这些技术在 JPEG2000 中没有出现。其次, 在两个最为重要的应用领域: 即连续色调图像的有损和无损压缩中, JPEG 和 JPEG-LS 可作为 JPEG2000 最重要的替代技术。在一些情形下, 当可伸缩性和可访问性并不重要时, 使用 JPEG2000 代替 JPEG 或 JPEG-LS 有点大材小用。本书的第 4 部分指导应用程序开发者如何避免这种浪费。

本书还包括一张光盘, 其中包括关于 Kakadu 软件工具的文档、二进制代码及所有源代码。该软件提供了 JPEG2000 第 1 部分的一个完整的 C++ 实现, 演示了书中所描述

的许多原理。书中多处参考了该软件，它可作为一个附加的资源，用以理解标准的复杂和细微之处。反过来，该软件也多次引用本书内容，配合本书所采用的术语和记法。**Kakadu** 软件工具已经得到许多公司的商业授权。非商业授权由新南威尔士大学单独发售。该软件也可在购买本书时获得。本书所具有的非商业授权副本可在封底找到。规定还允许适当地鼓励由大学（图书馆中拥有本书）进行公司授权。关于这方面的更多信息，可参照该光盘和所附授权申明。

致 谢

本项工作的完成得益于多人的合作。谨向在 JPEG 工作小组 WG1 中的同事们致以我们诚挚的谢意。他们团结协作，尽心尽力，决心实现此迎合当今世界通信需求的新标准，最终形成了 JPEG2000。特别感谢为该标准不知疲倦的编辑 Martin Boliek，感谢他在发起标准化过程中所起的重要作用，以及他对 JPEG2000 技术文档形成及内容充实所做的大量而持续的工作。感谢 WG1 的负责人 Daniel Lee，以及合作编辑 Eric Majani 和 Charis Christopoulos，他们辛勤的劳动使该标准步入正轨。还要特别感谢 Thomas Flohr，他对 JPEG2000 验证模型软件有突出贡献。

还要对许多鼓励我们进行此项工作的人表示谢意，特别是 Michael Gormish, Jim Andrew 和 Ali Bilgin，他们的反馈信息大大地提高了本文的质量。最后感谢来自我们的妻子和家庭的鼓励、爱护和支持，她们宽宏大量，作出牺牲，是我们写作的力量源泉。

目 录

第 1 部分 基 本 原 理

第 1 章 图像压缩概述	3
1.1 基本概念	3
1.1.1 数字图像	3
1.1.2 无损和有损压缩	4
1.1.3 压缩度量	6
1.2 利用冗余性	7
1.2.1 统计冗余性	7
1.2.2 不相关性	8
1.3 压缩系统的组成单元	9
1.3.1 结构的重要性	9
1.3.2 编码	10
1.3.3 量化	11
1.3.4 变换	11
1.4 可选择的结构	12
第 2 章 熵和编码方法	16
2.1 信息与熵	16
2.1.1 数学预备知识	16
2.1.2 熵的概念	19
2.1.3 Shannon 无噪声信源编码定理	23
2.1.4 Elias 编码	25
2.2 可变长度编码	30
2.2.1 Huffman 编码	33
2.2.2 Golomb 编码	37
2.3 算术编码	40
2.3.1 有限精度实现	40
2.3.2 二进制编码与解码	43
2.3.3 长度指示终止	45
2.3.4 无乘法器的变化形式	46
2.3.5 自适应概率估计	51

2.3.6 其他变化形式	55
2.4 图像编码工具	55
2.4.1 环境自适应编码	56
2.4.2 预测编码	58
2.4.3 游长编码	58
2.4.4 四叉树编码	59
2.5 进一步阅读	60
第3章 量化	61
3.1 率失真理论	61
3.1.1 信源代码	61
3.1.2 互信息与率失真函数	62
3.1.3 连续随机变量	63
3.1.4 相关过程	67
3.2 标量量化	68
3.2.1 Lloyd-ax 标量量化器	69
3.2.2 Lloyd-Max 标量量化器的性能	72
3.2.3 熵编码标量量化	73
3.2.4 熵编码标量量化器的性能	75
3.2.5 标量量化器性能总结	77
3.2.6 嵌入标量量化	77
3.2.7 嵌入恒域量化	79
3.3 差分脉冲编码调制	80
3.4 矢量量化	82
3.4.1 VQ 的分析	84
3.4.2 广义 Lloyd 算法	88
3.4.3 矢量量化的性能	88
3.4.4 树结构矢量量化	89
3.5 格子编码量化	91
3.5.1 格子编码	91
3.5.2 固定码率 TCQ	94
3.5.3 Viterbi 算法	95
3.5.4 固定码率 TCQ 的性能	96
3.5.5 TCQ 中的误差传递	98
3.5.6 熵编码 TCQ	98
3.5.7 预测 TCQ	100
3.6 进一步阅读	100
第4章 图像变换	101
4.1 线性块变换	101
4.1.1 绪论	101

4.1.2 Karhunen-Loeve 变换	106
4.1.3 离散余弦变换	109
4.2 子带变换	112
4.2.1 矢量卷积	112
4.2.2 多相转移矩阵	113
4.2.3 滤波器组解释	114
4.2.4 矢量空间解释	117
4.2.5 迭代子带变换	123
4.3 用于压缩的变换	127
4.3.1 直观的观点	128
4.3.2 编码增益	130
4.3.3 率失真理论	135
4.3.4 心理视觉性质	138
第 5 章 率控制方法	145
5.1 更多直观知识	145
5.1.1 一个简单的例子	145
5.1.2 特别的方法	147
5.2 优化率分配	147
5.3 量化问题	149
5.4 理论改进	151
5.4.1 非负码率	151
5.4.2 离散码率	152
5.4.3 连续码率情况的更好建模	152
5.4.4 失真模型分析	154
5.4.5 仍然存在的局限性	157
5.5 自适应码率分配	158
第 6 章 滤波器组与小波	161
6.1 经典滤波器组的结果	161
6.1.1 简短的历史回顾	161
6.1.2 QMF 滤波器组	161
6.1.3 二通道 FIR 变换	164
6.1.4 多相因式分解	170
6.2 小波变换	172
6.2.1 小波与多分辨率分析	172
6.2.2 离散小波变换	178
6.2.3 推广	180
6.3 小波的构造	182
6.3.1 来自子带变换的小波	182
6.3.2 设计过程	190

6.3.3 压缩考虑	195
6.4 提升与可逆性	197
6.4.1 提升结构	197
6.4.2 可逆变换	200
6.4.3 因子分解方法	202
6.4.4 奇数长度对称滤波器	205
6.5 边界处理	207
6.5.1 信号延拓	207
6.5.2 对称延拓	208
6.5.3 边界与提升	209
6.6 进一步阅读	211
第 7 章 零树编码	212
7.1 子带系数谱系	212
7.2 子带系数的显著性	213
7.3 EZW	214
7.3.1 显著性过程	215
7.3.2 改进过程	216
7.3.3 EZW 记号的算术编码	217
7.4 SPIHT	219
7.4.1 SPIHT 谱系 (Genealogy)	219
7.4.2 SPIHT 中的零树	219
7.4.3 SPIHT 中的表	220
7.4.4 编码过程	220
7.4.5 SPIHT 算法	221
7.4.6 SPIHT 记号的算术编码	223
7.5 零树压缩的性能	224
7.6 定量描述父亲-孩子编码增益	226
第 8 章 带有嵌入式块编码的高度可伸缩压缩	228
8.1 嵌入与可伸缩性	228
8.1.1 分散原理	228
8.1.2 可伸缩性与排序	229
8.1.3 EBCOT 范例	232
8.2 优化截断	235
8.2.1 PCRD-OPT 算法	235
8.2.2 实现建议	240
8.3 嵌入块编码	242
8.3.1 位平面编码	243
8.3.2 位平面的条件编码	245
8.3.3 动态扫描	251

8.3.4 四叉树编码方法	256
8.3.5 失真计算	261
8.4 摘要质量层	263
8.4.1 从位平面到层	263
8.4.2 管理开销	265
8.5 实验比较	270
8.5.1 JPEG2000 与 SPIHT	270
8.5.2 JPEG2000 与 SBHP	274

第 2 部分 JPEG2000 标准

第 9 章 介绍 JPEG2000	279
9.1 历史展望	279
9.2 JPEG2000 特征集	285
9.2.1 压缩一次: 多种解压缩方式	286
9.2.2 压缩域图像处理/编辑	287
9.2.3 渐进性	287
9.2.4 低位深度图像	288
9.2.5 感兴趣编码区域	289
第 10 章 样本数据变换	290
10.1 结构概述	290
10.2 彩色变换	292
10.2.1 ICT 定义	292
10.2.2 RCT 定义	293
10.3 小波变换基础	294
10.3.1 双通道基块	294
10.3.2 2D DWT	297
10.3.3 分辨率和分辨率级别	299
10.3.4 交织视图	299
10.4 小波变换	300
10.4.1 不可逆 DWT	300
10.4.2 可逆 DWT	301
10.5 量化和界定	303
10.5.1 不可逆过程	303
10.5.2 可逆处理	306
10.6 ROI 调整	307
10.6.1 可伸缩性优先权	307
10.6.2 最大平移方法	309
10.6.3 对编码的影响	309
10.6.4 区域映射	310

第 11 章 样本数据划分	312
11.1 画布中的分量	312
11.2 画布上的拼接块	313
11.2.1 拼接块划分	314
11.2.2 拼接块分量和区域	315
11.2.3 画布中的子带	316
11.2.4 分辨率和伸缩	317
11.3 编码块和分区	318
11.3.1 分区划分	319
11.3.2 子带划分	320
11.3.3 分区和包	322
11.4 空间操作	323
11.4.1 任意剪切	323
11.4.2 旋转和翻转	324
第 12 章 样本数据编码	328
12.1 MQ 编解码器	328
12.1.1 MQ 编解码器概述	328
12.1.2 编码过程	330
12.1.3 解码过程	333
12.2 嵌入块编码	335
12.2.1 概述	335
12.2.2 状态信息	337
12.2.3 扫描与邻域	338
12.2.4 编码过程	339
12.2.5 解码过程	341
12.3 MQ 码字终止	343
12.3.1 简单终止	344
12.3.2 截断长度	345
12.4 模式变化	349
12.4.1 单个模式开关	349
12.4.2 用于编码器并行性的模式	352
12.4.3 用于错误恢复的模式	353
12.5 包构成	356
12.5.1 包流结构	356
12.5.2 包的剖析	357
12.5.3 包标头	358
12.5.4 长度编码	361
第 13 章 码流语法	363
13.1 码流组织	363

13.2 标头	371
13.2.1 主标头	371
13.2.2 拼接块标头	372
13.2.3 拼接块部分标头	373
13.2.4 包标头	375
13.3 标记和标记段	375
13.3.1 码流起始 (SOC)	376
13.3.2 拼接块起始 (SOT)	376
13.3.3 数据起始 (SOD)	378
13.3.4 码流结束 (EOC)	378
13.3.5 图像和拼接块大小 (SIZ)	378
13.3.6 默认编码形式 (COD)	379
13.3.7 编码形式分量 (COC)	382
13.3.8 默认量化 (QCD)	383
13.3.9 量化分量 (QCC)	385
13.3.10 感兴趣区域 (RGN)	385
13.3.11 渐进顺序改变 (POC)	386
13.3.12 拼接块部分长度: 主标头 (TLM)	389
13.3.13 包长度: 主标头 (PLM)	390
13.3.14 包长度: 拼接块部分 (PLT)	392
13.3.15 打包的包标头: 主标头 (PPM)	393
13.3.16 打包的包标头: 拼接块部分 (PPT)	394
13.3.17 包起始 (SOP)	394
13.3.18 包标头结束 (EPH)	395
13.3.19 分量配准 (CRG)	395
13.3.20 注释 (COM)	397
第 14 章 文件格式	398
14.1 文件格式组织	398
14.2 JP2 框	400
14.2.1 JPEG2000 SIGNATURE 框	400
14.2.2 FILE TYPE 文件类型框	401
14.2.3 JP2 HEADER 框	401
14.2.4 连续码流框	410
14.2.5 IPR 框	410
14.2.6 XML 框 (多个)	410
14.2.7 UUID 框 (多个)	410
14.2.8 UUID INFO 框 (多个)	410
14.3 讨论	412
第 15 章 第 2 部分扩展	413