

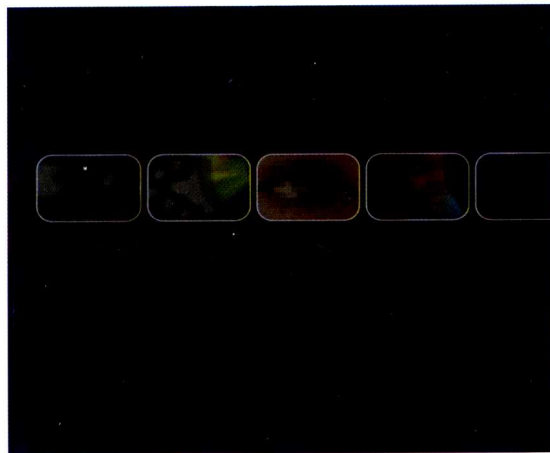


国外高校电子信息类优秀教材

# 压缩视频通信

〔美〕 A. H. 萨达卡 著

(翻译版)



 科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

国外高校电子信息类优秀教材(翻译版)

# 压缩视频通信

〔美〕A. H. 萨达卡 著

卢燕飞 尉明明 蒋笑冰 译  
冯玉珉 审

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

A. H. 萨达卡博士所著的这本《压缩视频通信》是一本理论和实践相结合的多媒体视频压缩通信的最新著作。

本书包括6章,在前4章的论述中,首先对编码算法进行了分类论述;然后介绍了对视频通信流量的控制,深入介绍了按优先级信息丢失、降低分辨率等速控方法。进一步论述了差错恢复机制,重点介绍了复制MV信息、INTRA更新等方法。后两章分别讨论了视频压缩通信在移动IP网应用中的解决方案及对网间通信时遇到的编码制式不同所带来的问题,归纳了视频转换编码的机制和质量分析。本书对视频处理效果选用ITU-T测试序列,进行了严谨的主客观评价。

本书内容充实,系统性、专业性强,概念清晰,数据完备,体现了当前的新成果及热门应用。可作为信息与通信专业的高年级本科生及研究生参考书,也可作为广大多媒体处理与通信研究人员的参考或培训教材。

English reprint copyright © 2004 by Science Press and John Wiley & Sons, Ltd.

**Compressed Video Communications**, by Abdul H. Sadka

Copyright © 2002 by John Wiley & Sons, Ltd.

Authorized reprint of the edition published by John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, and Toronto. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons, Inc.

## 图书在版编目(CIP)数据

压缩视频通信/(美)A. H. 萨达卡(A. H. Sadka)著;卢燕飞,尉明明,蒋笑冰译. —北京:科学出版社,2004

国外高校电子信息类优秀教材(翻译版)

ISBN 7-03-013833-3

I. 压… II. ①萨…②卢…③尉…④蒋… III. 图像通信-高等学校-教材  
IV. TN919.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第079386号

责任编辑:匡敏 贾瑞娜 / 责任校对:鲁素

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年8月第一版 开本:B5(720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张:14 1/2

印数:1—3 000 字数:275 000

定价:32.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

## 译者的话

十几年来,多媒体通信在世界范围内能得以迅速发展并不断推出新的视讯业务,主要在于视频图像的压缩编码以及多种改进业务质量的数字处理技术的不断发展。近些年来,图像视频的网络多媒体业务,随着新一代通信网的发展应运而生,如何将优质业务提供给广大用户或各种专业应用,仍是视频界研发人员面临的严峻课题。移动、IP 和互联网环境下,多媒体市场必将成为热点领域。

中东科技大学青年博士萨达卡致力于压缩视频通信的理论与技术基础原理的研究,他以其近 5 年来的研究成果,用简洁和明晰的文字,书写了专著 *Compressed Video Communications*。本书系统论述了数字视频序列在网络平台上的压缩和传输技术,综合研究了与视频压缩通信相关的广泛论题,并对压缩视频在新一代网络环境中遇到的传输问题及 QoS 进行了详细而结构化的分析,其中关于误码弹性、速率控制、无线移动 IP 视频以及转换编码等篇章,均有很好的理论和实用价值。

本书对常用编码算法和机制以及基本编码方式进行了分类论述;对视频通信中的流量控制使用的各种速率控制方法,如分优先级信息丢失、降低分辨率、使用多层编码以及 FGS 等,进行了全面深入的介绍;对于差错恢复机制的论述更是精辟而全面,除了 FEC 的应用,重点介绍了复制 MV 信息、INTRA 更新、双路解码和可逆 VLC、EREC 等机理,并讨论了在移动 IP 网上视频通信的热门应用,以及很有应用前景的网间互通的视频转换编码。书中对方法改进而产生效果的比较,均选常用测试序列的单帧对比主观效果,并同时单帧或组帧的 PSNR 进行客观比较,方便读者更清楚了解改进的程序。

由于本书内容以系统论述视频压缩策略和基于网络(下三层)的视频流传输关键技术为主要内容,对已经大量应用的标准化视频压缩与通信技术原理没有涉及。因此,本书更适于通信工程专业研究生,及正从事多媒体通信和视频编码技术研究开发的人员参考。

本书由正在从事多媒体通信专业教学的青年教师和博士生翻译,并由尉明明及蒋笑冰完成了大部分工作,本人参与审校工作。由于时间关系,翻译中可能尚欠“信、达”,甚至发生错误,望视讯界同仁和读者批评指正。

冯玉珉

2004 年 6 月于北京

## 致 谢

作者在此对我的研究助手 S. Dogan 博士在第 6 章的杰出贡献表示感谢, S. Dogan 和 S. Worral 博士都帮助准备了附件 CD 中的视频图片, 尤其要感谢我们的计算组成员, 感谢他们在视频处理空间和处理能力方面的不懈追求。

# 前 言

本书论述了数字视频序列在网络平台上的压缩和传输技术,包含了与压缩视频通信相关的广泛论题,并对压缩视频流在网络环境传输中遇到的问题进行了详细而结构化的分析。这些分析论证了阻碍压缩视频通信技术发展和损害网络视频服务质量的一些问题,同时也提出了有助于优化视频通信业务质量的很多解决方案。在本书中综合了有关数字视频技术的以下论题:视频压缩、误码弹性、速率控制、无线网络上的视频传输以及转换编码等。对提供的视频通信业务相关的所有技术、算法、工具和机制,进行了从应用层到传输层和网络层的讨论与分析,这些技术的描述伴随了大量的主客观结果,用以帮助研究生、工程师和数字视频研究人员对所提供资料有最好的理解,并对这个丰富且令人兴奋的技术领域的发展建立全面的认识。本书还在附件的 CD 中准备了许多视频图片,可供读者处理,以验证书中各章节所描述的结果和得出的结论。

A. H. 萨达卡

## 关于作者

萨达卡博士 1990 年成为美国布鲁特(Beirut)大学计算机通信工程方面的一名理科学士,1993 年在中东技术学院(Middle East Technical)计算机工程专业成为一名杰出的理科硕士,1997 年从萨里(Surry)大学获得了电气电子工程的博士学位,1997 年 10 月,成为萨里大学通信系统研究中心多媒体通信系统的讲师,并且成为该大学的学院教员。

萨达卡博士和他的研究人员们在网络视频通信和传输中的视频编码和转换编码、误码弹性技术等多个方面做了很多前沿性的工作,他在数字视频通信研发工作中,在差错控制和流控等方面取得了很多新的成果。他对有关媒体压缩和多媒体通信系统的各个方面在英国工业上的应用做出了很多贡献,他服务于各种国际专业会议和工作组的规划、咨询和技术委员会,是英国电信工业中很多有实力的公司在图像/视频压缩和无线视频通信方面的顾问,并以研究项目和咨询联系的形式互相支持,其本人还创办了一家私人的咨询公司 VIDCOM。

萨达卡博士是很多基金项目的策划者,这些项目涵盖了多媒体通信的很多方面,自从 1997 年以来他就一直作为 *IEE Transactions and IEE Electronics Letters* 的评审人员(他是 IEE 的一名会员,也是一位优秀的电子工程师),他在视频压缩和无线视频系统方面有 2 项专利,在很多前沿的参考文献和杂志上发表过 40 多篇文章,还在英国和国外合作出版了无线多媒体通信方面的一些书籍。

# 目 录

译者的话

致谢

前言

关于作者

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 1 章 引言                         | 1  |
| 1.1 背景                           | 1  |
| 1.2 图像资料                         | 2  |
| 1.3 视频质量评估和性能估测                  | 3  |
| 1.4 内容概要                         | 4  |
| 参考文献                             | 6  |
| 第 2 章 数字视频压缩算法综述                 | 7  |
| 2.1 引言                           | 7  |
| 2.2 为何进行视频压缩                     | 7  |
| 2.3 用户对视频的要求                     | 8  |
| 2.3.1 视频质量和带宽                    | 8  |
| 2.3.2 复杂性                        | 8  |
| 2.3.3 同步                         | 9  |
| 2.3.4 延迟                         | 9  |
| 2.4 当前的视频编码机制                    | 9  |
| 2.4.1 基于分割的编码                    | 11 |
| 2.4.2 基于模型编码                     | 13 |
| 2.4.3 子带编码                       | 15 |
| 2.4.4 基于码本矢量的编码                  | 16 |
| 2.4.5 基于像块的 DCT 变换编码             | 17 |
| 2.4.6 ITU-T H. 263 视频编码标准的创新点    | 29 |
| 2.4.7 H. 263 视频编码标准的性能估计         | 31 |
| 2.4.8 ITU-T H. 261 和 H. 263 性能比较 | 34 |
| 2.5 基于对象的视频编码                    | 40 |
| 2.5.1 VOP 编码器                    | 41 |
| 2.5.2 轮廓编码                       | 41 |
| 2.5.3 运动估计和补偿                    | 45 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 2.5.4 填充技术 .....               | 45  |
| 2.5.5 基本运动技术 .....             | 46  |
| 2.5.6 纹理编码 .....               | 49  |
| 2.5.7 MPEG-4 VOP 解码器 .....     | 50  |
| 2.5.8 性能评估 .....               | 50  |
| 2.5.9 分层视频编码 .....             | 52  |
| 2.6 结论 .....                   | 53  |
| <b>参考文献</b> .....              | 54  |
| <b>第3章 压缩视频通信的流量控制</b> .....   | 57  |
| 3.1 引言 .....                   | 57  |
| 3.2 变速率视频编码 .....              | 58  |
| 3.3 恒定速率编码 .....               | 61  |
| 3.4 调整编码参数的速率控制 .....          | 61  |
| 3.5 可变量化步长的速率控制 .....          | 63  |
| 3.5.1 基于缓存器的速率控制 .....         | 64  |
| 3.5.2 前馈速率控制 .....             | 66  |
| 3.6 ROI 编码的速率控制 .....          | 69  |
| 3.7 分优先级信息丢弃的速率控制 .....        | 73  |
| 3.8 使用内部反馈环的速率控制 .....         | 77  |
| 3.9 降低分辨率的速率控制 .....           | 79  |
| 3.9.1 具有自适应帧率控制的降低分辨率机制 .....  | 83  |
| 3.10 多层编码的速率控制 .....           | 85  |
| 3.11 精细颗粒伸缩性技术 .....           | 86  |
| 3.12 结论 .....                  | 90  |
| <b>参考文献</b> .....              | 91  |
| <b>第4章 压缩视频通信中的差错弹性</b> .....  | 93  |
| 4.1 引言 .....                   | 93  |
| 4.2 误码对感觉视频质量的影响 .....         | 93  |
| 4.3 差错隐蔽技术(零冗余) .....          | 96  |
| 4.3.1 丢失 MV 的恢复和 MB 编码模式 ..... | 97  |
| 4.3.2 丢失系数的恢复 .....            | 98  |
| 4.4 数据分割 .....                 | 100 |
| 4.4.1 不等差错防护(UEP) .....        | 101 |
| 4.5 视频通信的前向纠错(FEC) .....       | 103 |
| 4.5.1 速率兼容的紧致码(RCPC) .....     | 104 |
| 4.5.2 循环冗余码(CRC) .....         | 105 |

|                                  |                                          |     |
|----------------------------------|------------------------------------------|-----|
| 4.6                              | 复制 MV 信息 .....                           | 106 |
| 4.7                              | INTRA 更新 .....                           | 109 |
| 4.7.1                            | 自适应性 INTRA 更新(AIR) .....                 | 110 |
| 4.8                              | I 帧的鲁棒性 .....                            | 112 |
| 4.9                              | 适于移动应用的 H. 263/M .....                   | 114 |
| 4.9.1                            | 定长编码(FLC) .....                          | 115 |
| 4.9.2                            | 变序传输 .....                               | 115 |
| 4.9.3                            | COD 映射编码 .....                           | 116 |
| 4.9.4                            | 避免 MV 流中的错误同步字 .....                     | 116 |
| 4.9.5                            | 以定长间隔插入同步字 .....                         | 116 |
| 4.9.6                            | GOB 标识编码 .....                           | 117 |
| 4.9.7                            | 帧类型标识编码 .....                            | 117 |
| 4.10                             | 双向解码和可逆 VLC .....                        | 120 |
| 4.11                             | 差错弹性的熵编码(EREC) .....                     | 125 |
| 4.12                             | 组合差错弹性机制 .....                           | 127 |
| 4.13                             | 基于参考图像选择的差错弹性 .....                      | 130 |
| 4.14                             | 小结 .....                                 | 134 |
| <b>参考文献</b> .....                |                                          | 135 |
| <b>第 5 章 移动 IP 网络的视频通信</b> ..... |                                          | 139 |
| 5.1                              | 引言 .....                                 | 139 |
| 5.2                              | 3G 移动网络的进展 .....                         | 139 |
| 5.3                              | 从网络前景看视频通信 .....                         | 140 |
| 5.3.1                            | 为何采用视频数据打包 .....                         | 141 |
| 5.3.2                            | 视频流打包优点 .....                            | 141 |
| 5.4                              | 未来移动网络描述 .....                           | 142 |
| 5.5                              | 移动网络分组视频的 QoS .....                      | 144 |
| 5.5.1                            | 实施分组机制 .....                             | 144 |
| 5.5.2                            | 吞吐量和信道编码机制 .....                         | 146 |
| 5.6                              | 移动 IP 网络的实时视频传输 .....                    | 148 |
| 5.6.1                            | 使用 RTP/UDP/IP 的分割 MPEG-4 视频数据的打包机制 ..... | 149 |
| 5.7                              | 移动网络视频传输质量的优化 .....                      | 153 |
| 5.7.1                            | 使用先进的差错保护改善视频质量 .....                    | 153 |
| 5.7.2                            | 移动视频传输中基于内容的自适应质量控制 .....                | 154 |
| 5.8                              | 移动网络上鲁棒性视频的优先级传输 .....                   | 156 |
| 5.9                              | 在 GPRS/UMTS 网络上的视频传输 .....               | 159 |
| 5.10                             | 结论 .....                                 | 166 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 参考文献.....                            | 167 |
| 第 6 章 网间通信的视频转换编码.....               | 169 |
| 6.1 概述 .....                         | 169 |
| 6.2 什么是转换编码 .....                    | 169 |
| 6.3 同类视频转换编码 .....                   | 171 |
| 6.4 降低比特率 .....                      | 172 |
| 6.5 级联全解码/再编码方法.....                 | 173 |
| 6.6 重新量化的转换编码 .....                  | 173 |
| 6.6.1 画面漂移的影响 .....                  | 174 |
| 6.6.2 无漂移编码转换器 .....                 | 175 |
| 6.7 运动数据复用的转换编码机制 .....              | 177 |
| 6.8 采用运动数据重新估计的转换编码机制 .....          | 178 |
| 6.9 采用运动细化的转换编码机制 .....              | 179 |
| 6.9.1 MV 细化算法 .....                  | 180 |
| 6.9.2 细化窗对转换编码质量的影响 .....            | 182 |
| 6.10 降低速率转换码算法的性能评价.....             | 183 |
| 6.11 降低帧率.....                       | 185 |
| 6.12 降低分辨率.....                      | 186 |
| 6.13 异类视频转换编码.....                   | 188 |
| 6.14 差错弹性恢复的视频转换编码.....              | 192 |
| 6.15 适于多媒体业务量规划的视频转换编码.....          | 195 |
| 6.16 结论.....                         | 198 |
| 参考文献.....                            | 198 |
| 附录 A ITU-T H. 263 视频编码标准分层语法结构 ..... | 203 |
| 附录 B 所附光盘的内容 .....                   | 209 |
| 术语表.....                             | 215 |

# 第1章 引言

## 1.1 背景

自1985年以来,国际标准化组织(ISO)和国际电信联盟(ITU)标准化部门就发布了全球统一的图像和视频编码算法的建议。在1989年,ISO推出了最初的图像编码标准 JPEG(联合图像专家组),后来被 ITU-T 作为静态图像压缩的标准所采用。在1991年11月,ISO发布了视频编码标准草案 MPEG-1,以1.5~2Mbps的速率实现在CD-ROM上的视音存储。1990年,CCITT提出了其第一部视频编码标准,该标准在1993年由ITU-T以ITU-T H. 261发表,用 $p \times 64\text{Kbps}$ 低速率实现在ISDN网上通信。ITU-T H. 262,即于1994年发布的MPEG-2,是适于4~9Mbps传输速率HDTV的编码算法标准。1996年标准化组织开发的第一版新视频编码标准 ITU-T H. 263,适用于PSTN网上64Kbps以下的低速率通信。此后又通过了一系列的附件来完成对标准的改进,这些附件有更新更全面的标准化版本,如1998年的H. 263+和1999年的H. 263++。1998年ISO的MPEG(活动图像专家组)音视频传输组织(AVT)提出了新的应用于移动视听业务的编码标准MPEG-4,该算法首次采用了基于对象的分层结构,而以前算法则是采用基于像块的帧结构。在2000年3月,ISO标准化部门出版了最新的用于静态图像压缩的标准化版本 JPEG-2000。

上述大部分算法均作为视频编解码的标准,并用于当前多媒体通信标准,如适于分组交换网络的ITU-T H. 323和电路交换网络的ITU-T H. 324。对视频编码技术的改进更突出了开发各种信号压缩技术,这些技术旨在优化标准视频编码器的压缩效率和服务质量。本书中,对上述标准系列中的视频编码基本准则给予了全面而清晰的解释,并把重点放在构建标准化视频编码算法体系的主要模块上。书中还包括了大量实验,以使读者评价编码标准的性能,并比较这些标准的编码效率和差错鲁棒性。

从网络层面来看,编码视频流将在各种网络平台上传输,在某些情况下,这些视频流在到达接收端前会经过一些不对称网络,因此,编码的视频流必须以分组形式来传送,分组的结构和大小取决于传输协议。在传输过程中,这些分组和封装在内的视频载荷会受到信道差错和延迟干扰,从而造成信息损失。如果视频解码器没能对此做出补救,损失的分组将会伤害重建图像的质量。本书包含了一整套用于视频通信的差错处理机制,并对差错的弹性恢复技术进行了全面分析。另外,对移动

网络中视频传输的服务质量做了全面的概述,并强调了在各种网络条件和差错模式下,由 GPRS 无线链接提供实时 MPEG-4 传输时优化服务质量的技术。

另一方面,为兼容不同的编码算法,需应用一种异类视频转换编码器,该转码器根据目的端编码器格式,来修改源编码器产生的比特流。为实现网间视频通信,一些异类转码器能运行在两个或多个方向上,允许不兼容的数据流在两个或更多网络上传输。如果发送方和接收方都使用相同的视频编码算法,但位于不同带宽特性的异型网络上,则需应用同类视频转码器来调整已编码数据流的信息速率,以适应目的端网络带宽。在分别考虑终端用户视频解码格式和终端网络容量时,混合视频转换编码算法有转换编码的兼容性,可调整传送的编码视频流来适应目的端网络。本书重点强调了实现同类和异类转换编码算法的技术,并提供了提高传输码流在无差错和易差错环境中服务质量的解决方案。

## 1.2 图像资料

ITU 规范了很多视频测试序列用于对建议的视频编码算法的性能评估处理。本书中,我们将多数执行的测试和实验集中在 6 个传统 ITU 头-肩像测试序列上,针对视频编码机制的性能和相应差错控制算法的效率,来检验所进行的研究效果。选出的测试序列反映不同特点和行为的各种视频段。本书主要使用 Foreman、Miss America、Carphone、Grandma、Suzie 和 Claire 这 6 个序列实现了许多实验,并得出了主客观的结论。其他一些视频序列,如 Stefan 和 Harry 只是零星使用了一些,对它们的使用和相应的测试结果强调不多。所有这 6 个序列描述了包括不同对比度和活动性的头-肩像类型。Foreman 是所有图像序列中活动性最强的序列,它包括了杂乱的背景、高强度的噪声和大量前景对象的双向运动。Claire 和 Grandma 序列有着统一且静止的背景和最少量的活动,仅仅是动一下嘴唇或者是闪动一下睫毛。Claire 和 Grandma 都有着缓和对比度和噪声,是有统一背景的低运动视频图像序列。Miss America 比 Claire 和 Grandma 的活动性要多些,在静止的照相机前活动着她的肩膀。Suzie 图像序列有着高对比度和适中的噪声,它包含了在静止和纯文本的背景下,在前景位置上人物拿着电话听筒,做着快速的头部移动。Carphone 图像序列显示的是有着许多细节的运动背景。尽管它不是典型的头-肩像序列,但它是在运行的车上讲话的头部,有着较多运动的前景对象和不一致的变化背景。所有这些序列都是离散的视频 YUV 格式,其比率为 4:2:0,得到一个  $176 \times 144$  的 QCIF 分辨率(1/4 公共中间格式),帧率为 25 帧/秒。图 1.1 描述了一些从上述 6 个图像序列中抽取的原始帧。

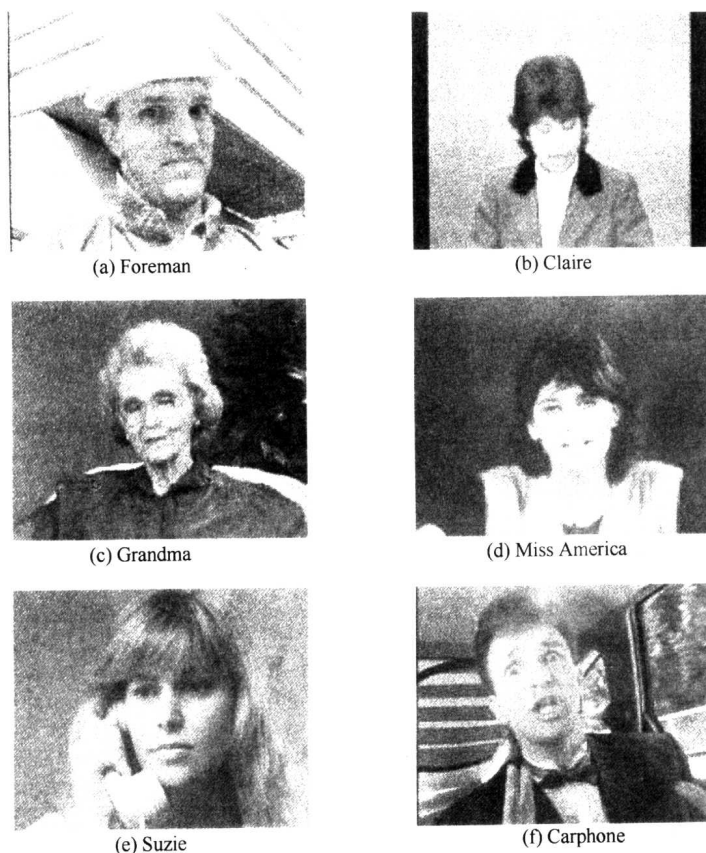


图 1.1 采用 ITU 测试序列的原始帧

### 1.3 视频质量评估和性能估测

由于低比特率的压缩导致不可避免的质量降级,所以编码算法的性能须根据重构视频图像的质量来评估,常通过主观和客观的方法来评价算法性能。通过简单比较原始和重构图像质量,可评价解码的视频质量。尽管解码质量的主观评价比客观评价的数值计算复杂得多,但对于低速和极低速的压缩来说仍然是可取的,这是由于现有定量的质量评测和 HVS(人类视觉系统)之间存在差异;另一方面,在易差错的环境中,差错可能会混叠或中断传输的视频帧,从而破坏了编码视频流。在这种情况下,使用客观的数值方法来比较原始和重构视频序列,在对应帧(两序列间相应的帧)比较时,会合并一些差错,使得对编码器性能的评价不够精确。这种情况下,对解码质量采用主观评测会更公正、更精确。

主观质量评价有两种主要的类型,称作额定量和比较方法(Netravali, Limb

1980)。第一种方法通过使用几个给定类别中的一种来对图像(通常是视频序列的最后一帧)指定总体质量规格;第二种方法是在原始图像中引入标准类型的质量损伤,直到观察者觉得损伤图像和参考图像质量相同时为止。然而,本书同时显示原始序列和解码序列,通过成对比较来进行主观评价。在无差错环境中,用原始帧作参考来验证编码算法的性能;然而当评价差错弹性技术性能时,无差错解码的帧将取代原始帧来做参考,这是为了展示编码器差错性能的提高(在易差错环境下解码的视频质量),而不在于无差错时的压缩效率。

视频序列的质量可以通过使用某些数学准则来衡量,如信噪比(SNR)、峰-峰信噪比(PSNR)或均方误差(MSE)。这些度量标准可认为是客观的,因为它们取决于输入和输出视频帧的像素亮度和色度值,不包括任何在质量评估过程中的人为主观干预。对图像和视频来说,客观衡量多选用 PSNR,视频编码研究组也经常利用 PSNR,尽管另外两种标准有时也会用到。PSNR 和 MSE 可分别由以下两式来定义:

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{255^2}{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [x(i, j) - \hat{x}(i, j)]^2} \quad (1.1)$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [x(i, j) - \hat{x}(i, j)]^2 \quad (1.2)$$

其中,  $M$  和  $N$  是视频帧的宽度和高度的维数;  $x(i, j)$  和  $\hat{x}(i, j)$  是原始像素和重构像素的  $(x, j)$  点的亮度或色度值。

另外,对视频编码算法性能进行公正评价,比特率也必须包括在内,视频编码器的输出比特率用 bps 来表示,由于比特率与每帧的像素数、每秒的编码帧数成正比,在评价过程中须指出图像分辨率和帧率,本书除特别标明外均使用了 QCIF 图像格式和 25 帧/秒的帧率。

## 1.4 内容概要

本书共分 6 章,涵盖了视频通信技术的核心内容。

第 1 章提出了视频通信领域总的历史背景,介绍了用于低比特率视频压缩实验的 ITU 视频序列。另外,还讨论了主客观评价视频质量和压缩算法性能的常规方法。

第 2 章对应用于数字视频压缩算法的核心技术做了概括介绍,重点强调了技术标准,着重指出了视频压缩的主要原因,并强调了当前视频编码技术的主要课题,如基于模型的、基于分割的以及基于矢量的编码器等。分析了标准化像块转换视频编码器,并就质量和比特率优化方面评价了它们的性能。针对 ITU-T H. 261 和 H. 263 的压缩效率和差错鲁棒性进行了全面的比较,通过强调在基本系统和全

选模式下的性能,重点讨论了后者带来的改善。从细节上强调了基于对象的视频编码技术,并特别关注 ISO MPEG-4 的视频编码标准,包含了 MPEG-4 对轮廓、运动和纹理编码的主要技术,通过与其前的 H. 263 标准比较,评价了编码器的性能。最后,描述了分层视频编码概念,参考单层编码器的质量和获得的比特率,对分层视频编码器的性能进行客观分析。

第 3 章分析了视频通信中的流量控制机制。首先描述了在视频编码算法中导致比特率变化的因素,而后论述了在选择可变速率时,分析固定质量的视频编码性能。然后,通过解释几种用于获得规则输出比特率的技术,讨论了固定速率的视频编码。提出了各种比特率控制算法,借助 PSNR 和比特率值来估价性能。此外,书中还特别关注了基于宏块的前向反馈比特率控制算法,该算法优于在 H. 263 编码器中使用的适应标准的速率控制算法,对其性能也进行了评价,并与传统的 TM5 速率控制器进行了比较。另外,重点介绍了 ROI(图像重要部位)编码在速率控制方面的应用,并通过主客观举例论证了其优越性。然后,描述了按优化级压缩视频,强调了在视频速率控制上的应用,分析了信息按优先级丢弃的技术,并通过主客观方法证实了其效果;提出了依照差错敏感性、对质量的贡献和报告的信道条件来区分视频数据优先次序的方法。此外,还解释了在视频编码器内的反馈环路概念,通过主客观的评价认同了这种方法在速率控制上的效用。速率控制对感觉视频质量的效果通过 PSNR 曲线图和一些从速率控制的序列中抽取的视频帧来阐明。本章还介绍了降低分辨率的控制算法,并论证了在紧算比特率情况下的算法运行能力,也描述了在自适应帧率下为改进速率控制机制而使用的扩展版本。在第 2 章中描述的多层视频编码在此用作视频通信的比特率控制算法。本章还特别介绍了精细颗粒伸缩性技术(FGS),该技术最近被推荐在 MPEG-4 视频标准中使用。

第 4 章全面讨论了视频通信中的各种差错控制。首先,为了使读者理解差错问题的严重性,并认识到尤其是在移动视频通信中误码弹性恢复机制的重要性,着重分析了传输差错对解码视频质量的影响。通过分析不同视频参数对差错的敏感度,判决视频数据对传输差错的抗扰性,并确定对各种参数所需要的防错级别。然后,从零冗余隐藏算法开始来描述差错控制机制,这些算法通常是基于解码技术的应用。本章提出了几种恢复丢失和损坏运动数据、DC 系数和 MB 模式的技术,而后介绍了一系列在视频通信中使用的误码弹性方案,不论是专用的,还是公开标准的。这些误码弹性技术诸如:鲁棒性 INTRA 帧、具有可逆码字的双向解码、EREC(误码弹性熵编码)、RPS(参考图选择)、VRC(视频冗余编码)等。同时,通过使用主客观结果的大量实例对其性能和在差控上的有效性进行了评价,这些实例是从不同差错模式的多种环境中传输的视频中获得的。书中对应用于移动通信的 H. 263/M 进行了全面讨论,并与 H. 263 核心标准的性能进行了比较。此后,指出并分析了这些误码弹性方法的优化组合,希望能进一步在高差错率的环境中提高视频压缩技术的性能。

第5章,主要研究了在新一代移动网络上提供视频服务的问题。本章从业务前景描述了移动IP网络的主要特点,进一步从服务质量和差错性能上讨论了提供移动视频业务的可行性。本章还讨论了采用新的无线接口技术的多时隙特点和无线协议的信道编码方案,分析了这些技术在提高视频业务质量上的应用。通过分析在移动视频通信中的QoS,展望了视频质量的前景,具体讨论了一些QoS分量的效果,如分组结构和大小(主要应用于RTP over IP的实时视频通信)、信道编码、使用时隙复用的吞吐量控制,依据主观感觉质量,对这些单元在接收视频质量上的应用做了全面分析。进一步详细阐述了质量控制方法,描述了在GPRS和UMTS无线接入网中,误码弹性组合措施对感觉质量的效果。根据无线视频所用的H.263 Annex X中规范的Profile,选择误码弹性措施的组合。

第6章全面介绍了视频通信中的转换编码。介绍了两种不同类型的转换编码算法,即同类和异类。分析了几种降低比特率的同类转换编码方案,对于来自开环转换编码导致的图像漂移现象做出了解释,同时介绍了对感觉视频质量效果采取的策略。本章还描述了许多用来提高转换视频数据质量的技术,尤其是对动态数据转换编码的再估值和精度方面。除降低比特率算法外,本章也详细阐述了降低帧率和分辨率的传输编码方案。另一方面,本章重点描述了在内部网络通信中,使用异类视频转换编码算法的情况,并涵盖了为考虑差错恢复能力和内部网络阻塞情况下的视频转换编码,且强调了相关技术,主要是在分组交换的多组视频通信业务中,经常选用的多重转换编码器的视频代理技术。本章对于传输编码概念的全部描述都是通过大量的举例和主客观结论进行的,并分别给出其操作方式和性能。

在每章的附录中列出了重要的参考资料,为读者提供了大量书目来进一步阅读相关主题的文章,附录A强调了ITU-T H.263视频编码标准的分层格式和语法格式,以便与第4章介绍的修订版本H.263/M编码器进行比较。最后的附录B解释了附属CD视频夹的内容。

## 参考文献

Netravali A N, Limb J O. Picture coding: a review, Proc. IEEE. 1980, 68:366~406