

用于 AVS-M 标准的差错复原编码方案^{*}

陈 笔, 梁 凡

(中山大学电子与通信工程系, 广东 广州 510275)

摘 要: 基于无线移动网络的视频通信业务越来越受到重视。无线网络属于易于发生差错的信道, 基于无线移动网络的视频通信业务必然要受到信道差错的影响。为了对抗信道差错, 必须采取适当的技术措施。目前, 差错复原技术已成为易发生差错信道下视频编码的重要组成部分。AVS-M 标准是我国自主制定的视频压缩编码标准, 对 AVS-M 标准的差错复原技术进行研究具有重要的意义。提出了两套用于 AVS-M 标准的差错复原编码方案, 并对其差错复原性能进行了实验研究。实验结果表明, 这两套方案具有良好的差错复原性能, 重建图像的主客观质量均得到了明显的改善。

关键词: AVS-M 标准; 差错复原; 差错掩盖

中图分类号: TN919.81 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) S2-0160-04

未来通信的前景通常被描述为“在任何时间、任何地点以任何方式获取信息”。这需要提供全球的业务接入和移动性的支持, 包括个人和终端的移动性。

第一代移动通信系统仅提供简单的话音业务, 第二代也只能提供话音业务和低速率的数据业务, 第三代移动通信系统将能提供全球的业务接入到很宽范围的基本的和附加的电信业务, 这些业务由固定或移动的网络支持, 它的核心在于从通信转移到移动多媒体通信。它能够向用户提供无线高速接入以及移动多媒体业务, 各种不同类型的电脑, 包括膝上型电脑、掌上型电脑、PDA 以及移动电话, 都可以用来接入网络和业务, 从而满足人们随时随地获取网络提供的全球或本地的多媒体业务。在多媒体业务中, 视频业务占据着十分重要的地位。

无线移动信道属于易发生差错 (error-prone) 的信道。例如陆地移动无线信道的最主要特点是多径传播, 引起接收信号的幅度、相位和到达时间的随机变化, 产生所谓多径衰落, 严重影响信号传输质量。而电波在自由空间传播引起的扩散损耗以及阴影效应引起的慢衰落也将影响接收信号。数字压缩视频码流在无线移动网络上传输时不可避免地要受到信道差错的影响。现有的视频压缩编码标准为了提高编码效率, 均采用变长编码, 但同时也使得压缩码流对抗差错的能力十分脆弱。信道差错使得解码器丢失与编码器的同步, 无法正确地对变长编

码进行解码。而基于运动补偿的预测编码技术使出现的差错迅速扩散, 导致重建图像质量严重受损, 甚至无法重建图像。

为了减小或消除信道差错的影响, 必须采取适当的技术措施来对抗信道差错。差错复原 (error resilience) 技术已成为易发生差错信道下视频压缩编码的重要内容之一。H. 263^[1]、H. 264^[2] 和 MPEG-4^[3] 等视频压缩编码标准均采用了差错复原技术或工具, 并成为标准的重要内容。

差错复原技术是指在编码端通过改进传输码流的结构, 使其利于解码器检测差错和恢复丢失或差错的数据; 在解码端利用图像的空间及时间相关性来消除或降低信道差错对图像质量的影响。

AVS-M 视频标准^[4] 是我国自主制定的视频压缩编码标准, 它的主要目标是满足无线移动网络、IP 网络中视频通信业务对运动图像压缩技术的需要。因此, 对 AVS-M 标准的差错复原技术进行研究具有重要的现实意义。

视频编解码器应针对不同信道的特性采用不同的差错复原技术。在本文的研究中, 我们只考虑分组丢失错误, 同时暂不考虑码率控制等情况。我们在对 AVS-M 标准和各种差错复原技术深入研究的基础上, 提出了两套用于 AVS-M 标准的差错复原编解码方案, 并对其性能进行了实验研究。实验结果表明本文提出的差错复原编码方案具有良好的差错复原性能, 重建图像的主客观质量均得到显著提

* 收稿日期: 2005-07-02

基金项目: 国家 863 计划基金资助项目 (2004AA119010); 广东省自然科学基金资助项目 (031546)

作者简介: 陈笔 (1973 年生), 男, 硕士研究生; 通讯联系人: 梁凡; E-mail: isslf@mail.sysu.edu.cn

高，取得了令人满意的结果。

1 AVS-M 视频编码标准

AVS-M 视频编码器框图如图 1 所示。

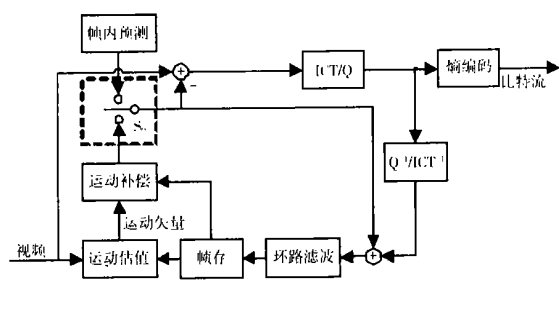


图 1 AVS-M 视频编码器框图
Fig. 1 Framework of AVS-M encoder

图 1 中 S_0 是预测模式选择开关，在 AVS-M 视频标准中，所有的宏块都需要进行帧内预测或帧间预测。预测残差进行 4×4 整数变换和量化，然后对量化系数进行 zig-zag 扫描，得到一维排列的量化系数，最后对量化系数进行熵编码。熵编码使用指数哥伦布码。

AVS-M 使用环路滤波器对重建图像滤波，一方面可以消除方块效应，改善重建图像的主观质量；另一方面能够提高编码效率。滤波强度可以自适应调整。

2 AVS-M 差错复原编码方案

2.1 方案一

本文提出的差错复原编码方案一的框图如图 2 所示。在方案一中，分别使用 3 个不同的量化参数 (QP) 对视频进行编码。每帧图像中宏块使用的量化参数的分布记为 QP_{map} 。

编码器对每帧图像进行三次编码，使用 3 个不同的量化参数。第一次和第二次编码使用两个量化参数 QP_1 和 QP_3 ，第三次编码使用一个量化参数 QP_2 。我们有 $QP_1 < QP_2 < QP_3$ 。第一次编码时每帧图像中宏块使用的量化参数的分布记为 $QP_{map,1}$ ，第二次编码的量化参数分布记为 $QP_{map,2}$ 。 $QP_{map,1}$ 和 $QP_{map,2}$ 是互补的，也就是说第一次编码时使用 QP_1 的宏块在第二次编码时使用 QP_3 ；第一次编码时使用 QP_3 的宏块在第二次编码时使用 QP_1 。每次编码的数据放在一个分组内传输，因此一帧图像有 3 个分组。

在解码端，如果接收到第一次编码和第二次编码的分组，将两个分组解码后选取使用 QP_1 的宏

块，得到的重建图像与无差错的情况下相同。如果接收到第一次编码和第三次编码的分组，或者接收到第二次编码和第三次编码的分组，选取使用 QP_1 和 QP_2 量化的宏块重建图像。如果只接收到任意一个分组，只能得到质量较低的重建图像。如果三次编码的分组全部丢失，则拷贝上帧图像，失帧同步。

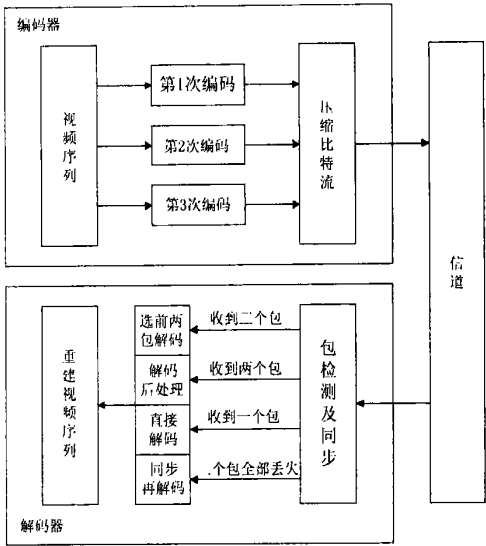


图 2 方案一框图
Fig. 2 Framework of scheme I

2.2 方案二

方案二的编码器与方案一类似，对每帧图像进行 3 次编码，使用三个量化参数 QP_1 、 QP_2 和 QP_3 ，同样有 $QP_1 < QP_2 < QP_3$ 。所不同的是方案二将每帧分为两个条带，三次编码时条带的划分是相同的。第一次编码时，每帧图像的第二个条带用 QP_1 量化，第二个条带用 QP_3 量化；第二次编码时，每帧图像的第二个条带用 QP_3 量化，第二个条带用 QP_1 量化；第三次编码时，两个条带都用 QP_2 量化。每次编码数据放在一个分组内传输。

在解码端，如果接收到第一次编码和第二次编码的分组，解码两个分组中用 QP_1 量化的条带，得到的重建图像与无差错的情况下相同。如果接收到第一次编码和第三次编码的分组，或者接收到第二次编码和第三次编码的分组，解码两个分组中用 QP_1 和 QP_2 量化的条带重建图像。如果只接收任意一个分组，只能得到质量较低的重建图像。如果三次编码的分组全部丢失，则拷贝上帧图像，失帧同步。

3 实验结果

为了检验本文提出的差错复原编码方案的性能, 我们应用 ITU-T 提供的 IP 网差错模型^[3]进行了实验。实验使用的 AVS-M 编解码器是 WM 2.5a, 测试条件满足文献 [6—8] 的要求。实验中我们取 $QP_2-QP_1=8$ (QP_1 分别取 24, 28, 32 和 36)。编码数据打包方案采用了文献 [9, 10] 中的方案。

图 3 是 QCIF 格式 Foreman 序列的结果, 图中 original 是 AVS-M 编码器 WM 2.5a, scheme1 是方案一的编码器, scheme2 是方案二的编码器。图 3a 给出了三种编码器在不同分组丢失率下的 PSNR (其中 $QP_1=36$, $QP_2=44$, $QP_3=63$); 图 3b 是三种编码器编码效率的对比。图 4 是 Foreman 序列无差错及在分组丢失率为 20% 情况下的重建图像, 图 5 是 CIF 格式 News 序列的结果。图 6 是 CIF 格式 Tempete 序列的重建图像。

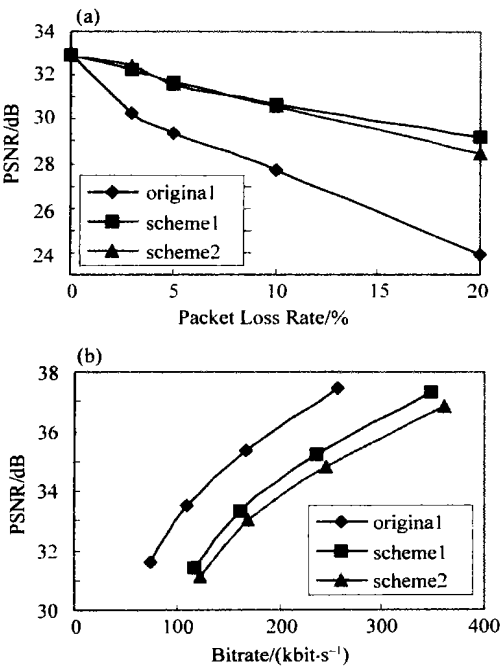


图 3 Foreman 序列 (QCIF) 结果
Fig 3 PSNR curve of Foreman

实验结果表明, 本文提出的两套差错复原编码方案具有良好的差错复原性能, 能明显改善重建视频的主客观质量。

解码端如果只接收到某帧图像的第一或第二个分组, 图像中有一半用 $QP=63$ 量化, 另一半用 $QP=36$ 量化, 由于量化步长差别较大, 对重建图像的主观质量影响较大, 同时 PSNR 下降也较大。方案一实验选取的 QP_{map} 类似于国际象棋棋盘, 由于图像的空域和频域的相关性很强, 即使完全失



图 4 Foreman 序列重建图像
Fig 4 Reconstructed frames of Foreman

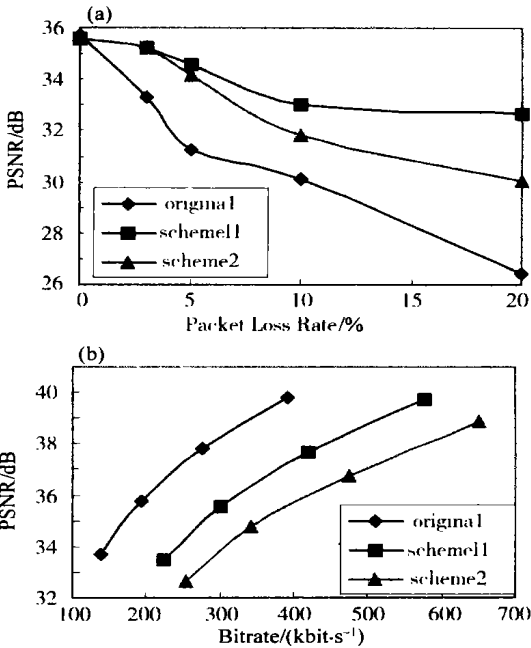


图 5 Oews 序列 (CIF) 结果
Fig 5 PSNR curve of News

去用 $QP=63$ 量化的宏块, 利用空间内插进行差错掩盖也可以得到较满意的重建图像。空间内插运算简单, 对平滑图像很有效, 但是不能恢复边缘和轮廓信息, 而边缘和轮廓信息对图像的主观效果有很大影响。

两套方案的不足之处是编码端要进行三次编码, 可能会带来不必要的编码延时; 另外方案一在正常情况下解码端也要进行两次解码, 对移动终端 (尤其是手机) 的计算能力、存储器以及电池等要求较高。

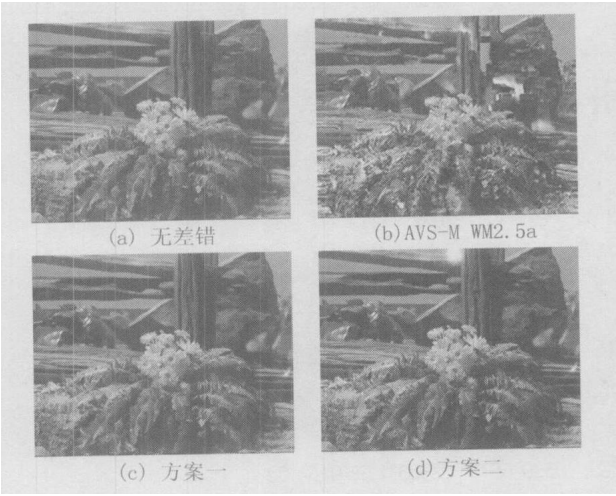


图 6 Tempete 序列 (CIF) 重建图像
Fig. 6 Reconstructed frames of Tempete

4 小 结

论文在对 AVS-M 标准和各种差错复原技术进行深入研究的基础上，提出了两套用于 AVS-M 标准的差错复原编解码方案，并进行了实验研究。实验结果表明，这两套方案都具有良好的差错复原性能，能明显改善重建视频的主客观质量。但是，这两套方案也存在不足，需要进行多次编解码，一方面造成了不必要的编码延时；另一方面对移动终端也提出了较高的要求。

方案一中用 QP_3 量化的宏块周围都有 2 至 4 个使用较小的 QP 量化的宏块，下一步可以考虑利用

空域和频域的相关性进行误差补偿，使重建图像获得更好的主客观效果。另外， QP_{map} 的选取对重建图像的主观效果有直接影响，如何更好地选取 QP_{map} 也是今后研究的重点。

参考文献:

[1] ITU-T Recommendation H263[C] . Video Coding for Low Bitrate Communication, 1998.

[2] Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video sepccification[G] (ITU-T Rec H264/ ISO/IEC 14496-10 AVC). JVT-G050, 2003.

[3] ISO/IEC 14496-2[S] . Generic Coding of Audio-Visual Objects Part 2: Visual, 1999.

[4] AVS 工作组. 信息技术先进音视频编码(第 7 部分): 移动视频[C] . AVS N1196, 2005

[5] WENGERS. Error Patterns for Internet Experiments[C] . ITU-T Q15-116, 1999.

[6] ITU-T. Common Test Condition for RTP/IP over 3GPP/ 3GPP2[C] . ITU-T VCEG-M77, 2001.

[7] AVS 视频组. AVS-M 视频编码技术测试通用条件[C] . AVS N1093, 2004.

[8] AVS 视频组. AVS-M 容错性能测试条件[C] . AVS N1088, 2004.

[9] CASNER S, JACOBSON V. Compression IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links[C] . RFC 2508, 1999.

[10] BORMANN C. Robust Header Compression: Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed[C] . RFC 3095, 2001.

Error Resilient Coding Scheme for AVS-M Video Standard

CHEN Bi, LIANG Fan

(Department of Electronics and Communication Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Video communication under mobile networks is becoming increasingly important in recent years. One inherent problem of mobile video communication is channel errors. The effect of channel errors not only can cause great degradation of the quality of reconstructed video, even can lead to the failure of the whole video communication system. Error resilience techniques have been employed to reduce the effect of the channel errors. AVS-M is the national standard of China for video compression. It is designed for video communication under mobile networks or IP networks. In this paper, we introduce two error resilience schemes for AVS-M video standard. We also give some simulation results of proposed error resilience schemes. The result shows that our schemes can remarkably improve the subjective and objective quality of the reconstructed video.

Key words: AVS-M; error resilience; error concealment