

# 基于 MPEG-4 的综合抗误码方法

严权锋

(湖南理工学院 计算机与信息工程系, 湖南 岳阳 414000)

**摘 要:**窄带高噪声的无线信道环境是视频通信的难点。在分析无线信道特点和移动设备有限的计算和存储能力的基础上,综合鲁棒性编码、解码端的错误隐藏等技术,设计了一种基于 MPEG-4 的综合抗误码方法(IERM)。该方法先将视频比特流划分为一些相对独立的“视频包”;然后将这些“视频包”按 RTP 协议封装成 RTP 包;最后在解码端实施有效的错误隐藏。经模拟实验表明:该方法能在窄带高误码的无线信道环境下,提高重建视频图像的视觉质量。

**关键词:**视频通信;差错控制;错误隐藏;视频包

**中图分类号:**TP391.41

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2008)04-0168-03

## An Integrated Error Resilience Method Based on MPEG-4

YAN Quan-feng

(Department of Computer Science & Information Engineering,  
Hunan Institute of Science and Technology, Yueyang 414000, China)

**Abstract:** The narrow-band high-noise wireless channel environment is the difficulty of video communication. Based on the analysis of wireless channel's characteristics and mobile devices' limited capacities in calculation and storage. Combining comprehensive robust encoding and decoding side of the error concealment techniques, designs a compressive bit-error method of integrated (IERM), which is based on MPEG-4. Firstly, the video bit stream is divided into a number of relatively independent "video packages"; and then, these "video packages" are packaged up as PTR packet according to the RTP contract; finally, effective error concealment comes into being at the decoder. The simulated experiment shows that this method can be applied in the narrow-band, high-error, and wireless channel environment and it can be used to enhance the quality of reconstruction video's visual image.

**Key words:** video communication; error control; error concealment; video package

## 0 引言

窄带高噪声的无线网络环境是视频通信的难点<sup>[1]</sup>。即使对于 CDMA1X,其可以提供 153kbps 的峰值带宽。而实际上,运营商经常提到的这些数字对用户起了误导作用。因为多径衰减和阴影衰落等多种因素的影响,从而导致在无线通信过程中会经常出现突发误码和随机误码。再加上在网络物理层等方面的开销,这些使 GPRS, CDMA1X 等网络所提供的实际有效带宽远低于其峰值带宽。因此,在这些窄带高噪声的信道上传输视频信号,势必要求采用高效的视频信源编码方法,以大幅度去除视频的冗余。同样也是由于这些高效的编码方法,极大地削弱了压缩视频流抵抗误码的能力。而信道误码可能引起整帧图像、甚至

后续图像的不可恢复,并最终导致视频通信的中断<sup>[2]</sup>。

另一个难点是视频通信和一般数据通信不同,它必须具有实时性和连续性特征,从而对数据传输的时效性提出了很高的要求。

对此,文中针对窄带高误码的无线信道(如 CDMA1X 和 GPRS)和计算和存储有限的移动设备的特点,结合 RTP 协议,并综合鲁棒性编码、解码端的错误隐藏等技术,设计出一种综合抗误码方法(Integrated Error Resilience Method, IERM)。该方法能在窄带高误码的信道环境下,使视频重建图像的主客观质量可以接受。并在文中给出了部分实验结果。

## 1 鲁棒性视频编码方法设计及其数据组织

### (1)鲁棒性视频编码方法设计。

由于 MPEG-4<sup>[3]</sup>编码器采用了包括变长编码(VLC)在内的混合编码技术,在 VLC 中,由于码字的分界不明确,信道误码可能会导致与编码器同步的信息丢失。而且,视频解码器在比特流中检测到的误码

收稿日期:2007-08-15

基金项目:国家火炬计划(2006GH041278)

作者简介:严权锋(1974-),男,湖南岳阳人,硕士,讲师,研究方向为数字视频技术。

位置与其实际发生的位置可能并不一致。为了降低高度压缩的视频比特流对误码的敏感性,对此文中将压缩后的视频比特流按图 1 组织成一些“视频包(Video Package, VP)”。每一个视频包 VP 由重同步标识、绝对宏块号、量化参数和一系列完整的宏块数据组成。

重同步 标识	绝对宏 块号	量化 参数	宏块方式/运动矢量/ DCT 系数等数据
-----------	-----------	----------	-------------------------

图 1 视频包(VP)的结构

其中,重同步标识(Resynchronization Marker, RM)是一个唯一的码字,其不会与 VLC 表中的码字重复。当解码过程中一旦检测到误码,解码器将跳到下一个重同步标识处开始解码;绝对宏块号是指在视频包 VP 中首宏块的在该帧视频图像中的按“栅格”顺序扫描的宏块编号;量化参数是指对 DCT 块量化的量化值。编码时,给编码器设置一视频包阈值(Video Package Threshold, VPT),当编码比特流的长度大于或等于 VPT 时,则插入一重同步标识,组成一独立的视频包 VP。当流化传输时,系统将每一帧视频比特流,以相对独立的视频包为单位按 RTP 协议<sup>[4]</sup>封装成 RTP 包后传输。

(2)双重帧头保护机制与 RTP 包的组织。

对于压缩后的视频比特流,其重要性是不等的,其中视频压缩流中的头部数据,保存着视频分辨率、帧类型、宏块预测方式、量化参数等重要信息,其在传输时将首先被传送。如果这部分数据由于信道干扰被破坏或丢失,那么解码器将不得不丢弃当前视频帧的所有比特流。为了提高视频头部数据对误码的鲁棒性,文中对视频头部数据进行信道编码,并采用双重帧头保护机制。且考虑到压缩后的一帧视频数据,其数据量一般都会较大,在流化时,常会将其分割成多个 RTP 包后依次传输。因此,可以将经信道编码的帧头数据分别封装到属于同一视频帧的第一个和最后一个 RTP 包内,且对 RTP 包头进行扩展和视频数据的组织如图 2 所示。这样,不仅有利于在发生误码时,对头信息进行有效的校验和纠错,而且有利于在发生丢包时,能够从另一个包中取出视频帧头信息进行继续解码。

这里,对于同一视频帧的第一个和最后一个 RTP 包,对其包头进行扩展,且其 RTP 包头扩展标志(X)为 1、扩展头标识为 999,信道编码后视频帧头的长度 = 「视频帧头经信道编码后的数据/32」。而对其它的 RTP 包则不进行包头扩展,其包头扩展标志(X)为 0。

2 解码端的错误隐藏策略

在解码端接收到的数据中,对于视频帧头信息,即

使是在高误码和易丢包的网络环境下,因采用了上面的带信道编码的双重帧头保护机制,其发生出错的概率是很小的,但对于其它的视频比特流数据,就难免会出错。所以在解码端,有必要使用错误掩盖技术来减少误码或丢包对重建图像质量的影响。同时,考虑到系统的运行环境可能是处理能力较弱的移动设备(如 PDA 等),所以该错误掩盖算法必须是简单、有效的。对此,文中在解码端设计的控差错机制为:

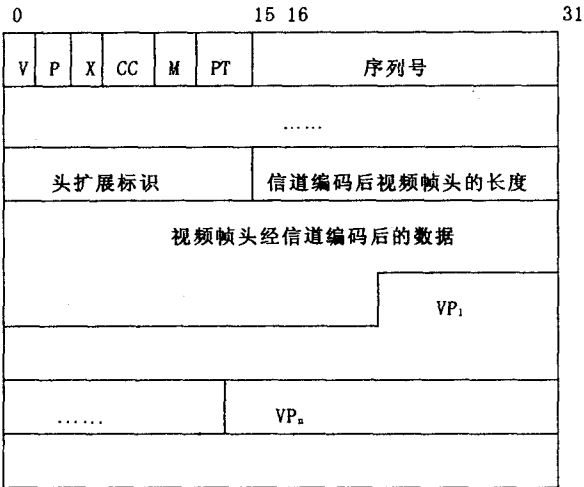


图 2 视频比特流在 RTP 包中的组织

当解码器检测到误码时,其会自动地跳到下一个重同步标识处重新开始解码。并采用下面的时/空域误码掩盖算法<sup>[5]</sup>对发生错误的宏块实施误码隐藏。其误码隐藏策略为:

- ①对于不编码的宏块,则直接从前一帧同一位置拷贝宏块数据来替换。
- ②当误码发生在 I 帧或 P 帧的帧内编码宏块时,由于这些宏块没有运动矢量信息,则该受损宏块各像素的值利用周围宏块的像素值取平均来代替。
- ③对于按帧间模式编码的宏块,则用周围宏块的运动矢量取平均来估计。如果周围宏块的运动矢量都被破坏或都采用帧内编码模式,则直接置该运动矢量为“0”。

这种对帧内编码的宏块使用空域误码掩盖,对帧间编码宏块使用时域误码掩盖的方法,在没有增加信道负担和过多增加解码运算量的情况下,可在很大程度上提高误码环境下重建视频图像的质量。

3 实验结果及分析

文中使用 MPEG-4 标准的视频测试序列“Foreman CIF”进行仿真实验。编码帧率为 25 帧/秒。编解码器采用由 Microsoft 公司提供的 MPEG-4 参考代码,编号为 fdam1-2.3.22。

图 3 显示了在其它编码参数不变的情况下,从平均每隔 100~700bits 插入一个重同步标识后,比特率增加的比率。从图 3 中可以看出,当在视频比特流中,每隔 100bits 插入一个重同步标识,则比特率会在原有比特率的基础上增幅达到 45% 之多,而当每隔 500bits 至更多位插入一个重同步标识时,则其比特率的增幅不超过 9%。这里,综合考虑网络的带宽和比特流对误码的鲁棒性等因素,文中采取每隔 300bits 插入一个重同步标识。

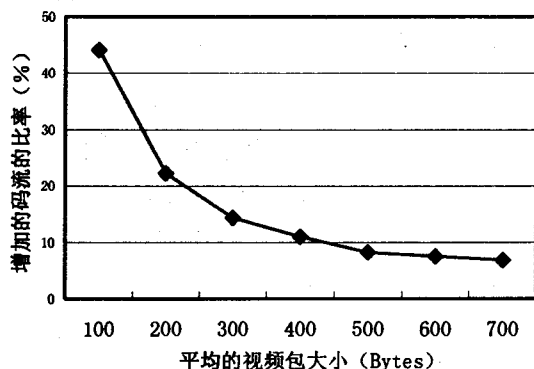


图 3 插入重同步标识和进行 RTP 头部扩展后的视频比特率的增值

视频图像的失真度是衡量文中算法优劣的一个标准,而视频图像的失真度可以通过峰值信噪比(PSNR)来衡量,其计算方法见式(1)。

PSNR =

$$-10\log\left(\frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} \{\varphi[x(m,n)] - \varphi[y(m,n)]\}^2}{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} x_{\max}^2}\right) \quad (1)$$

其中,  $\varphi[x(m,n)]$  表示原始图像中的第  $m$  行  $n$  列的像素点的值,  $\varphi[y(m,n)]$  表示重建图像中的第  $m$  行  $n$  列的像素点的值,  $M$  表示视频图像的高度,  $N$  表示图像的宽度。

同时,文中采用 ITU 视频编码专家组(Video Coding Experts Group, VCEG)所提供的 3GPP/3GPP2<sup>[6]</sup>错误模式对实际的信道进行模拟(文中选择的误码模式为带宽为 384kbps,误码率为  $5 \times 10^{-4}$ )。

图 4 是使用了 IERM 方法和没有使用任何抗误码技术的各帧图像的 PSNR 值的比较图(Foreman, CIF, 前 100 帧)。这里,无抗误码技术(曲线 d3)的平均 PSNR 值为 22.82dB,而采用了 IERM(曲线 d2)的平均 PSNR 值为 26.51dB,无误码影响(曲线 d3)的平均 PSNR 值为 29.78dB。采用了 IERM 比没有使用任何抗误码技术重建图像平均的 PSNR 值大约要提高 3~4dB,其图像质量的比较如图 5 所示(该图像选自 Foreman(CIF)序列的第 44 帧)。可见,采用该方法使

视频重建图像质量有了较大的改善。

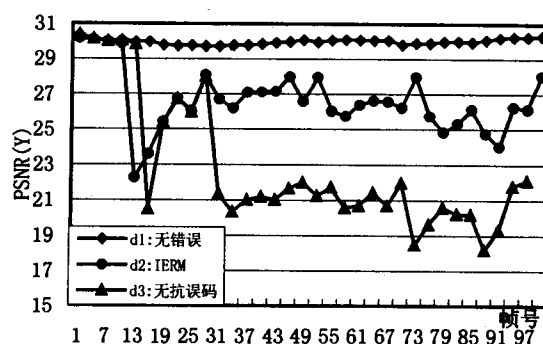


图 4 使用了 IERM 方法和没有使用任何抗误码技术的各帧图像的 PSNR 值

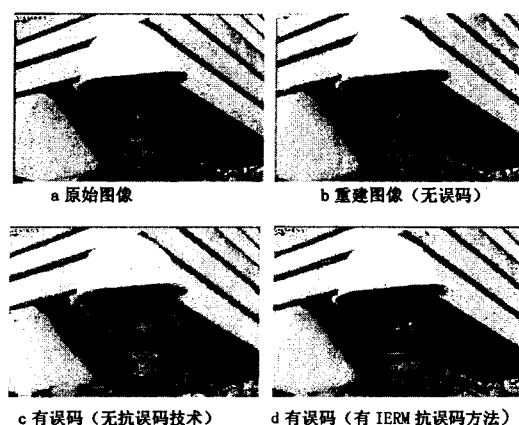


图 5 使用 IERM 和没有使用任何抗误码技术的单帧重建图像

## 4 结束语

有限速率和高误码率的无线网络环境是视频通信的难点,对此,文中设计了一种基于 MPEG-4 的综合抗误码方法。在 3GPP/3GPP2 错误模式进行模拟测试表明,采用了 IERM 比没有使用任何抗误码技术重建图像平均的 PSNR 值大约要提高 3~4dB,视频重建图像质量有了较大的改善。该方法在实际系统中运行表明,其可在很大程度上减小因误码对重建视频图像的伤害。但是,采用该方法所得图像质量与无误码影响的重建图像的质量相比,还有一定的差距。这也是后阶段需继续研究的问题。

## 参考文献:

- [1] 沈兰荪,卓力,田栋,等. 视频编码与低速率传输[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [2] 严权锋,邹北骥,黄晔,等. 无线实时多媒体通信系统[J]. 微电子学与计算机,2003,20(8):20~26.
- [3] 钟玉琢,王琪,贺玉文. 基于对象的多媒体数据压缩编码国际标准——MPEG-4 及其校验模型[M]. 北京:科学出版社,2001.

(下转第 173 页)

表3 置信度表

$\begin{matrix} B \\ A \end{matrix}$	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
-2	0	0.01	0.09	0.07	0.16	0.31	0.27	0.14	0.05	0	0
-1	0	0	0.06	0.10	0.14	0.27	0.14	0.14	0.09	0.01	0
0	0	0.01	0.05	0.13	0.16	0.30	0.13	0.12	0.07	0.02	0
1	0	0.01	0.03	0.09	0.13	0.36	0.21	0.12	0.05	0.01	0
2	0	0	0.05	0.08	0.09	0.30	0.22	0.16	0.07	0.02	0

接下来,找出置信度大于置信度阈值的关联规则即为  $A \Rightarrow B$  的频繁规则集,例如从表中可以看到有如下规则  $(-2) \Rightarrow (-1)$  的支持度为 0.145, 置信度为 0.16(意思是:“如果 2 点 45 分到 3 点的负荷变化率在 -0.02 到 -0.03 之间,则 3 点到 3 点 15 分的负荷变化率在 -0.01 到 -0.02 之间”这条规则的支持度为 0.145, 置信度为 0.16)。其他规则不再一一说明。在得到频繁规则集后,如果 3 点 15 分的预测数据冒大数,就用得到的频繁规则集对该点进行处理。实验证明通过这种关联规则分析的方法对预测结果进行处理后得到的最终预测结果的准确率比原系统有所提高。

### 3 实验结果

笔者采用 2003 年 6 月到 2005 年 6 月的黄山市负荷数据作为训练数据,对 2005 年 7 月到 12 月黄山市的负荷量进行预测。

通过对几个月的负荷量的预测,和与实际负荷量的比较得到各月的平均准确率见表 4。可以看到采用关联规则处理后的准确率比原系统有了明显提高。

### 4 结束语

在原有负荷预测系统基础上,对其算法进行改进,

并采取关联规则算法对预测后的结果进行处理。并且在实验中证明,预测准确率得到一定的提高。

然而,在电力负荷数据库中隐藏着很多有价值的规则,远远没有被充分挖掘。

表4 月负荷预测准确率对比表

日期	采用了线性插值方法的准确率	采用关联规则处理的准确率
2005 年 7 月	96.90%	96.93%
2005 年 8 月	95.61%	96.11%
2005 年 9 月	94.31%	94.12%
2005 年 10 月	96.72%	96.88%
2005 年 11 月	95.13%	96.11%
2005 年 12 月	95.44%	96.12%

### 参考文献:

- [1] 蔡佳宏.超短期负荷预测中相似日的选择方法[J].华北电力大学学报,2006(1):38-41.
- [2] 路广.数据仓库与数据挖掘技术在电力系统中的应用[J].电网技术,2001(8):54-57.
- [3] Niu xiao-dong. Techniques and application of electric load prediction[M]. Beijing:China Electric Power Press,1998.
- [4] 洪流.一种基于数据挖掘算法的电力负荷预测系统[J].小型微型计算机系统,2004(3):434-437.
- [5] 龙立波.短期电力负荷预测中的数据处理技术[J].电力需求侧管理,2007(1)11-14.
- [6] Han Jiawei, Kamber M. 数据挖掘概念与技术[M]. 范明,孟小峰,等译.北京:机械工业出版社,2001.
- [7] Agrawal R, Imielinski T, Swami A. Mining association rules between sets of items in large databases[C]// In Proc. 1993 ACM-SIGMOD Int. Conf. Management of Data. Washington, D.C.: [s. n.], 1993:207-216.

(上接第 167 页)

- [7] 孟令奎,史文中,张鹏林.网络地理系统原理与技术[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [8] 孙美娟.基于 XML 技术的空间信息发布方法研究[D]. 北京:北京林业大学,2006.
- [9] Zimmermann R, Ku Wei-Shinn, Wang Haojun, et al. A Distributed Geotechnical Information Management and Ex-

change Architecture[J]. IEEE Computer Society,2006(10): 26-33.

- [10] 芦东昕,李典蔚,柳长安.基于 AJAX 和 Servlet 的 Web GIS 的研究与实现[J].计算机技术与发展,2007,17(3): 193-195.

(上接第 170 页)

- [4] Rosenberg J, Schulzrinne H. An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction[S]. IETF Draft. RFC 2733.1999.
- [5] Wang Yao, Wenger S, Wen Jingtao, et al. Error resilience Video Coding Techniques, Real-Time video Communication

over Unreliable Networks[J]. IEEE Signal Processing Magazine,2000(7):61-82.

- [6] Roth G, Sjöberg R, Liebl G, et al. Common Test Conditions for RTP/IP over 3GPP/3GPP2 - Amendments and Software [R]. ITU-T SG16 Doc. VCEG-M37. Santa Barbara, CA, USA: [s. n.], 2001.