

细粒度扩展视频均等质量流化算法^{*}

梅 峥^{1,2,3+}, 李锦涛¹, 宁 华^{1,2}

¹(中国科学院 计算技术研究所,北京 100080)

²(中国科学院 研究生院,北京 100049)

³(中国电力科学研究院,北京 100085)

Algorithms for Equal-Quality Fine Granularity Scalable Video Streaming

MEI Zheng^{1,2,3+}, LI Jin-Tao¹, NING Hua^{1,2}

¹(Institute of Computing Technology, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

²(Graduate School, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

³(China Electric Power Research Institute, Beijing 100085, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-10-62913201 ext 2623, Fax +86-10-62913137, E-mail: meiz@ict.ac.cn, <http://www.ict.ac.cn>

Mei Z, Li JT, Ning H. Algorithms for equal-quality fine granularity scalable video streaming. *Journal of Software*, 2006,17(12):2499–2507. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/17/2499.htm>

Abstract: Fine-Granularity-Scalability (FGS) coding can provide the flexibility and good performance for video streaming, and thus has been accepted in MPEG-4 and H.26L. It is noticed that FGS can be truncated anywhere to adapt the changes of the network bandwidth. However, the existing simple truncation methods would lead to the fluctuation of the quality of video sequence. Often, users would like to obtain a smooth quality. Based on the discussions of related works, this paper presents two equal-quality FGS video streaming algorithms with/without loss in the non-real-time streaming application scenarios. These algorithms are based on the piece-wise line R-D model and the slide window protocol. In the lossless case, the bisection method is exploited to allocate the network bandwidth among the frames in the current window so as to realize the equal-quality FGS video streaming; while in the loss case, an adaptive heuristic algorithm and the forward effort correction (FEC) technique are used for the same purpose. The experimental results demonstrate that the algorithms can have good performance in both of the two cases, thereby obtaining the smoother streaming quality of FGS video sequence.

Key words: MPEG-4; fine-granularity-scalability; equal-quality; rate-distortion model; FEC (forward effort correction)

摘 要: 细粒度扩展(fine-granularity-scalability,简称 FGS)编码具有很强的灵活性和较好的视频流化性能,故已被 MPEG-4 和 H.26L 等标准所采用.FGS 编码的一个突出特点是可以随意裁减以适应网络带宽的变化.但是,简单的裁减方法容易造成连续图像质量抖动过大,而用户通常希望流化视频的图像质量尽可能地平滑.在相关研

^{*} Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60302028 (国家自然科学基金); the Key Project of Beijing Natural Science Foundation of China under Grant No.4051004 (北京市自然科学基金重点项目); the Beijing Science and Technology Planning Program of China under Grant No.Z0004024040231 (北京市科技计划)

Received 2005-04-25; Accepted 2005-12-01

究的基础上,针对非实时流化应用,分别讨论了在无损和有损条件下进行 FGS 编码均等质量流化的算法.该算法基于 FGS 的分段线性率失真模型和滑动窗口,在无损条件下,使用二分法,在当前窗口中的所有帧之间进行速率分配,以实现均等质量流化;在有损条件下,通过自适应的启发式算法,并结合前向纠错(forward error correction,简称 FEC)技术来达到同样的目的.实验结果表明:在两种情况下,该算法均可以获得较好的流化效果,使流化视频的图像质量更加平滑.

关键词: MPEG-4;细粒度扩展;均等质量;率失真模型;前向纠错

中图分类号: TP391 文献标识码: A

随着网络的普及和视频编码技术的发展,网络上的视频内容越来越多,视频流化应用也逐渐成为网络的主要服务内容.视频流化应用对带宽、延迟和丢包率都提出了较高的要求.虽然近几年网络技术的进步使传输质量得到了提高,但是,当前的网络尤其是 Internet,只能提供尽力型(best-effort)的传输服务,不能保证数据传输服务的可靠性和稳定性.在数据传输过程中,网络带宽、丢包率和延迟往往是随时间动态变化的,而且波动很大.这些因素都使得网络视频应用的普及和推广遇到了不少的麻烦.因此,如何解决这些问题,也就成为网络视频的重要研究内容之一.

传统的视频编码主要是针对如何在给定速率的条件下有效地压缩数据,压缩码流形成后,一般都具有恒定的平均速率;而 Internet 网络状态的不稳定性给传统视频编码的传输带来了很大的挑战,尤其是带宽资源的不足往往成为网络视频应用的瓶颈.如果不使用额外的技术,通常很难改变传统视频编码的传输速率.为了适应传输带宽的变化,可以采用相关的技术改变码流的传输速率,通常的方法包括:自适应编码、转码编码和扩展编码^[1].自适应编码主要适于实时的视频应用,它根据反馈的网络状态信息动态调节量化参数来调节码率;转码编码针对非实时的应用,主要是通过部分的解码和重新编码来改变码流的速率;扩展编码是传统编码使用的一种分层编码技术,通过改变发送码流的层数来调节码流速率.虽然以上这些技术在一定程度上可以适应网络带宽的变化,但是,它们都存在一定的缺点,比如:自适应编码和转码编码需要有较小的网络延迟,同时发送端要有较强的处理能力;而扩展编码调节粒度太大会造成视频质量抖动过大,同时也可能带来带宽的浪费.

综合以上分析,为了更好地适应网络带宽的变化,需要一种新的编码技术,它具有很强的灵活性,能够充分利用带宽,同时使视频质量的抖动更加平滑,而细粒度扩展编码正是这样一种技术.

本文主要研究在非实时应用情况下如何对 FGS 码流进行均等质量流化.第 1 节简要介绍细粒度扩展(fine-granularity-scalability,简称 FGS)编码和均等质量流化等背景知识.第 2 节和第 3 节分别介绍在无损和有损条件下的 FGS 均等质量流化算法.第 4 节总结全文.

1 背景知识

1.1 FGS编码

FGS 是在 MPEG-4 标准中使用的一种新的扩展编码技术.FGS 将一个视频节目编码为两个码流:基本层(base layer)码流和增强层(enhancement layer)码流.基本层码流采用帧间预测和运动补偿技术进行编码,主要提供基本的视频图像解码质量;基本层码流解码后,与原始视频数据之间的残差值经过 DCT 变换后形成了增强层的数据,用于提高基本层的质量.为了实现细粒度的速率调整,增强层采用了位平面(bit-plane)技术^[2]对 DCT 系数进行编码.与传统的可扩展编码相比,FGS 的一个重要特征是能够以比特为单位调节码率,每一帧的增强层码流可以在任意地点截断,因此更加有效地利用了带宽.关于 FGS 的具体说明在文献[2]中有详细介绍,这里不再复述.

根据信息论中的研究成果^[3-5],可以使用率失真(rate-distortion,简称 R-D)模型描述视频编码的码率与失真之间的关系,如式(1)所示.

$$D(R_i) = \varepsilon^2 \sigma_x^2 2^{-2R_i} \quad (1)$$

其中 σ_x^2 是 DCT 系数的方差, ε^2 由编码类型以及 DCT 系数的概率分布决定.

文献[3,4]指出,式(1)可以计算 FGS 编码的失真.但是,文献[3]的研究表明:式(1)不能精确地描述 FGS 码流截减后的失真信息.若码流截断的地点正好位于一个完整的位平面的尾部,则式(1)可以精确地计算失真;若码流截断的地点落在某个位平面内部,则式(1)的结果有一定的误差.为此,文献[3]中提出了一种分段线性插值的方法来描述 R-D 模型.假设 FGS 编码的增强层数据有 N_{BP} 个位平面, $D(R_i)$ ($1 \leq i \leq N_{BP}$) 为解码到第 i 个位平面时的失真, 则当在码率为 R 处截断码流时,可以采用线性插值来计算失真,如下所示:

$$D_L(R) = D(R_m) - \frac{D(R_m) - D(R_n)}{\Delta R} (R - R_m) \tag{2}$$

其中 $D_L(R)$ 表示发送速率为 R 时的失真, R_m, R_n 表示码流截断地点分别位于两个相邻位平面结尾处的码率,且满足 $R_m \leq R \leq R_n, \Delta R = R_n - R_m$. 因为式(2)可以更加精确地描述 FGS 编码的 R-D 关系,所以在本文后面的讨论中使用该公式进行计算.

1.2 均等质量流化

通过对人类视觉感官的研究表明:当连续播放图像质量平滑变化时视觉效果最好.因此,应该在流化过程中使连续播放图像质量的波动尽可能地小,即有下式成立:

$$\xi = \min \sum_{i=0}^{N-2} |D_i(R_i) - D_{i+1}(R_{i+1})| \tag{3}$$

其中 ξ 表示视频序列中相邻两帧的质量波动之和, N 代表当前发送序列的帧数.

为了方便讨论,这里首先对 FGS 码流作一些简单的分析.正如前文所述,FGS 增强层数据是由基本层数据与原始视频数据的残差值形成的.需要说明的是,在增强层中,不同位平面对提高视频质量所做的贡献是不一样的.表 1 是序列 foreman 中第 1 帧和第 21 帧的各个位平面的码率以及解码到该位平面后的视频失真.该序列为 CIF 格式,共 100 帧,基本层速率为 160kbps.在表 1 中,Base 表示基本层信息,而 Base+1 表示从基本层到增强层第 1 个位平面的信息,其余的以此类推.图 1 是这两帧对应的分段线性 R-D 模型,左图为第 1 帧的模型,右图为第 21 帧的模型.

Table 1 R-D data
表 1 失真数据

	Frame 1		Frame 21	
	Rate (bits)	MSE	Rate (bits)	MSE
Base	44 776	32.735 44	27 368	80.818 93
Base+1	46 152	31.896 72	41 536	48.706 22
Base+2	68 472	18.612 21	75 712	20.419 48
Base+3	124 904	6.921 776	139 128	7.315 193
Base+4	222 848	2.041 963	246 512	2.152 64

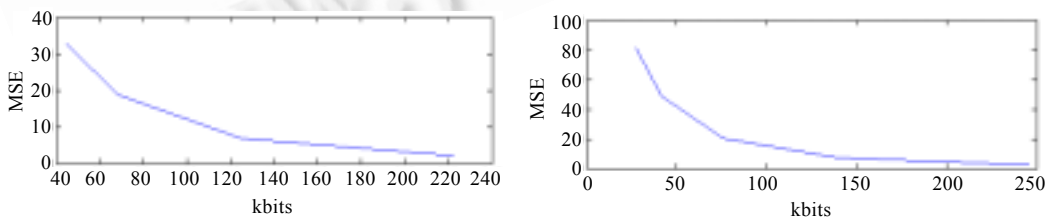


Fig.1 Piecewise line R-D model

图 1 分段线性失真模型

从图 1 中可以看出,FGS 视频序列中不同的帧具有不同的 R-D 曲线,在相同码率时的失真各不相同;另外,每一帧中不同的位平面对视频质量的提高速度也不一样.如果使用简单的裁减方法,例如在各帧之间平均分配码率,容易造成连续帧之间图像质量抖动过大,因此需要进行均等质量流化以使视频质量变化更加平滑.从以上

讨论可以看出,为了实现FGS码流的均等质量流化,需要获取整个码流的R-D信息,因为本文内容主要是针对非实时应用的,所以可以事先记录FGS码流中每一帧的R-D信息.

2 无损条件下的均等质量流化

2.1 无损条件下的均等质量流化算法

本节主要是在文献[3]研究的基础上使用了一种基于二分法的等质量流化算法.该方法基于滑动窗口策略,通过二分法对在当前窗口中的所有帧寻找合适的速率分配方案,使得当前窗口内所有帧的质量基本相等.与文献[3]不同的是:在文献[3]中,滑动窗口每发送一帧,则向前滑动一帧,然后重新分配速率;而在本文中是发送窗口内的全部帧,然后滑动一个窗口的长度再重新计算.当然,本文中的速率分配算法也可以用于文献[3]的滑动方式.

假设窗口的大小为 W ,而每一帧的发送速率范围为 $R_{range}(i)=[R_{base}(i),R_{en}(i)](0 \leq i \leq W-1)$;同时,令 $R_i(D)$ 表示某帧 i 在失真为 D 时的发送速率,当前窗口的可用速率为 R_{cur} .流化算法如下:

- (1) 计算若只发送基本层时,当前窗口中所有帧的最小失真 D_{max} ;
- (2) 计算若发送全部增强层数据,当前窗口中所有帧的最大失真 D_{min} ;
- (3) 令 $D = \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$,并根据式(2)计算 $R = \sum_{i=0}^{W-1} R_i(D)$;
- (4) 若 $R < R_{cur} - \alpha$, $D_{max} = D$,返回步骤(3);
- (5) 若 $R > R_{cur} + \alpha$, $D_{min} = D$,返回步骤(3);
- (6) 否则,返回步骤(1)计算下一窗口.

在步骤(4)和步骤(5)中, α 是松弛因子,这是由于使用式(2)计算出的结果可能不是整数,而FGS编码是以整数比特为单位进行速率调整的;另外,由于各帧的R-D模型不一样,有可能找不到合适的速率分配方案,使得各帧的失真完全相等,而且使所有帧的发送速率之和正好等于信道的速率.因此,为了避免出现这些问题,通过加入松弛因子来放松约束.

2.2 实验结果

下面是在无损条件下的流化的实验结果.实验中采用的序列为foreman,格式为CIF,GOV模式为IPPPPPPPP,帧率为10帧/秒,共100帧,基本层码率为160kbps,信道的速率为600kbps.滑动窗口大小为10.为了说明算法的性能,采用平均分配码率(uniform bit allocation)方法作对比实验,即窗口中所有帧使用相同的速率.实验结果如图2所示.

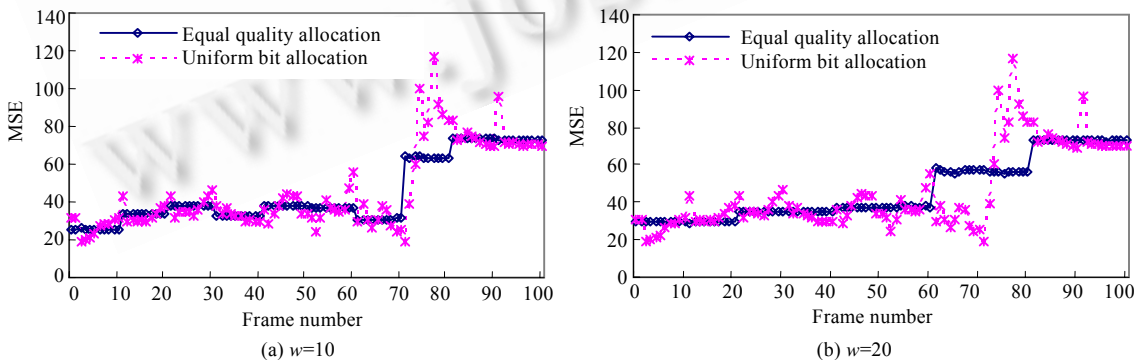


Fig.2 The results of lossless streaming experiments with different sizes of slide windows

图2 不同滑动窗口尺寸下无损流化实验结果

图2(a)是滑动窗口尺寸为10时的实验结果;图2(b)是滑动窗口尺寸为20时的实验结果,其余实验参数与图2(a)中相同.从实验结果中可以看出:使用均等质量流化算法的视频流化质量比使用平均码率算法的实验结果

更加平滑.与文献[3]相比,本文的实验结果还不够平滑,主要是因为文献[3]和本文中算法的滑动方式不同:文献[3]每次向前滑动一帧,而本文中算法每次向前滑动一个窗口.所以,文献[3]中的结果更加平滑,但是会增大计算量和用户的等待时间,而本文的算法速度更快.如何在流化效果和窗口尺寸及滑动方式之间进行权衡,这涉及到用户允许的最大延迟、传输带宽等因素,还有待进一步的研究.

3 有损条件下的均等质量流化

第2节研究了无损条件下的流化算法.但是在实际应用中,受传输技术和网络流量的限制,在传输过程中会出现数据传输错误.因此,第2节的情况较少发生.本节主要研究在非实时应用中,有损条件下FGS编码均等质量的流化算法.需要指出的是:与增强层相比,FGS基本层码率很低,同时,MPEG-4标准要求基本层数据要尽可能地全部正确传输^[2],所以,本节的内容假设FGS码流的基本层数据可以通过安全方式(比如使用TCP协议)进行传输,而主要讨论如何进行增强层数据的流化.

3.1 有损条件下的均等质量流化算法

为了提高数据传输的可靠性质量,需要采取错误控制技术.对于传统的数据传输应用,可以通过重传来保证数据的可靠性.但是对于视频应用,因为传输时限的要求在很多情况下不允许重传,一种可行的办法是使用前向纠错技术,通过增加冗余数据来提高视频数据传输的可靠性.FEC是一类用于有损信道通信的编码,通过增加冗余数据来提高抵御错误的能力.本文中的FEC使用了RS(reed-solomon)编码.RS编码是一种块编码,定义为 $RS(n,k)$,其中 n 为编码后的全部符号数量, k 表示原始信息符号的数量,而 $n-k$ 表示编码后产生的冗余信息符号的数量^[1].

当 n,k 确定后,就可以计算出全部数据的正确接收概率 $P(n,k)$,如公式(4)所示.

$$P(n,k) = \sum_{l=k}^n \binom{n}{l} (1-p)^l p^{n-l} \quad (4)$$

其中, p 为当前的平均丢包率.由于RS编码具有延迟短、纠错能力强的优点,因而已被广泛用于网络通信.

在有损条件下使用前向纠错技术进行FGS码流均等质量传输,需要考虑到FGS码流的R-D模型,以优化传输方案.本文在细粒度编码图像传输算法的基础上提出了有损条件下FGS码流的均等质量流化算法.

文献[6,7]对如何使用FEC传输细粒度编码的图像进行了研究,以提高图像的质量.文献[6]中使用了爬山法(hill-climbing)来进行数据的优化分配,寻找最优解;而文献[7]中通过一种遍历的算法来进行求解.文献[8]对文献[6]中算法进行了改进,在其基础上提出了一种近似的FEC快速分配算法.该算法针对细粒度编码的率失真曲线特性,通过最大化能效比来进行带宽的优化分配.文献[8]中算法要求细粒度编码图像的失真曲线具有分段线性结构和上凸的特性,如图3所示.图3中,纵坐标和横坐标分别代表效用(utility)和费用(cost).效用是指从接收并解码的数据获得性能的提高,具体讲就是图像失真减少了多少;费用是指为了获得这些效用使用的带宽资源,这其中包含源数据和对应的冗余数据.图4中曲线具有上凸的特点,即

$\frac{u_{i+2} - u_{i+1}}{c_{i+2} - c_{i+1}} \leq \frac{u_{i+1} - u_i}{c_{i+1} - c_i}$.该算法的复杂度为 $O(h \log N)$,其中 N 为使

用的数据包的数量, h 为上凸曲线中拐点的个数.文献[8]中的实验指出:该算法可以用于细粒度编码图像的带宽分配,并且能够产生近似最优的结果.有关该算法的具体内容可参考文献[8].

以上这些方法都可以较好地解决细粒度编码图像在传输过程中遇到的错误干扰问题,但是它们主要是针对图像的.本文主要讨论如何在有损条件下传输FGS增强层码流的优化传输,使视频流化的质量尽可能地平滑.

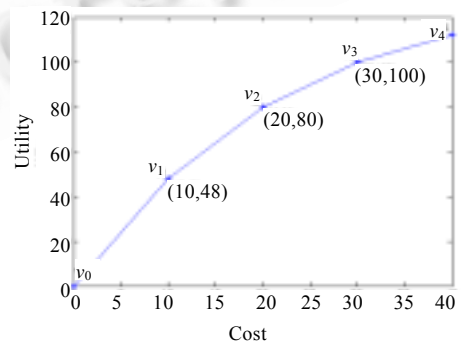


Fig.3 Utility-Cost curve

图3 能效比曲线

本节的算法是在文献[8]的基础上建立起来的.如前文所述,文献[8]中的算法要求 R-D 模型具有分段线性结构和上凸性质.根据第 2 节对 FGS 编码的分析可知:FGS 码流的 R-D 曲线具有分段线性的结构,但它是一个下凸的形状.为了符合文献[8]中算法的要求,需要作一些处理.在 FGS 的 R-D 曲线中,最左边的点代表基本层的码率和对应的失真.本节开头假设基本层数据通过安全的信道单独进行传输,因此可以进行以下操作:假设某一帧有 N_{BP} 个增强层,并且当解码到第 i 层数据时的失真为 $D_i(1 \leq i \leq N_{BP})$,其中 D_0 代表基本层解码后的失真, $R_i(1 \leq i \leq N_{BP})$ 为从基本层到第 i 的全部速率.同时,令 $D'_i = D_0 - D_i$, $R'_i = R_i - R_0(1 \leq i \leq N_{BP})$,经过处理后,此时的 R-D 曲线满足文献[8]中算法的要求,如图 4 所示.

图 4(a)是图 3 中使用的 Foreman 序列中一帧的 R-D 曲线.经过以上步骤的处理,R-D 曲线由图 4(a)变成图 4(b)的形式.很显然,图 4(b)中的曲线具有上凸的特性,因此可以使用文献[8]中的算法确定一个带宽分配方案.

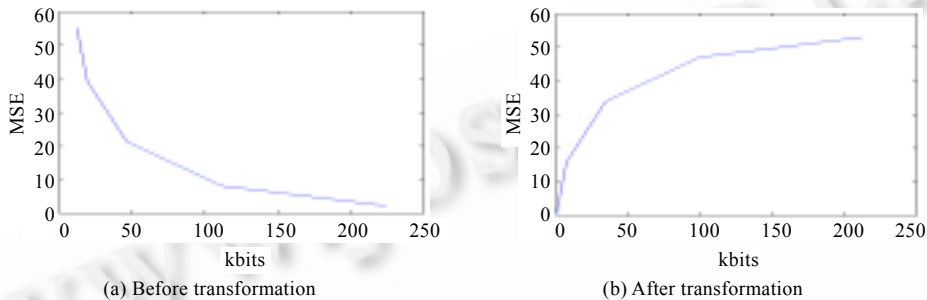


Fig.4 The R-D curves of one frame in the Foreman sequence before and after transformation

图 4 变换前后的 Foreman 序列中一帧的 R-D 曲线

为了评估视频流化的质量,需要计算每一帧的失真期望值.假设传输某一帧使用了 N 个数据包,则在接收端的失真期望为

$$E[D] = D_0 - \sum_{k=0}^N P(N, k) D(k) \quad (5)$$

其中, $D(k)$ 代表的接收到 k 个数据包中源数据的效用.

综合起来,在有损条件下的均等质量流化算法可以表述如下:

首先,获取 FGS 视频码流中每一帧的 R-D 信息,由于本文研究的是非实时情况下的流化应用,因此,视频流的 R-D 信息可以事先获得;其次,对基本层码流采用可靠的传输协议进行传输,对增强层次采用下面的方法进行流化.

已知当前的丢包率 plr ,可用带宽 R_{cur} ,窗口大小为 W .为了使当前窗口中所有帧的流化质量尽可能地相等,同时定义变量 β ,它表明了当前窗口中所允许的最大质量差值.增强层流化算法的具体步骤如下:

- (1) 将当前窗口可用带宽再进行平均分配,使用文献[8]中的算法计算每一帧,并利用公式(5)计算每一帧的失真期望值 $E[f_j](0 \leq j \leq W-1)$.
- (2) 使用式(5)计算出具有最大失真期望值 E_{\max} 和最小失真期望值 E_{\min} 的帧 f' 和 f'' ,计算差值 $\delta = E[f'] - E[f'']$.
- (3) 若 $\delta > \beta$,调整分配给 f' 和 f'' 之间的带宽分配,返回步骤(2)重新计算.如果 $E[f'] > E[f'']$,将分配给 f' 的数据包减 1,将分配给 f'' 的数据包加 1;反之,如果 $E[f'] < E[f'']$,将分配给 f' 的数据包加 1,而将分配给 f'' 的数据包减 1.然后返回步骤(2)重新计算.
- (4) 若 $\delta \leq \beta$,返回步骤(1)计算下一窗口.

3.2 实验结果

与第 2.2 节中的实验相同,本实验中采用的视频序列为 Foreman 和 Coastguard,格式为 CIF,GOV 模式为 IPPPPPPPP,帧率为 10 帧/秒,共 100 帧.基本层码率为 160kbps,信道的速率为 800kbps,滑动窗口大小为 10.为了说明本文算法的性能,仍然采用平均分配码率(uniform bit allocation)方法进行对比.实验分别在丢包率为 3%,5%,10%和 20%的情况下进行,实验结果分别如图 5 和图 6 所示.

图 5(a)~图 5(d)和图 6(a)~图 6(d)分别是丢包率为 3%,5%,10%和 20%的实验结果.从中可以看出:在相同的速率和丢包率下,与平均分配码率方法相比,采用本文中的方法可以使 FGS 编码的视频流化质量变化抖动更小.

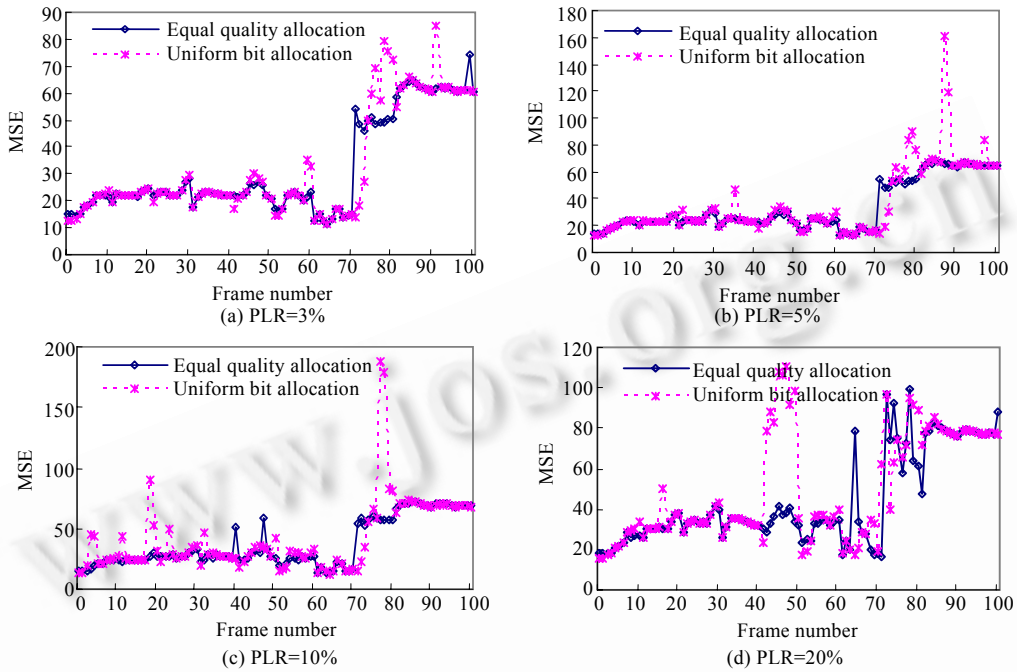


Fig.5 The results of loss streaming experiments on Foreman sequences

图 5 Foreman 序列的有损实验结果

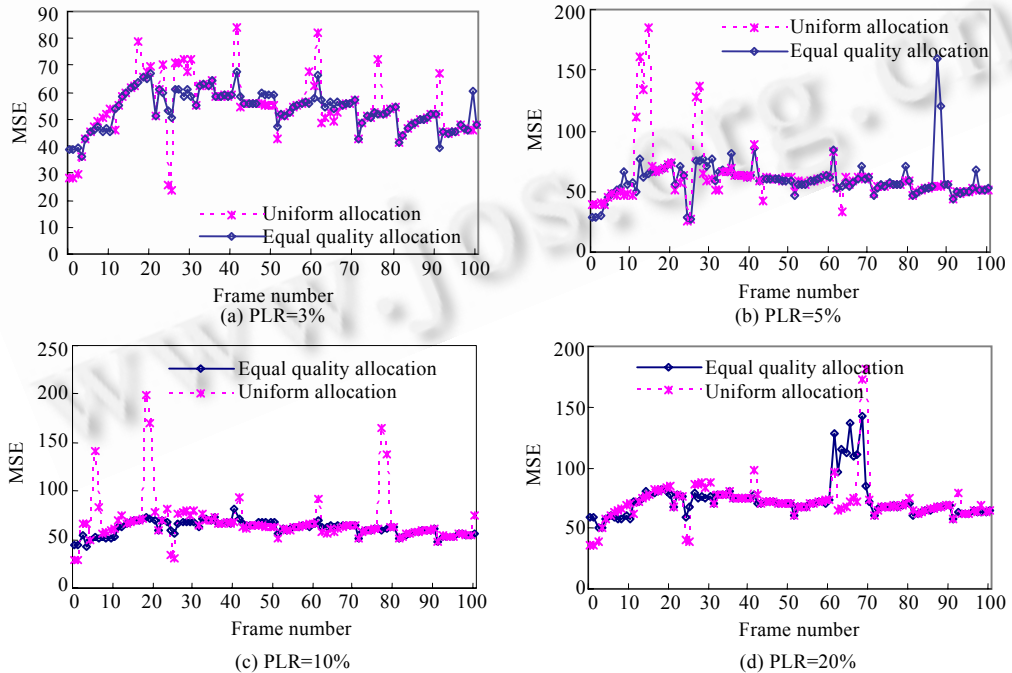


Fig.6 The results of loss streaming experiments on Coastguard sequences

图 6 Coastguard 序列的有损实验结果

为了说明算法的有效性,在表 2 中对两个序列的实验结果的质量波动之和 ξ 进行了统计,并进行了相应的分析.从表中的分析结果可以看出:本文中的算法的确可以减少视频的质量抖动,在某些情况下,质量抖动最多可以减少 60%.在第 3.1 节描述的增强层流化算法中,需要在当前滑动窗口中进行多次调节,以使流化后的质量尽可能地平滑,所以会引入一段启动延迟.对于一次调节,其计算复杂度为 $O(h \log N)$,因为 FGS 编码标准中比特平面最多有 8 层,而公式中的数据包数量 N 也相对比较小,所以计算复杂度相对很小.但是,一个窗口中调节的次数是由视频的 R-D 关系、丢包率、带宽和调节阈值 β 共同决定的,在本文的实验中,调节一个滑动窗口的时间基本上都在 1 秒内.由于本节算法是针对非实时应用的,因此,该启动延迟是可以容忍的.与第 3 节的实验结果相比,每一个滑动窗口中帧的质量都有一定的波动,这是因为本节的算法只考虑了丢包率,没有考虑丢包突发长度(burst length)对数据传输的影响.而在实际的传输过程中,数据包的突发长度对视频质量的好坏有一定的影响,这些问题还需要进一步研究.综合起来,本节的算法可以在有损条件下减少视频质量的抖动,这说明本文的算法是有效的.

Table 2 The statistical data of loss streaming experiments

表 2 有损实验统计数据

	Foreman				Coastguard			
	3%	5%	10%	20%	3%	5%	10%	20%
ξ	217.23	230.60	342.22	602.28	305.72	818.3	595.8	621.3
$\bar{\xi}$	345.13	611.40	861.66	815.29	565.67	950.35	1164.5	704.8
$\bar{\xi} - \xi$	127.9	380.8	519.44	213.01	259.95	132.05	568.7	83.5
$\frac{\bar{\xi} - \xi}{\xi}$	0.37	0.62	0.60	0.26	0.46	0.14	0.49	0.12

4 总 结

由于具有很强的灵活性和适应性,FGS 视频编码已被国际标准所采用.通过对增强层码流进行裁减,FGS 编码可以充分利用网络资源.但是,简单的裁减方法容易造成视频流化质量波动过大,影响播放效果.本文主要讨论如何进行 FGS 视频均等质量流化.通过使用分段线性率失真模型,本文首先研究了在无损条件下的均等质量流化算法,然后研究了在有损条件下的均等质量流化算法.实验结果表明:本文中无损条件下的方法具有较好的性能;有损条件下的算法也可以减少连续视频质量的抖动,但是受丢包突发长度的影响,流化的结果不是非常理想的.今后的研究内容主要集中在以下两个方面:为了减少突发长度的影响,考虑采用交错(interleave)技术来提高视频质量;如何使用重传技术来提高数据的可靠性.

References:

- [1] Wu DP, Hou YT, Zhang YQ. Transporting real-time video over the Internet: Challenges and approaches. Proc. of the IEEE, 2000,88(12):1855-1875.
- [2] Li WP. Overview of fine granularity scalability in MPEG-4 video standard. IEEE Trans. on CSVT, 2001,11(3):301-317.
- [3] Zhang XM, Vetro A, Shi YQ, Sun HF. Constant quality constrained rate allocation for FGS video coded Bitstreams. In: Kuo CCJ, ed. Proc. of the Visual Communications and Image Processing 2002, Vol 4671. Bellingham: SPIE Press, 2002. 817-827.
- [4] Wang Q, Xiong Z, Wu F, Li S. Optimal rate allocation for progressive fine granularity scalable video coding. IEEE Signal Processing Letters, 2002,9(2):33-39.
- [5] Dai M, Loguinov D. Analysis of rate-distortion functions and congestion control in scalable internet video streaming. In: Papadopoulos C, Almeroth K, eds. Proc. of the ACM NOSSDAV 2003. New York: ACM Press, 2003. 60-69.
- [6] Mohr AE, Riskin EA, Ladner RE. Unequal loss protection: Graceful degradation of image quality over packet erasure channels through forward error correction. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2000,18(7):819-828.
- [7] Stanković V, Hamzaoui R, Xiong Z. Packet loss protection of embedded data with fast local search. In: Tekalp AM, ed. Proc. of the IEEE ICIP 2002. Vol 2, Rochester: IEEE Press, 2002. 165-168.

- [8] Mohr AE, Ladner RE, Riskin EA. Approximately optimal assignment for unequal loss protection. In: Ward RK, ed. Proc. of the IEEE ICIP 2000. Piscataway: IEEE Press, 2000. 367–370. <http://dcl.ee.washington.edu/papers/icip2000.ps>
- [9] He YW, Wu F, Li SP, Zhong YZ, Yang SQ. 26L-Based fine granularity scalable video coding. In: Proc. of the ISCAS 2002. 2002. 548–551.
- [10] Chen TP, Chen T. Fine-Grained rate shaping for video streaming over wireless networks. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2004,2:176–191.



梅峥(1975 -),男,天津人,博士,主要研究领域为多媒体技术.



宁华(1975 -),女,博士,主要研究领域为多媒体技术.



李锦涛(1962 -),男,博士,研究员,博士生导师,CCF 高级会员,主要研究领域为多媒体技术,虚拟现实技术.

第 2 届中国分类技术及应用学术会议(CCTA 2007) 征文通知

由中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会主办,郑州大学承办,河南大学,河南省计算机学会协办的第 2 届中国分类技术及应用学术会议(CCTA 2007)将于 2007 年 5 月 27 日~29 日在郑州召开。

征稿范围(不局限于下述范围)

分类和聚类的基础理论与算法:监督学习、半监督学习和非监督学习,分类和聚类算法与复杂性,分类与聚类的数据预处理技术,分类与聚类模型的评估与选择,集成/组合分类技术,基于约束的聚类,基于分类和聚类的异常检测

复杂数据类型和特定领域的分类和聚类技术:动态数据流的分类和聚类,社会网络分析,空间数据的分类和聚类,文本分类和聚类,数据密集场景中的分类,Web 页面分类和聚类,时间序列数据的分类和聚类,图像与视频检索,计算机视觉中的分类,生物特征识别中的分类

分类和聚类技术应用:分类和聚类在各行业、各领域的应用,包括但不限于:银行、金融、保险、交通、通信、市场营销、经济分析、商务智能、知识工程、目标识别、生物信息学、生物统计学、医药和健康科学、信息安全等

投稿要求

详见会议网站:<http://202.196.73.187/ccta2007>

重要日期

截稿日期: 2007-02-04

录用通知日期: 2007-03-12

论文清样提交截止日期: 2007-03-22

联系方式

通信地址:郑州市大学北路 75 号,郑州大学信息工程学院,王黎明

电话:0371-67763882-2125(王黎明),0371-67783097(郭淑艳),0371-67761542(范明)

传真:0371-67761542

E-mail: ccta2007@zsu.edu.cn