

降低空间分辨率视频编码转换方法

李晓辉¹, 竺亮²

(1. 安徽大学 电子科学与技术学院, 安徽 合肥 230039;

2. 安徽电视台, 安徽 合肥 230066)

摘 要:根据漂移误差与帧间编码块的运动活动性的关系,提出了一种自适应帧内刷新方法。该方法根据目标比特率和实际比特率的差值,动态地调整阈值,从而有效地减少了帧内编码的比特率,保持了对差错的鲁棒性,限制了差错的时间传播。同时,根据率失真定理,在保证失真最小的情况下,为帧内不同的宏块选用最佳的量化系数。仿真结果表明:文中提出的方法有效地平滑了缓冲器的输出,同时峰值信噪比也有所提高。

关键词:视频编码转换;降低空间分辨率;自适应帧内刷新;率失真最佳;速率控制

中图分类号:TN919.81

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)06-0029-03

Method for Reduced Spatial Resolution Video Transcoding

LI Xiao-hui¹, ZHU Liang²

(1. School of Electronic Science and Technology, Anhui University, Hefei 230039, China;

2. Anhui Television Station, Hefei 230066, China)

Abstract: A self-adaptive intra-refresh scheme based on the relation between drift error and motion activity of inter-coded blocks is proposed in this paper. The thresholds are dynamically adjusted according to the difference between the target bit rate and actual bit rate. This method can reduce the bit rate of intra coded frames while still maintaining error robustness and limiting temporal propagation of errors. Besides, we present a new method for rate-distortion optimized coding mode selection. Using this method, we minimize distortion subject to the target rate constraint, and obtain formulas that indicate how to choose the quantization parameters. The simulation results show that the buffer fullness tend to be stabilized and the PSNR of the reconstructed image is raised.

Key words: video transcoding; reduced spatial resolution; self-adaptive intra-refresh; rate-distortion optimal; rate control

0 引言

随着科学技术的发展,以信息交流为主要任务的多媒体技术突破了计算机、电话、电视等传统产业的界线,把计算机的交互性、通信网的分布性和电视广播的真实性融为一体,向人们提供综合的信息服务。多媒体信息主要包括图像、声音和文本三大类,其中视频信号的数据量最大,处理也最复杂。因此,视频信号的处理和传输是多媒体通信的关键技术之一。

不同的通信网络由于带宽不同,因而对应着不同的传输码率,这就使得网络之间的接入问题成为信息交换时应首先考虑的重要环节。当已压缩编码的视频信号由较高传输速率的信道接入到较低速率的信道时,将会导致传输码流与信道失配,从而引起网络拥塞,使得视频信号的传输无法正常进行。因此,需要采用视频编码转换器对传输码流进行码率转换,以保证视频码流在网络间的正确传

输,为不同网络的用户提供不同服务质量的视频服务^[1]。

由于受到信道带宽或终端显示能力的限制,为了获得所需的低速率码率,需要对视频信号进行高倍压缩。这时,如采用原有的空间分辨率对视频信号进行编码转换,将造成图像质量的严重下降,因此,在视频编码转换中需插入下抽样滤波器,以降低视频信号的空间分辨率,从而改善图像质量^[2]。

1 漂移误差分析

在视频编解码系统中,由于解码器运动补偿环的误差积累,当解码运动补偿帧间图像时,会产生漂移误差,从而引起图像质量的连续下降。帧内编码块具有不受漂移影响的特点,因而采用将帧间编码块变换成帧内编码块的帧内刷新方法,可以阻止漂移的传播。帧内刷新降低分辨率编码转换结构框图如图1所示。

2 自适应帧内刷新

由于帧内编码模式的压缩率较低,因此当大量的宏块需要帧内编码时,视频编码器的输出比特率将会大幅度地增加。

收稿日期:2005-10-17

基金项目:安徽省自然科学基金资助项目(03042209)

作者简介:李晓辉(1961-),男,安徽合肥人,博士,教授,研究方向为宽带移动通信与多媒体通信。

由此可见,帧内编码模式会产生突发性的比特,从而引起传输延迟,造成网络的拥塞。如果图像中的运动区域由于差错而遭到破坏,由此引起的质量下降将会随时间扩散,造成长时间的质量损伤,这种影响直到下一个帧内刷新到来时才能结束。为了减少帧内编码的比特率,并保持对差错的鲁棒性,同时限制差错的时间传播,可采用自适应帧内刷新方法。

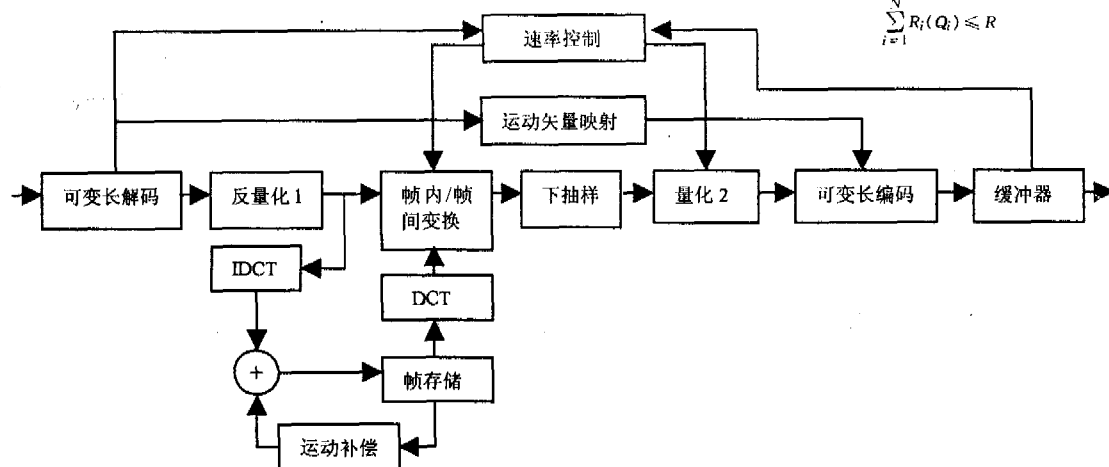


图1 帧内刷新降低分辨率编码转换结构框图

通常,漂移误差与帧间编码块的运动活动性有关。因此,如果一组(4个)宏块中的运动矢量绝对差总和(SAD)大于某个阈值 T_h ,自适应帧内刷新方法就判定这组宏块为帧内编码。阈值的初始值 T_0 由运动矢量绝对差总和的简单线性关系决定。

$$SAD = \sum_i \sum_j |V_i - V_j| \quad (1)$$

$$T_0 = \alpha \cdot SAD \quad (2)$$

式中, V_i, V_j 为运动矢量, α 由训练序列给定。在每一帧编码后,根据目标比特率 R_T 和实际比特率 R 的差值动态地调整阈值。如果差值为正,表明目标比特率高于实际比特率,阈值设置低了;相反,如果差值为负,则表明阈值设置高了。即

$$T_h = \begin{cases} T_h + \Delta T, & R_T - R \geq 0 \\ T_h - \Delta T, & R_T - R < 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中 ΔT 为一修正量。由于采用帧内刷新会使帧内编码块的数目增加,由此产生的比特率增加必须在速率控制中加以解决。

3 速率控制

根据率失真定理^[3],有:

$$D(R) = \sigma^2 e^{-\gamma R} \quad (4)$$

式中 σ 表示 DCT 系数的标准差, β 和 γ 为模型参数^[4]。由于 DCT 系数的分布可由 Laplacian 分布来近似,因此有 $\beta = 1, \gamma = \frac{3}{2} \ln 2$ 。代入式(4)得:

$$D_i(R_i) = \sigma_i^2 e^{-\frac{3}{2} \ln 2 R_i(Q_i)} \quad (5)$$

设一帧共有 N 个宏块,第 i 个宏块用量化系数 Q_i (i

$= 1, 2, \dots, N$) 进行量化,则对于 N 个宏块可采用下式来求率失真最佳的量化系数,即在约束条件 $\sum_{i=1}^N R_i(Q_i) \leq R$ 下,求 $\sum_{i=1}^N D_i(Q_i)$ 的最小值^[5]。

$$Q_1^*, \dots, Q_N^* = \arg \min_{Q_1, \dots, Q_N} \sum_{i=1}^N D_i(Q_i) \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N R_i(Q_i) \leq R$$

式中 $D_i(Q_i)$ 表示采用量化系数为 Q_i 时,第 i 个宏块的失真; $R_i(Q_i)$ 表示采用量化系数为 Q_i 时,第 i 个宏块的速率。因此,

表示 N 个宏块的失真总和, R 表示 N 个宏块的速率总和。

假设当前宏块的量化系数 Q_i 与其它宏块无关,则有:

$$Q_1^*, \dots, Q_N^* = \sum_{i=1}^N \arg \min_{Q_i, \dots, Q_N} D_i(Q_i) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^N R_i(Q_i) \leq R$$

第 i 个宏块的量化系数 Q_i 可由约束最小问题解得:

$$Q_i^* = \arg \min_{Q_i} D_i(Q_i) \quad (8)$$

由式(5)可得:

$$Q_i^* = \arg \min_{Q_i} \{ \sigma_i^2(Q_i) e^{-\frac{3}{2} \ln 2 R_i(Q_i)} \} \quad (9)$$

4 仿真结果

对 Miss-am 测试序列进行计算机仿真实验。测试序列为 CIF 格式,帧频为 15fps,以 256kb/s 的速率编码。采用 2:1 下抽样滤波器,通过降低分辨率编码转换器将编码转换为 QCIF 格式,32kb/s。取初始量化参数 $Q = 15$,缓冲器容量为 3200bit。采用文中提出的方法与帧内刷新结构 TMN8 速率控制策略的缓存器占有率比较及峰值信噪比分别如图 2 和图 3 所示。

由图 2 可见,采用文中提出的方法得到的编码输出缓存器占有率(实线)较帧内刷新结构 TMN8 速率控制策略得到的结果(虚线)稳定。

由图 3 可知,采用文中提出的方法得到的峰值信噪比较采用帧内刷新结构 TMN8 速率控制策略得到的峰值信噪比要高,尤其在场景切换时,峰值信噪比得到了明显的改善。

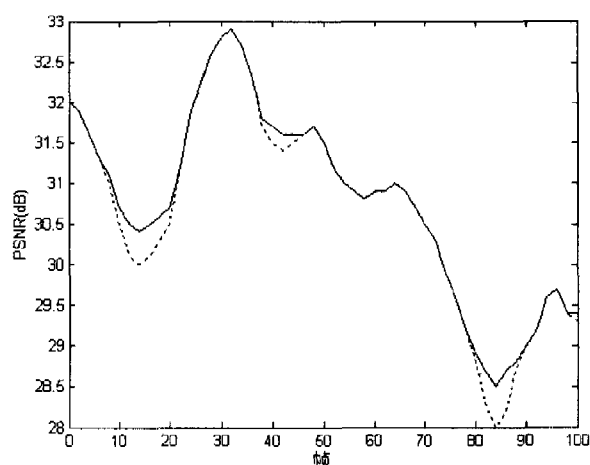
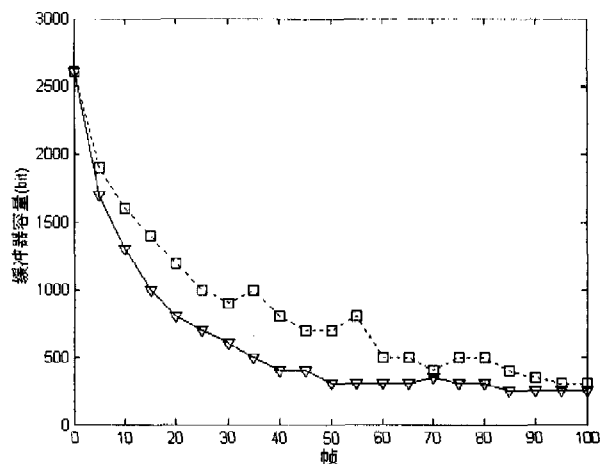


图3 峰值信噪比比

5 结束语

采用联合自适应帧内刷新和速率控制方法,提出了一种降低分辨率编码转换算法。该方法可以有效地减少帧内编码的比特率,保持对错误的鲁棒性,并限制错误的时间传播。同时根据率失真最佳准则,为帧内不同的宏块选用不同的量化系数,更为合理地在帧内分配比特数,从而使得在编码输出码流趋于稳定的同时,编码后图像的质量也有所提高,尤其是在重要的细节部分,重建图像的质量得到了明显的改善。

参考文献:

- [1] Christopoulos B. Transcoder architectures for video coding [J]. IEEE Trans on Consumer Electronics, 1998(1):88 - 98.
- [2] Shanableh T, Gganbari M. Heterogeneous video transcoding to lower spatio-temporal resolutions and different encoding formats[J]. IEEE Trans Multimedia, 2000, 2(2): 101 - 110.
- [3] Sullivan G, Wiegand T. Rate-distortion optimization for video compression[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 1998, 15(6):74 - 90.
- [4] Lam E Y, Goodman J W. A mathematical analysis of the DCT coefficient distributions for images[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2000, 9(5):1661 - 1666.
- [5] Kim H, Altunbasak Y. Low-complexity rate-distortion optimal macroblock mode selection for MPEG-like video coders[A]. In Proc IEEE Int Conf ICME[C]. Baltimore: [s. n.], 2003. 513 - 516.

(上接第28页)

3.3 结合生产统计数据和机台分布图进行调度单跟单

棉纺织企业生产设备的生产能力并非固定不变的,它会根据生产设备的速度、挡车工操作的熟练程度、车间环境、半成品的质量控制等因素的变化而有所不同,而这些因素在安排生产计划时有些是无法进行准确预测的。因此,在实际生产过程中,肯定会出现与计划不相符合的情况^[5]。在生产调度计划实施的过程中,采用结合生产统计数据和机台分布图进行调度单跟单的方法,根据生产统计数据汇总出该调度单品种的完成量、剩余量,结合机台分布图中显示的安排机台的台时产和运转车速,估计能否在交货期内完成生产任务,如果不能,可以合理地扩台,确保能够按时交货。

4 结束语

笔者参与开发的棉纺织企业多目标优化生产调度计划系统具有较好的通用性,可广泛用于具有大批量、多品种、快翻改等特点的生产调度计划的动态优化编制,以及车间生产的实时监视及管理。利用用户提供的几个月的

生产调度数据作为输入数据,运行该系统,结果给出的生产调度计划,全部按期完成交货任务,前后道工序未发生脱节现象,并且为企业减少了大约10%的生产成本。目前该系统已开发完毕并提交用户使用。

参考文献:

- [1] 宋杰,聂辛民. MIS系统在纺织行业中的开发与应用[J]. 企业管理, 2003(1):46 - 48.
- [2] 李班. 针织企业提高生产效率问题研究[J]. 现代纺织技术, 2000, 8(3):34 - 37.
- [3] Kanumury M, Chang T C. Process planning in an automated Manufacturing environment[J]. Journal of manufacturing Systems, 1992, 2(1):67 - 78.
- [4] Darel E M, Zvifeuer. SIBS - a job shop simulation based scheduler[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 1992, 2(1):15 - 20.
- [5] 刘昌慧,徐春丽,华东平. 纺织企业生产调度问题的研究[J]. 科学管理, 2003(4):24 - 29.