

TM5 码率控制算法的分析和改进

尚书林 杜清秀

(中国科学院自动化研究所高技术创新中心, 北京 100080)

摘要 众所周知, MPEG-2 的 TM5 码率控制算法是一种优秀的码率控制算法, 由于它引入了复杂度分析、码率分配、码率控制、自适应量化等概念方法, 从而可以较准确地控制视频流的输出码率, 鉴于该算法仍有许多不足, 为在对 TM5 码率控制算法的自适应量化公式的不足之处和码率控制部分的优点和局限性进行分析的基础上; 提出了 TM5 码率控制算法的一种改进方法。实验结果表明, 该改进方法不但有效降低了原 TM5 码率控制算法的复杂度, 同时获得了 0.8 ~ 1.8 dB 的增益。

关键词 码率控制 TM5 自适应量化 空间活动度 积分控制

中图分类号: TN911.3 TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2005)07-0888-06

Analysis and Improvement of TM5 Rate Control Algorithm

SHANG Shu-lin, DU Qing-xiu

(Hi-tech Innovation Centre, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract This paper gives a study on MPEG-2 Test Model (TM5) rate control algorithm. In this algorithm, the conceptions and methods of complexity analysis, rate allocation, rate control, adaptive quantization are introduced for the first time in the matter of video rate control. And these can be used to control the bit rate of out video accurately. But there are still many deficiencies in it. In this paper, TM5 rate control algorithm is analyzed, which includes mainly the equations of rate control and adaptive quantization. Firstly, the problem of adaptive quantization's equation is introduced and discussed. Then the formula of rate control is analyzed step by step and the final conclusion is that the principle of rate control is integral control. At last, based on the discussion above, an improvement with lower complexity is proposed, which gains 0.8 ~ 1.8 dB.

Keywords bit rate control, TM5, adaptive quantization, spatial activity, integral control

1 引言

码率控制是视频编码器的重要组成部分, 因为在视频编码过程中, 输出的视频质量和码率是相互影响的。当要求视频质量越好, 则输出的比特数就应越高, 但由于受带宽或存储容量大小的限制, 因此在视频编码器中需要将输出的比特数控制在一定的范围内, 以便在满足带宽或存储容量限制的同时, 尽可能获得最好的视频质量。这里所采用的控制策略就是码率控制算法。可见, 码率控制策略是视频

编码器成功与否的关键因素之一。

目前已有许多学者和研究机构提出了许多不同的码率控制算法, 其中典型的有 H.263 的 TMN8^[1] 的码率控制算法^[2,3], MPEG-4 的 VM8、VM18^[4] 码率控制算法^[5,6], H.264 JM 中的码率控制算法^[7,8] 以及基于 ρ -domain 模型的码率控制算法^[9,10] 等。这其中使用最为广泛的是 MPEG-2 的 TM5^[11] 码率控制算法。TM5 码率控制算法的特点是码率控制准确, 实现简单, 但它本身也存在着如下不足: (1) 自适应量化时, 对量化参数的调整不适当, 量化参数的调整不均匀, 并存在着对某些参数的过度调节; (2) 码率控制算法

基金项目: 国家高技术研究发展计划“863”项目(2002AA11901012)

收稿日期: 2004-09-01; 改回日期: 2004-12-13

第一作者简介: 尚书林(1978 ~), 男, 2002 年获得北京师范大学信息学院学士学位, 现为中国科学院自动化研究所博士研究生。主要研究方向为图像与视频压缩技术。E-mail: shangsl2000@yahoo.com.cn

前后各个步骤的之间并不能有效地一起工作,存在着互相抵消效率的问题,从而导致编码效率的下降。

针对上述问题,本文首先对自适应量化的实现方法和码率控制机制两部分进行了分析,然后根据分析结果,提出了一种改进算法。实验结果证明,在码率基本不变的情况下,改进后的 TM5 码率控制算法将编码序列的平均峰值信噪比提高了 0.8 ~ 1.8dB。

2 TM5 的码率控制算法及分析

2.1 TM5 的码率控制算法

为了更好地对 TM5 码率控制算法进行分析,先将 TM5 码率控制算法描述如下:

(1) 分配目标码率

① 复杂度估计

$$X_t = S_t Q_t \quad (1)$$

其中, t 代表 I、P 或 B 帧; X_t 是全局复杂度; S_t 是编码当前帧所得的比特数; Q_t 当前帧各宏块量化参数的平均值。

② 设置当前帧的目标码率

$$T_I = \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{N_P X_P}{X_I K_P} + \frac{N_B X_B}{X_I K_B}}, \frac{b}{8 \times f} \right\} \quad (2)$$

$$T_P = \max \left\{ \frac{R}{N_P + \frac{N_B K_P X_B}{K_B X_P}}, \frac{b}{8 \times f} \right\} \quad (3)$$

$$T_B = \max \left\{ \frac{R}{N_B + \frac{N_P K_B X_P}{K_P X_B}}, \frac{b}{8 \times f} \right\} \quad (4)$$

b 为当前的比特率; f 为当前的帧率; K_P, K_B 分别为 P 帧、B 帧中与量化参数相关的常数; R 为当前 GOP (group of picture) 的剩余目标码率; N_P, N_B 分别是当前 GOP 中还需要编码的 P 帧、B 帧的帧数。

(2) 码率控制

① 在对第 j 个宏块进行编码前,计算虚拟缓冲区的充满度

$$d_j^{(i)} = d_0^{(i)} + B_{j-1} - \frac{T_i \times (j-1)}{N_{MB}} \quad (5)$$

t 代表 I、P、B 帧, d_0^I, d_0^P, d_0^B 分别为 I 帧、P 帧、B 帧的虚拟缓冲区的初始充满度; d_j^I, d_j^P, d_j^B 是在开始编码第 j 个宏块时的虚拟缓冲区的充满度; B_{j-1} 为编码前 $j-1$ 个宏块所用的比特数; N_{MB} 为一帧图像中所包含的宏块数。

② 计算第 j 个宏块的参考量化参数

$$Q_j = \frac{d_j \times 31}{r} \quad (6)$$

d_j 为上一步计算的虚拟缓冲区充盈度, r 为反应系数。

(3) 自适应量化

① 计算宏块 j 的空间复杂度

$$act_j = 1 + \min(vblk_1, vblk_2, \dots, vblk_8) \quad (7)$$

其中, $vblk_n = \frac{1}{64} \times \sum_{k=1}^{64} (P_k^{(n)} - \bar{P}_n)^2, \bar{P}_n = \frac{1}{64} \times$

$\sum_{k=1}^{64} P_k^{(n)}$ 。在这里,均方误差的计算使用的是原始的像素值。 $P_k^{(n)}$ 是第 n 个 8×8 块的第 k 个像素的值。

② 归一化宏块 j 的空间复杂度

$$N_act_j = \frac{2 \times act_j + \overline{act}}{act_j + 2 \times \overline{act}} \quad (8)$$

其中, \overline{act} 是上一帧各宏块空间复杂度的平均值。

③ 按照下面公式即可得到用来编码第 j 个宏块的量化参数值

$$mquant_j = Q_j \times N_act_j \quad (9)$$

通过把 $mquant_j$ 限制在 $[1 \sim 31]$ 这个范围,即得到最终编码用的量化参数。

2.2 对 TM5 两处关键公式的分析

下面将对步骤 2 和步骤 3 里面的算法进行分析,主要分析自适应量化和码率控制的两处关键公式式(5)、式(6)和式(8)、式(9)。

2.2.1 自适应量化公式里存在的问题

自适应量化部分式(8)、式(9)分析如下:

根据参考文献[1]知,实际上,步骤 3 中的 \overline{act} 为当前帧的各宏块空间复杂度 act_j 的平均值。这样就可以对归一化公式(8)进行推导,得

$$N_act_j = \frac{2 \cdot \frac{act_j}{\overline{act}} + 1}{\frac{act_j}{\overline{act}} + 2}, 0 \leq \frac{act_j}{\overline{act}} < +\infty \quad (10)$$

把上式简化为

$$N_act_j = \frac{2x + 1}{x + 2}, 0 \leq x < +\infty \quad (11)$$

式(11)如图 1 所示,它是一个双曲函数, N_act_j 的取值范围为 $N_act_j \in (0.5, 2)$

当 $act_j = \overline{act}$ 时, $N_act_j = 1$;

当 $act_j > \overline{act}$ 时, $N_act_j \in (1, 2)$;

当 $act_j < \overline{act}$ 时, $N_act_j \in (0.5, 1)$ 。

从图 1 和上面的分析可以看出, N_act_j 的上下间隔是不对称的,上面的调整区间为 $(1, 2)$ 大于下面的调整区间 $(0.5, 1)$,也就是说,在假设当前帧的

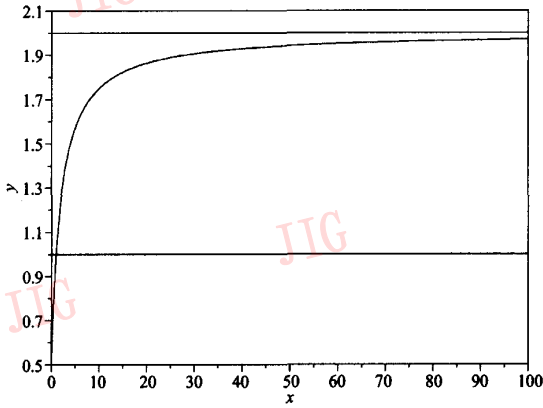


图 1 归一化公式 $y = \frac{2x+1}{x+2}$

Fig. 1 Normalization equation $y = \frac{2x+1}{x+2}$

参考量化参数相等的情况下, 当用自适应量化来对参考量化参数进行调整后, 量化参数向上调整的量远远大于其向下调整的量。

从实验数据中也可以看到这一点(见第 4 节), 在 flowergarden 的第 224 帧, 最大的量化参数为 56, 最小的量化参数为 16。最大的量化参数比最小的大很多。这种量化参数的分布在一帧中的严重波动, 说明参考量化参数被过度调节了。

把式(11)一般化为

$$N_{act_j} = \frac{ax+1}{x+a}, a \geq 1, 0 \leq x < +\infty \quad (12)$$

这里, $x = \frac{act_j}{act}$ 。

当 $act_j > \overline{act}$ 时, $N_{act_j} \in (1, a)$;

当 $act_j < \overline{act}$ 时, $N_{act_j} \in (1/a, 1)$;

此处取 $a < 2$, 当 $[(a-1) - (1-1/a)] < [(2-1) - (1-1/2)]$ 时, 上下调节范围变得越来越相近, 即越来越对称。

从后面实验数据中可以看出, 当 $1 \leq a < 2$ 时, 随着 a 的减小, 编码性能越来越好。当 $a=1$ 时, 编码性能最好, 而且输出的码率基本不变。

2.2.2 码率控制部分的原理

如果把式(5)代入式(6), 并做一般化处理, 则得到下面公式:

$$Q_{i,j} = \frac{d_{i,j} \times 31}{r} = \frac{(d_i + B'_{i,j-1} - B'_{i,j-1}) \times 31}{r} \quad (13)$$

这里 $B'_{i,j-1}$ 是第 i 帧已编码的 $j-1$ 个宏块所产生的实际(即上角 r)比特数, $B'_{i,j-1}$ 是分配给这些宏块的目标(即上角 t)比特数, d_i 为第 i 帧时虚拟缓冲

区的初始充满度, $Q_{i,j}$ 为第 i 帧第 j 个宏块的量化系数。由上式可以推得

$$\begin{aligned} Q_{i,j} - Q_{i,j-1} &= \frac{(d_{i,j} - d_{i,j-1}) \times 31}{r} \\ &= \frac{[(B'_{i,j-1} - B'_{i,j-1}) - (B'_{i,j-2} - B'_{i,j-2})] \times 31}{r} \\ &= \frac{[(B'_{i,j-1} - B'_{i,j-2}) - (B'_{i,j-1} - B'_{i,j-2})] \times 31}{r} \end{aligned} \quad (14)$$

令 $B''_{i,j}$ 为第 i 帧第 j 个宏块实际产生的比特数, $B''_{i,j}$ 为第 i 帧第 j 个宏块分配的比特数, 则可得

$$B'_{i,j} = \sum_{k=1}^j B''_{i,k} \quad (15)$$

$$B'_{i,j} = \sum_{k=1}^j B''_{i,k} \quad (16)$$

$$B'_{i,j-1} - B'_{i,j-2} = B''_{i,j-1} \quad (17)$$

$$B'_{i,j-1} - B'_{i,j-2} = B''_{i,j-1} \quad (18)$$

式(14)可变为

$$Q_{i,j} - Q_{i,j-1} = \frac{(B''_{i,j-1} - B''_{i,j-1}) \times 31}{r} \quad (19)$$

令 $e_{i,j} = B''_{i,j} - B''_{i,j}$, 则可得

$$Q_{i,j} = Q_{i,j-1} + e_{i,j-1} \times \frac{31}{r} \quad (20)$$

上面的推导虽然是基于单帧帧内宏块进行的, 但对于连续的多帧宏块而言, 逻辑仍然正确。由递推公式(20)可以推得

$$Q_j = Q_0 + \frac{31}{r} \times \sum_k e_k \quad (21)$$

这里 e_k 为从同类型第 1 帧第 1 个宏块开始算起的第 k 个宏块的实际产生码率与目标码率之差。

上面的公式实际上是一个积分控制公式, 其中 r 是积分常数(即前面公式(6)的反应系数), 是这部分的唯一参数, 其影响着 Q_j 的变化。从式(21)可以看到, 参数 r 像一个大的电容, 它并不能对 e_k 的变化做出即时反映, 即它的反应实际上是滞后的。图 4 是在去掉自适应量化后, flowergarden 一帧编码各宏块中所用的量化参数的分布。从图 4 可以看出, 量化参数在帧的上部和下部比较大, 而在中间则比较小。由于在帧上部的细节较少, 产生的比特数少, 因而反馈得到的 Q_j 也应该较小; 而在帧下部由于纹理较多, 其产生的比特数也应较多, 因此反馈得到的 Q_j 应该较大。实际上, 由于反馈机制的滞后, 使得本应该在帧上部变小的 Q_j 推迟到了帧中部, 而帧下部分变大的 Q_j 则推迟到了帧下部和同类型下

一个帧的上部。这也可以从实际的实验数据(图 4)明显地看出这一点。

从上述讨论和对实验数据的分析中可以看出,针对每个宏块的内容,TM5 的码率控制机制并不能产生合适的量化参数,但通过积分控制反馈机制,它就可以较准确地一帧一帧进行码率分配。

从另一方面考虑,自适应量化在 TM5 的码率控制算法中只是起一个辅助作用。它的前提是各宏块的参考量化参数可根据反馈机制即时地得到变化后的值。此时再根据各宏块的复杂度进行相应地调整,以使得各宏块的量化参数取得最佳值。然而由于积分反馈机制本身并不能做出即时的反应,它存在着滞后效应,因此此时就会产生对量化参数的不当的调节,进而导致了编码性能的下降。

通过上述分析可以看出,在 TM5 码率控制算法中,码率控制和自适应量化并不能有效地在一起工作。

3 对 TM5 码率控制算法的改进建议

基于以上的分析,本文建议去掉自适应量化,而单独使用“虚拟缓冲区”,即积分控制的方法。这样不仅可使码率控制的复杂度大为减小,而编码序列的平均峰值信噪比也将会比原来的方法提高很多。下面是改进的详细算法:

(1) 码率分配

① 估计复杂度

在编码完一帧后,其相应的“全局复杂度”(X_I, X_P 或 X_B)更新公式为

$$X_I = S_I Q_I \quad (22)$$

$$X_P = S_P Q_P \quad (23)$$

$$X_B = S_B Q_B \quad (24)$$

② 设置目标码率

根据其类型,计算当前 GOP 中的下一帧的目标码率(T_I, T_P 或 T_B):

$$T_I = \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{N_P X_P}{X_I K_P} + \frac{N_B X_B}{X_I K_B}}, 8 \times f \right\} \quad (25)$$

$$T_P = \max \left\{ \frac{R}{N_P + \frac{N_B K_P X_B}{K_B X_P}}, 8 \times f \right\} \quad (26)$$

$$T_B = \max \left\{ \frac{R}{N_B + \frac{N_P K_B X_P}{K_P X_B}}, 8 \times f \right\} \quad (27)$$

(2) 宏块级码率控制

在编码第 i 帧的第 j 个宏块之前,首先计算对应于不同帧类型的码率差

$$e_{i,j-1}^{(i)} = B_{i,j-1}^{rm,i} - T^{(i)} / N_{MB} \quad (28)$$

i 是当前帧的帧类型(I, P 或 B)。

接下来计算量化参数 mquant_{i,j}:

$$Q_{i,j}^{(i)} = Q_{i,j-1}^{(i)} + e_{i,j-1}^{(i)} \times \frac{31}{r} \quad (29)$$

$$mquant_j = Q_{i,j}^{(i)} \quad (30)$$

$e_{i-1,N_{MB}}^{(i)} = e_{i,0}^{(i)}$; $e_{0,0}^{(i)} = 0$; $Q_{0,0}^{(i)}$ 可以是合理范围内的任意值。这里设定 $Q_{0,0}^I = 10$, $Q_{0,0}^P = 14$, $Q_{0,0}^B = 10$ 。

4 实验结果及数据分析

实验是在 MPEG2V12^[12] 参考软件上进行的,图 2、图 3、图 4 是 a 分别为 2, 6/7, 1 时,flowergarden 的第 244 帧的量化参数分布。图 5 显示的是当 a 取不同值时 flowergarden 序列的峰值信噪比曲线。图 6、图 7 分别显示的是改进前和改进后编码 flowergarden 序列所得到的峰值信噪比曲线和码率曲线。其他序列的实验数据见表 1。图 5、图 6、图 7 只画出其中前 40 帧的实验数据。

从图 5 可以看到,随着 a 在 [1, 2] 范围内的逐渐减小,编码序列的峰值信噪比逐渐增大。实验数据显示,前后码率却变化不大。对于其他序列也得出同样的结果。

从表 1 可以看出,用改进后的 TM5 码率控制算法编码序列的平均峰值信噪比增加了很多。

另外,与序列 src3_ref_625, src5_ref_625 对应的具体序列的图像请参看文献[13]。

```

20 20 22 22 20 20 20 40 52 20 20 20 24 32 20 20 20 20 20
28 22 32 28 36 20 32 36 20 20 18 18 24 20 18 18 18 18
24 32 28 36 28 20 24 18 18 18 18 18 28 22 18 18 18 18
18 18 24 28 24 18 18 18 18 18 18 20 18 18 18 18 18
18 18 22 28 24 16 16 16 16 16 16 18 20 20 16 16 16 16
16 16 20 22 24 16 16 16 16 16 16 16 28 24 22 20 16 16 40
16 16 22 22 24 16 16 16 18 18 28 28 18 20 20 20 22 48
16 16 22 22 16 16 24 16 16 20 28 24 20 20 22 40 32 18
16 16 18 20 16 16 28 18 28 20 36 28 20 32 28 32 36 32 18
16 16 20 24 16 16 28 32 24 36 44 24 36 28 24 32 44 40 28
16 22 20 20 18 44 28 24 24 36 28 24 20 36 28 32 32 36
32 20 20 22 28 36 36 28 32 36 44 40 44 48 48 48 40 40
36 20 22 24 40 44 48 44 48 44 36 40 40 44 40 40 40 44
48 20 20 28 44 40 44 40 44 44 44 40 44 44 44 44 44 40
28 20 20 28 52 40 40 48 44 48 52 48 44 52 52 48 40 52 32
20 20 20 44 44 40 52 44 48 52 44 48 52 44 56 52 40 56 52 52
20 22 24 48 56 52 40 44 56 48 48 44 48 48 56 44 48 44 44
22 22 22 56 44 48 48 28 40 56 56 56 56 40 52 52 44 40 56
    
```

图 2 在码率为 1.152Mbps, a=2 时, flowergarden 序列第 244 帧的量化参数分布
Fig. 2 Quantization parameters of the 244th frame of flowergarden, a=2, at a bit-rate of 1.152 Mbps

36 36 36 36 36 36 40 44 36 36 36 36 40 36 36 36 36 36
 36 36 40 36 40 36 36 40 32 32 32 32 36 32 32 32 32 32
 36 36 36 36 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32
 32 32 32 36 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 28
 28 28 32 32 28 28 28 28 28 28 28 28 32 28 28 28 28
 28 28 28 28 32 28 28 28 28 28 28 32 32 28 28 28 32
 28 28 28 28 28 28 24 28 28 32 28 28 28 28 28 32
 24 24 28 28 24 24 28 24 24 28 28 28 28 28 28 32 28 24
 24 24 24 28 24 24 28 24 28 24 32 28 28 28 28 32 28 24
 24 24 24 28 24 24 28 28 32 32 28 28 28 28 32 32 28
 24 28 24 24 24 32 28 28 28 28 28 28 24 28 28 28 32
 32 28 28 28 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 36 32 32 32
 32 28 28 32 32 36 32 36 32 32 32 32 36 32 36 32 36
 36 28 28 32 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36
 32 32 32 32 36 36 36 36 36 36 36 36 36 40 36 36 36 36
 32 32 32 36 36 36 40 36 40 40 40 40 40 40 36 40 40 40
 32 32 36 40 40 36 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40
 36 36 36 40 40 40 36 40 44 44 44 44 44 44 40 40 44

图 3 在码率为 1.152 Mbps、 $a=6/7$ 时，flowergarden 序列第 244 帧的量化参数分布
 Fig. 3 Quantization parameters of the 244th frame of flowergarden, $a=6/7$, at a bit-rate of 1.152 Mbps

40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40
 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36
 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36
 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32
 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 28 28
 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 24 24 24 24 24
 28 28 28 28 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24
 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24
 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24
 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24
 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32
 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32
 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 36 36 36 36
 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36
 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36

图 4 在码率为 1.152 Mbps、去掉自适应量化时，flowergarden 序列第 244 帧的量化参数分布
 Fig. 4 Quantization parameters of the 244th frame of flowergarden, without adaptive quantization, at a bit-rate of 1.152 Mbps

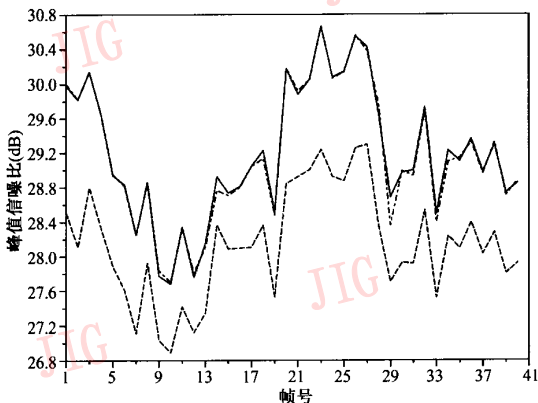


图 5 当取 a 不同值时的峰值信噪比的比较
 (从上到下依次为在 $a=1, a=6/7, a=2$)

Fig. 5 Frame ~ PSNR for the sequence flowergarden at 1.152 Mbps (up and down, $a=1, a=6/7, a=2$)

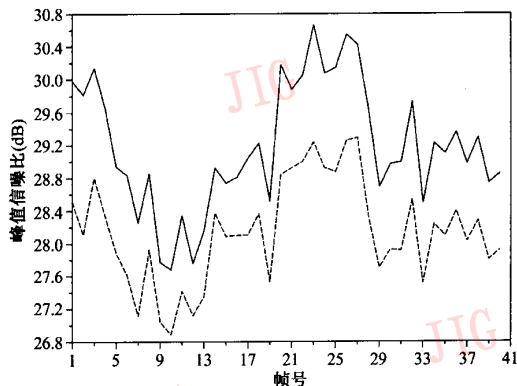


图 6 在 $a=1$ (实线), $a=2$ (虚线) 时, flowergarden 序列的峰值信噪比的比较

Fig. 6 Frame ~ PSNR for the sequence flowergarden at 1.152 Mbps ($a=1$, solid line; $a=2$, dashed line)

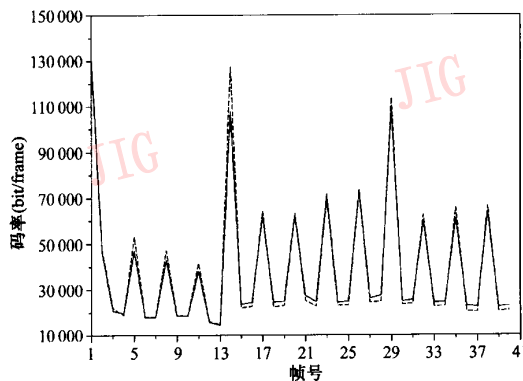


图 7 在 $a=1$ (实线), $a=2$ (虚线) 时, flowergarden 序列的码率比较

Fig. 7 Frame ~ Bits for the sequence flowergarden at 1.152 Mbps ($a=1$, solid line; $a=2$, dashed line)

表 1 算法改进前后编码各个序列的平均峰值信噪比的比较

视频名称	格式	帧数	码率 (Mbps)	平均峰值信噪比 (dB)		
				原算法	改进算法	增长
bus	CIF	150	1.152	28.63	29.60	0.97
			4	36.37	37.37	1.00
flowergarden	CIF	250	1.152	27.55	28.47	0.92
			4	35.71	36.82	1.11
mobile	CIF	250	1.152	26.73	27.61	0.88
			4	34.29	35.37	1.08
foreman	CIF	250	1.152	35.42	36.39	0.97
			4	42.63	43.77	1.14
husky	CIF	250	6	25.86	26.65	0.79
			10	29.19	30.02	0.83
src3_ref_625	SD625	200	6	33.38	35.27	1.89
			10	35.61	37.48	1.87
src5_ref_625	SD625	200	6	32.58	33.63	1.05
			10	36.48	37.42	0.94

5 结论及展望

本文重点分析了 TM5 码率控制算法的两个公式,并且提出了改进意见和算法。从实验结果可以看到,改进后的码率控制算法不仅提高了原算法的编码性能,而且保持码率基本不变。同时,由于去掉了自适应量化,从而使实现复杂度大大降低。

另外,在 JVT 参考软件 JM76 进行的实验表明:在 CBR 的情况下,改进后的码率控制算法虽然比 JM76 里面的码率控制算法的平均峰值信噪比低了 0.2~0.9dB。但由于其输出的码率波动很小,因此比 JM76 码率控制算法对码率的控制更准确,而其计算复杂度却远远低于 JM76 里面自带的码率控制算法。在特定条件下,改进后的 TM5 码率控制算法,可以用在 JVT 的编码器上。

参考文献 (References)

- 1 Video coding experts group. TMN8 video codec test model near-term version 8[S]. Q15-A-59. Portland, US, 1997-6.
- 2 Ribas-Corbera J, Lei Shawmin. Rate control in DCT video coding for low-delay communications [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 1999, 9(1): 172~185.
- 3 Ribas-Corbera J, Lei Shawmin. A frame-layer bit allocation for H.263+[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2000, 10(7): 1154~1158.
- 4 MPEG-4 video verification model version 18.0[S]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3908. Pisa, Italy, 2001.
- 5 Chiang Tihao, Zhang Ya-qin. A new rate control scheme using quadratic rate distortion model [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 1997, 7(1): 246~250.
- 6 Lee Hung-ju, Chiang Tihao, Zhang Ya-qin. Scalable rate control for MPEG-4 video [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2000, 10(6): 878~894.
- 7 Li Zhengguo, Pan Feng, Lim Keng pang, et al. Adaptive basic unit layer rate control for JVT [A]. In: JVT 7th Meeting [C], Pattaya, Thailand, 2003-3.
- 8 Ma Siwei, Li Zhengguo, Wu Feng. Proposed draft of adaptive rate control [A]. In: JVT 8th Meeting [C], Geneva, Switzerland, 2003.
- 9 He Zhihai, S. K. Mitra. A unified rate-distortion analysis framework for transform coding [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2001, 11(12): 4~20.
- 10 He Zhihai, Kim Y, Mitra S K. A linear source model and a unified rate control algorithm for DCT video coding [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2002, 12(11): 970~982.
- 11 Test model editing committee. MPEG-2 test model 5 doc [EB/OL]. <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/tm5/index.html>.
- 12 MPEG software simulation group. MPEG2v12 reference software [EB/OL]. <http://www.mpeg.org/MPEG/MSSG/index.html#source>.
- 13 Test sequences [EB/OL]. <ftp://ftp.crc.ca/crc/vqeg/TestSequences/ThumbNails/index.html>.