

转换编码中宏块编码模式的利用及重新判断

徐岩 李桂苓 刘昱 郭映

(天津大学电子信息工程学院, 天津 300072)

摘要 视频转换编码是指将已压缩编码的视频流转换成较低码率、不同显示格式或不同编码模式码流的过程, 但转换编码应充分利用源码流中的信息来降低再编码的复杂度和计算量。鉴于目前源码流中图像的纹理信息和运动矢量已经得到了利用, 因此为进一步减少计算量, 提出利用源码流中的宏块编码模式(macroblock_type)来进行转换编码的方法, 即在下变换前, 先提前获知宏块的状态, 以便动态调整下变换的计算过程, 同时准确得到下变换后宏块的编码模式。实验表明, 该方法确实可以减少转换过程中的计算冗余, 并可提高转换编码的效率。

关键词 宏块编码模式 纹理信息 运动矢量 下变换 转换编码

中图分类号: TN919.81 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2005)03-0388-04

Utilization and Redetermination of Macroblock_type in Video Spatial Definition Downscale Transcoder

XU Yan, LI Gui-ling, LIU Yu, GUO Ying

(School of Electronic and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract Video transcoding is a process of converting a previously encoded video bit-stream into another bit-stream with a lower bit-rate, a different display format, or a different encoding mode, but in transcoding, the information in source bit stream should be fully utilized to reduce the computation complexity. At present, texture and motion vectors of pictures in source bit stream are reused. To reduce more computation, a new scheme is proposed in this paper that the state of a macroblock is obtained before down conversion according to its "macroblock_type", and then based on it, the computation process of down conversion is adjusted dynamically and at the same time the macroblock_type of downscaled macroblock is achieved accurately. Experiments show that using this scheme, the computation redundancy in down conversion process can be reduced and the efficiency of transcoding can be increased.

Keywords macroblock_type, texture, motion vector, downscale, transcode

1 引言

随着多媒体和网络技术的发展, 电视会议、视频点播、远程教育等多媒体服务已广泛应用。为此, 经常需转换已编码视频流的码率、显示格式或编码模式等, 以适应不同网络的不同可用带宽、各种接收设备的不同解码及显示能力^[1]。

为降低计算量, 以便达到实时转换编码的要求,

一般的转换编码器都利用了输入源码流中每个宏块的纹理(texture)信息和运动矢量(MV), 以及通过下变换得到的新纹理信息和运动矢量, 而不再进行占编码时间60%左右的运动估计, 即可通过直接进行量化、变字长编码(variable length coding, VLC)来得到新的视频基本流^[2]。

笔者在研究MPEG-2编码器时发现, 宏块头中的参数macroblock_type标志着该宏块纹理信息和运动矢量的基本状况, 如果根据宏块编码模式

基金项目: 天津市自然科学基金项目(03360511)

收稿日期: 2004-04-26; 改回日期: 2004-08-20

第一作者简介: 徐岩(1977~), 女, 2000年获天津大学电子与信息专业学士学位, 现为天津大学电子信息工程学院信号与信息处理专业博士研究生。主要研究方向为数字视频、多媒体技术。E-mail: xu_yan@yeah.net; xuyan311@126.com; xuyan23@eyou.com

(macroblock_type)先判断出纹理信息和运动矢量的状态,然后根据不同的状态动态调整下变换的计算过程,而不是对所有的宏块都进行同样的滤波运算,这样就不可以减小计算量,而且在下变换过程中,即可准确得到下变换后宏块的编码模式,而不必专门进行宏块编码模式的重新判断^[3],这不但简化了流程,还进一步降低了码率。

2 视频空间分辨率下变换转换编码的一般步骤

视频空间分辨率下变换转换编码器一般都要有解码、下变换、再编码 3 部分。在解码模块中,输入的高分辨率码流经过变字长解码、反量化等步骤得到半

像素精度的运动矢量和宏块的纹理信息,下变换模块在频率域或空间域将运动矢量和宏块数据进行比例相同的下采样滤波运算,得到低分辨率的运动矢量和宏块数据,然后输入再编码模块,经再编码得到低分辨率的码流。本文讨论的是下变换模块可以采用的方法,所述方法对频率域和空间域下变换都适用。

3 宏块编码模式分析

宏块编码模式(macroblock_type)是 MPEG-2^[4] 视频基本流宏块头部信息中的一个按变字长编码的字段,它有 5 个 bit。

表 1 是笔者分析 MPEG-2 编码器后得到的 macroblock_type 的取值及意义(以前向运动补偿为例)。

表 1 MPEG-2 视频基本流(ES)中宏块编码模式(macroblock_type)的取值及意义(以前向运动补偿为例)

Tab. 1 Value and meaning of macroblock-type MPEG-2 video ES

宏块编码模式 (macroblock_type)		意义(编码时满足的条件)			
		方差	纹理信息的 量化值	运动矢量	量化参数
内部宏块 (intra)	1 (intra)	$\sigma_{vmc} > \sigma_{var}$ 且 $\sigma_{vmc} > 9 \times 256$	$Q_{texture} = 0$	$V_{motion} = 0$	$Q_{cur} = Q_{pre}$
	17 (intra, Q)	同上	同上	同上	$Q_{cur} \neq Q_{pre}$
运动补偿 (mc)	8 前向运动补偿,非编码 (forward_mc, no coded)	! ($\sigma_{vmc} > \sigma_{var}$ 且 $\sigma_{vmc} > 9 \times 256$) 且 ($4\sigma_0 > \sigma_{vmc}$ 且 $\sigma_0 > 9 \times 256$)	$Q_{texture} = 0$	$V_{motion} \neq 0$	无
	10 (forward_mc, coded)	同上	$Q_{texture} \neq 0$	同上	$Q_{cur} = Q_{pre}$
非内部宏块 (non_intra)	26 (forward_mc, coded, Q)	同上	同上	同上	$Q_{cur} \neq Q_{pre}$
	0 (skipped, 或 no mc, no coded)	! ($\sigma_{vmc} > \sigma_{var}$ 且 $\sigma_{vmc} > 9 \times 256$) 且 ($4\sigma_0 > \sigma_{vmc}$ 且 $\sigma_0 > 9 \times 256$)	$Q_{texture} = 0$	$V_{motion} = 0$	无
无运动补偿 no_mc	2 (no mc, coded)	同上	$Q_{texture} \neq 0$	$V_{motion} = 0$	$Q_{cur} = Q_{pre}$
	18 (no mc, coded, Q)	同上	同上	同上	$Q_{cur} \neq Q_{pre}$

其中,non_intra-no_mc-macroblock_type = 0 的宏块,当不是 slice 的头和尾时,可编码成 skipped(跳过的)宏块,其他作为“no mc, no coded”宏块,由于 MPEG-2 中没有给此种类型制定码表,因此令其 macroblock_type = 8 作为传输 $V_{motion} = (0, 0)$ 的运动矢量。

设 C^{cur} 表示当前帧中的当前宏块, R^{refer} 表示参考帧中的参考宏块, R^{cur} 表示参考帧中当前宏块位置

的宏块,则在 MPEG-2 中,各宏块方差为

$$\sigma_{var} = \sum_{i=1}^{16 \times 16} (C_i^{cur})^2 - \frac{1}{256} \times \left(\sum_{i=1}^{16 \times 16} C_i^{cur} \right)^2 \quad (1)$$

$$\sigma_{vmc} = \sum_{i=1}^{16 \times 16} (C_i^{cur} - R_i^{refer})^2 \quad (2)$$

$$\sigma_0 = \sum_{i=1}^{16 \times 16} (C_i^{cur} - R_i^{cur})^2 \quad (3)$$

其中, σ_{vmc} 中的差值是以半像素为单位计算的,

而 σ_0 中的差值是以整像素为单位计算的。 Q_{cur} 表示当前宏块的量化参数, Q_{pre} 表示预测量化参数。(intra, Q)、(forward_mc, coded, Q) 和 (no_mc, coded, Q) 中的 Q 表示当前宏块的量化参数不等于其预测量化参数, 需要进行特殊的量化, Q 是表示需要特殊量化的一个符号。

4 动态空间分辨率的下变换过程及下变换后宏块 macroblock_type 的重新确定

MPEG-2 视频编码标准规定用 5 个 bit 表示 macroblock_type, 图 1 表示每个 bit = 1 时的意义及取值。

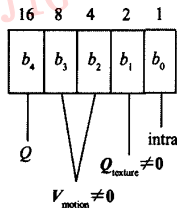


图 1 macroblock_type 的语义结构

Fig. 1 Semantic structure of macroblock_type

下面以 1/2 空间分辨率的下变换为例来说明动态空间分辨率的下变换过程。

设预测帧中相邻 4 个宏块的宏块编码模式为 macroblock_type_i, $i = 0, 1, 2, 3$; 则下变换过程为:

(1) 判断 macroblock_type_i ($i = 0, 1, 2, 3$) 是否都等于 0; 若是, 则 texture 和运动矢量的下变换都不需要做, 可直接设下变换后的宏块 macroblock_type = 0, 即为跳过的宏块; 若否, 则进行步骤 2;

(2) 判断 $b_0^{(i)}$ ($i = 0, 1, 2, 3$ 表示 4 个相邻宏块) 是否都等于 1; 若是, 则表示 4 个相邻宏块都是内部宏块, 则对 texture 进行下变换, 令下变换后宏块的 macroblock_type 的 $b_0 = 1$, 即 macroblock_type = 1; 若否, 则逐个判断 $b_0^{(i)}$, 对于 $b_0 = 1$ 的宏块, 下变换后的相应位置清 0^[5]; 对于 $b_0 = 0$ 的宏块, 进行步骤 3;

(3) 判断 $b_1^{(i)}$ ($i = 0, 1, 2, 3$): 对于 $b_1 = 1$ 的宏块, 表示 $Q_{texture} \neq 0$, 下变换该宏块的纹理信息, 并记录 $b_1 = 1$ 的宏块个数; 对于 $b_1 = 0$ 的宏块, 下变换后的相应位置清 0; 判断完 4 个宏块后, 如果 $b_1 = 1$ 的宏块个数大于等于 1, 则下变换后该宏块 macroblock_type 的 $b_1 = 1$; 否则 $b_1 = 0$; 进行步骤 4;

(4) 判断 $b_2^{(i)}$ ($b_3^{(i)}$) 是否都等于 0; 若是, 则令下变换后宏块的运动矢量等于 0, macroblock_type 的 $b_2^{(i)}$ ($b_3^{(i)}$) = 0; 若否, 则进行运动矢量下变换, 如果下变换后的运动矢量不等于 0, 则令下变换后该宏块 macroblock_type 的 $b_2^{(i)}$ ($b_3^{(i)}$) = 1; 否则 $b_2^{(i)}$ ($b_3^{(i)}$) = 0; $b_4 = 1$ 表示当前宏块的量化参数不等于预测量化参数, 由于量化参数是在对纹理信息的离散余弦变换 (discrete cosine transform, DCT) 系数进行量化之前而根据码率控制的需要决定的, 因此本文在下变换模块时, 暂时不对下变换后宏块编码模式的这一位进行判断, 而在编码模块量化之前进行。

5 实验结果

为了解本文方法对减少计算量的效果, 根据上述准则, 分别对 edinburg、flower garden、group、mobile、popple、ranata 6 个测试序列 (各 250 帧) 进行 1/2 空间分辨率的下变换转换编码, 同时根据下面的公式计算减少的计算量:

$$K = \left(\frac{N_{texture}^{MB}}{N_{total}^{MB}} + \frac{N_{MV}^{MB-group}}{N_{total}^{MB-group}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

其中, K 为减少的计算量, $N_{texture}^{MB}$ 表示经判断不需进行纹理信息下变换的宏块个数, N_{total}^{MB} 表示总宏块个数, $N_{MV}^{MB-group}$ 表示经判断不需进行运动矢量下变换的宏块组 (相邻 4 个宏块为一组) 个数, $N_{total}^{MB-group}$ 表示总宏块组个数 (即下变换后宏块个数)。由式 (4) 计算得到的数据如表 2 所示。

表 2 动态空间分辨率的下变换可减少的计算量

Tab. 2 Reduced computation in dynamic spatial resolution downconversion

序列	减少计算量的百分比 (%)
edinburg	22.5
flower garden	17.1
group	6.9
mobile	13.0
popple	62.2
ranata	8.1

6 结论

综上所述, 由宏块编码模式来动态调整空间分辨率的下变换过程, 由于充分利用了源码流中的信息, 因此不但降低了计算量, 而且较易确定下变换后

的宏块编码模式,并可简化下变换流程和利于实时实现。

参考文献 (References)

- 1 Lee Yuh-reuy, Lin Chia-wen, Kao Cheng-chien. A DCT-domain video transcoder for spatial resolution downconversion [A]. In: Proceedings of the 5th International Conference Visual 2002-Recent Advances in Visual Information Systems [C], Hsin Chu, Taiwan, China, 2002: 207 ~ 218.
- 2 Shanableh Tamer, Ghanbari Mohammed. Heterogeneous video transcoding to lower spatial-temporal resolutions and different encoding formats [J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2000, 2(2): 101 ~ 110.
- 3 Hashemi M R, Winger L, Panchanathan S. Macroblock type selection for compressed domain down-sampling of MPEG video [A]. In: Proceedings of the 1999 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering [C]. Edmonton, Alberta, Canada, 1999: 35 ~ 38.
- 4 ISO/IEC 13818-2. Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video [S]. 1994.
- 5 Yin Peng, Vetro Anthony, Liu Bede, *et al.* Drift compensation for reduced spatial resolution transcoding [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2002, 12 (11): 1009 ~ 1020.