

对视频传输协议H.26L的实现及改进

孔磊, 田荣恩, 刘钊

(电子科技大学电子工程学院 成都 610054)

【摘要】针对H.26L视频编码方案中提出的一些新算法,结合实现结果做了阐述和比较,通过比较提出了改进的算法。采用了更优越的搜索方法增加了图像搜索的质量。在消除块效应方面,采用了双向插值的方法来加以处理。在编码方面,针对H.26L提出的帧内预测编码,利用图像宏块在空间上的相关性对量化后的操作块进行判断并选择是否合并,然后再进行编码,这一改进算法在对图像质量、信噪比影响不大的情况下,使图像压缩率有较明显提高,并且算法简洁,易于理解。

关键词 H.26L协议; 运动搜索; 视频编码; 块合并
中图分类号 TN919.8 **文献标识码** A

Realization and Improvement of Low-Rate Video Coding Standard—H.26L

KONG Lei, TIAN Ron-gen, LIU Zhao

(School of Electronic Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract An improved algorithm based on H.26L video coding standard is proposed. Superior searching method and bi-directional interpolation method are adopted to enhance image reconstruction quality. By making use of MB spatial relativity, the quantified block can be judged whether it can be combined before coding. Experimental results show that the proposed algorithm is very efficient in terms of the image compressibility.

Key words H.26L; PMVFASTER; video coding; block united

H.26L是ITU-T(International Telecommunications Union)提出的面向甚低码率视频通信应用的视频图像压缩标准。作为H.263的后继标准,它可以广泛应用于基于综合业务服务网(ISDN)的可视电话等编码信道传输。相较于ITU-T以前的标准H.261和H.263,它提出了一系列新的方法,更能够有效改善编码效率,在相同压缩率的情况下可大大提高图像质量,在某些性能上甚至超过了MPEG-4的编码压缩效果。

本文在阐述H.26L标准的一些新功能的同时,对标准进行了实现和改进^[1],其思路如下:

- (1) 利用PMVFASTER算法进行多参考帧的帧间运动估计,减小计算时间,提高信噪比;
- (2) 采用R-D率失真算法实现自适应量化步长优化;
- (3) 对量化后图像进行块合并编码,提高了压缩率,同时保证了其图像质量;
- (4) 对恢复后图像进行插值消除方块效应。

1 H.26L标准的简单阐述

H.26L在以往的标准上做出了一系列改进,在运动搜索时采用了多参考帧模式、多尺寸的块匹配以及精确到1/4像素精度;在DCT变换时采用 4×4 的整型DCT变换;在量化时采用以12.5%的增长率变化的量化步长;最后在编码时可选用VCL或CABAC编码技术,并提出了帧内预测的概念。

由于采用了以上改进技术,所以H.26L标准相较于以往存在的标准,达到一些新的功能^[2]:

- (1) 相较于H.263+和MPEG-4,H.26L的比特率仅为它们的10%~30%。
- (2) H.26L在包括低比特率的所有传输情况下都有很高的图像质量。
- (3) H.26L可以在低延迟的模式下自动调整为实时传输。
- (4) H.26L可以解决在网络传输中信息丢失的情况以及纠正在无线传输中的码流错误。从概念上分离了视频编码层(VCL)和网络适配层(NAL),这样使信息包更容易生成并能更好地进行信息传输中的优先控制。

可以看到H.26L的流程如图1所示^[2]。

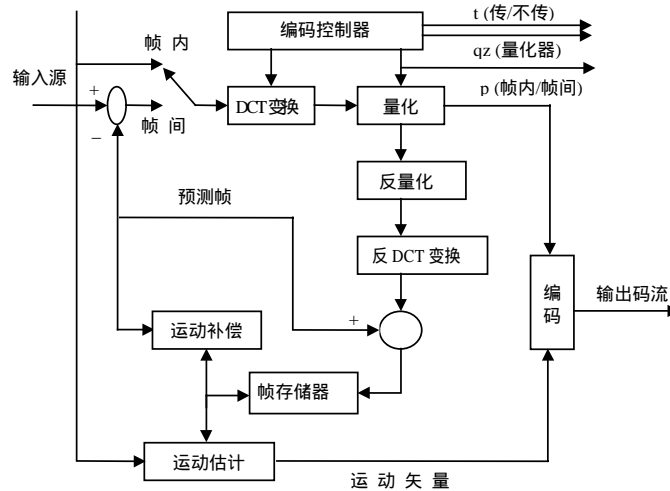


图1 基于H.26L视频编、解码框图

2 H.26L算法的实现及改进

H.26L之所以能够在如此高的图像压缩率上保持很好的图像质量，其在新标准里采用了较多新的算法，本文在H.26L的协议框架下具体实现了这些算法并做了优化改进。

2.1 采用PMVFASTER算法进行运动搜索

PMVFASTER搜索算法中心的思路是当预测足够好就停止搜索(Stop When Good Enough, SWGE)^[3]。它利用图像帧内和帧间的相关性，用与当前块相邻的三个块(左、上、右上)以及前一帧同一位置块($ref -$)来对当前块的运动矢量(MV)进行预测得到(PMV)，通过计算相关块的SAD进行比较判定最有可能的PMV，然后将它与设定的阈值进行比较。当其小于阈值，或满足PMV等于 ref MV并且当前块SAD小于 ref SAD时，停止搜索并将SAD最小块的MV赋予当前块，即得到最优估计；否则，根据相邻块MV选定大菱形搜索模式(LDS)或小菱形搜索(SDS)模式，对当前块进行菱形搜索以得到最优MV。

对于H.26L，由于其提供了多达5帧的参考帧，所以在运动搜索时将根据情况得到更优的匹配块。将前一帧同一位置 ref SAD与当前块的相邻块SAD进行比较，如果 ref SAD最小，则选择前一帧同一位置块作为参考块，不再从帧存里提取更前面的帧；如 ref SAD不是最小，在帧存里取前面第二帧的块进行匹配，按同样标准进行判断取舍，直至最后确定最优参考帧；如果5个参考帧的响应块的SAD均大于当前帧相邻块SAD，则取最小的SAD作为 ref SAD进行运动搜索。

如果选择LDS，则在搜索区中心及周围8个点处按螺旋型方式进行匹配计算，当最小块误差点(MAD值最小)出现在中心点处时，改为以这个点为中心搜索其周围四个点的小菱形搜索模式，找到这五个点中最小MAD的点即为最优匹配点；否则，改变中心点位置，仍然用LDS重复计算；如果选择SDS，则直接对搜索中心五个点进行搜索。

表1给出了全搜索算法(FS)、菱形搜索算法(DS)、MVFAST算法和PMVFASTER算法搜索效果的比较。

表1 几种搜索算法的比较(8:1跳帧)

图像序列	图像格式	比特率	比较参数	运动估计算法			
				FS	DS	MVFAST	PMVFASTER
Mother & Daughter	QCIF	48	PSNR	34.802 1	34.780 1	34.763 1	34.781 5
			Speed Up	1	74	206	311
ALE	CIF	48	PSNR	29.982 3	29.543 9	28.812 4	29.775 0
			Speed Up	1	77	134	238
Coastguard	CIF	112	PSNR	27.132 3	26.564 3	27.011 2	27.232 6
			Speed Up	1	51	102	154

2.2 用R-D率失真算法实现自适应量化步长优化

H.26L采用分级量化方法,一个宏块(MB)可以选用32个量化步长。和H.263不同的是,H.26L的量化步长是按12.5%的变化率而不是一个固定增量进行增长,这更好地避免了大面积量化死区(dead-zone)的出现。宏块量化步长的选取对编码长度和恢复后的图像质量有很大影响,作者在实现时采用了R(Rate)-D(Distortion)率失真优化控制算法^[4],可自适应得到各宏块最优量化步长为:

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{AK}{(B-ANC)} \frac{\sigma_i}{\alpha_i} \sum_{k=1}^N \alpha_k \sigma_k} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

式中 $A = 16 \times 16$ 为一常量; C 反映了各种头信息、运动矢量等使用的平均比特率,通常 K , C 初始值为0.5和0; B 为一帧图像的期望输出比特数; N 为一帧中宏块的个数; α_i 是各宏块失真权重; σ_i 是该宏块亮度和色度分量的标准偏差。

2.3 帧内预测编码及改进

I帧图像的压缩是视频图像压缩编码传输的一个关键性技术。由于I帧图像中信息量大,导致它有很大的编码长度。H.26L首次提出了帧内预测编码这一概念,充分考虑到帧内图像各块之间的相关性,对块首先根据已编码的临近像素值进行预测,然后对预测差值进行量化编码。这将消除空间冗余度,增加了块中量化后的零值,提高了编码效率,达到了进一步压缩的目的。

帧内预测对提高图像的压缩率有很大的帮助。一幅复杂图像包括平坦区和变化剧烈区,如果在这两个区域都进行 4×4 的预测量化编码,则可能增加编码的长度,影响图像的压缩效率;而如果都采用 16×16 的预测模式,则会丢失图像信息,产生严重的方块效应。本文提出一种块合并的方法来解决这个问题。

为了得到高质量的量化数据,以及便于后来的 4×4 整型DCT变化,本文采用 4×4 块大小的图像帧内预测模式和 8×8 块大小的图像帧间预测模式。对一帧图像进行编码时,通常是采用一个 16×16 的宏块作为一个编码单位,在同一宏块内,如果其16个 4×4 块量化后都只剩下DC系数,取16个小块DC系数的平均值作为整个宏块的DC系数进行合并编码。在图像变化剧烈区,每个 4×4 的小块在量化之后都存在不少AC系数,整个宏块不能统一合并。将宏块划分为4个 8×8 大小的块,二次判断它们在 8×8 区域内是否可以分别合并。如果发现其区域包含的4个 4×4 的小块只存在DC系数,则合并它们成为一个块,DC系数取4个小块DC系数的平均。如果不能合并,好对 4×4 的小块各自编码^[5]。块合并编码的判断编码过程如图2所示。

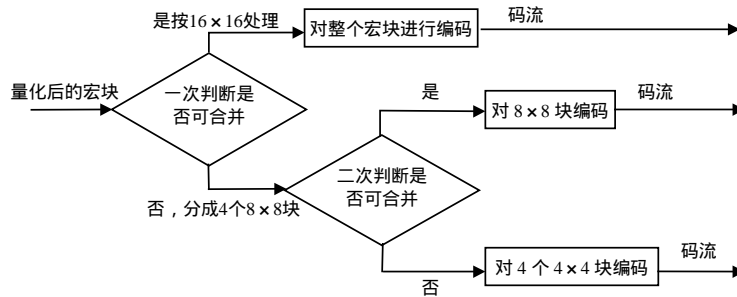


图2 宏块合并判断编码流程

编码过程中应该在每一宏块码流的开头码字中设定是否为该宏块为合并宏块的标志位,并将其放于宏块第一个DC系数的码字之后。对于合并的宏块,由于加入标志位表明了这是一个只有DC系数的宏块,故可以省去宏块码流结束标志(EOB),这样将使编码得到进一步压缩。

对于判断得到并不能完全合并成为一个整块的宏块,分别对其4个 8×8 的块进行二次判断编码。同样需要在编码时加上块合并标志位以申明4个 8×8 小块的合并情况将描述这一情况的标志位置于每一个 8×8 块的第一个DC系数码字之后。对于第一个 8×8 块则将其放于宏块标志位之后。如果在二次判断中发现是可以合并的 8×8 块,在标志位中注明并转入下一 8×8 块编码;如果发现不是合并块,在标志位中注明然后分别把它的每个 4×4 的小块进行编码。当4个 8×8 块都完成编码则整个宏块编码完毕。

如果同时采用 16×16 和 4×4 的预测模式,先要将图像进行平坦区和变化剧烈区的分割,那样将大大增加编码的复杂程度。用块合并的方法则不需要对图像预先分割,只是经过简单判断就同样可以达到降低编

码长度的效果。并且方法简单,容易实现。利用宏块合并思想进行解码的过程则与编码相反。图像进行块合并后压缩率有了提高,如图3、图4所示。

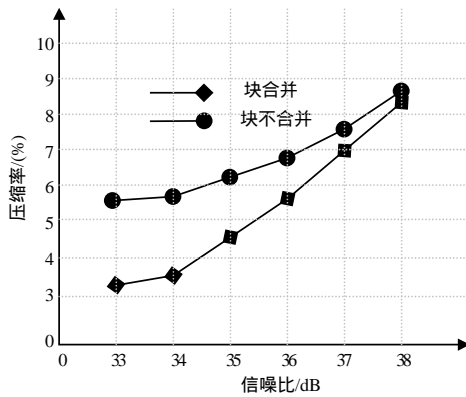


图3 ALE序列图像第8帧(I帧)

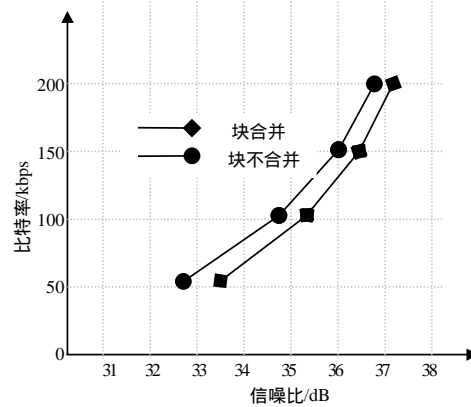


图4 ALE序列图像编码

2.4 插值消除方块效应

视频图像经过量化编码后,不可避免要出现方块效应,为了消除方块效应,可对恢复后的图像进行双向插值。插值根据图像空间上的相关性,对产生块效应的块进行判断后插值平滑,实践表明对于消除视觉上的块效应感有较好效果。图5为方块效应消除的效果比较。

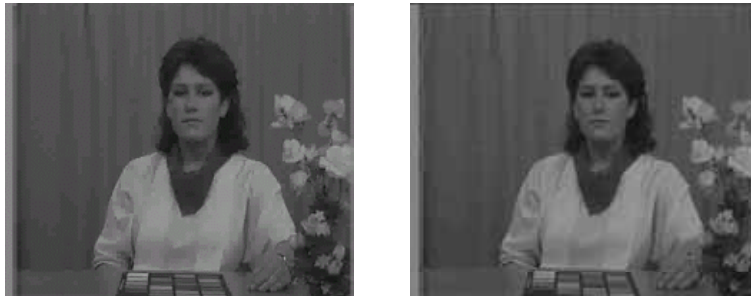


图5 插值块效应消除效果比较

3 结束语

综上所述,H.26L作为制定中的新一代低码率视频压缩标准其在很多方面都采用了更为先进合理的实现算法,使它在图像质量和压缩率上找到更好的结合点,在算法的精简和消除误差方面也有更好改进。

本文在基于H.26L标准的算法上进行编码实现并在几个方面提出了新的改进思路,实践证明在图像质量基本不受影响的情况下使编码压缩率有所提高。改进算法思路明晰,实现简单,而且取得了很好的实际效果。

参 考 文 献

- [1] ITU-T Video Coding Experts Group. H.261 test modal long term number 8 (TML-8) draft[S]. 2001.
- [2] UB Video Inc. Emerging, H.26L standard: Overview and TMS320C64x digital media platform implementation[EB/OL]. www.ubvideo.com, 2002-2-10.
- [3] Alexis M, Oscar C. Predictive motion vector field adaptive search technique (PMVFAST)-enhancing block based motion estimation[C]. Visual Communications and Image Processing 2001 (VCIP-2001), San Jose, CA, USA January, 2001: 883-892.
- [4] He Z, Mitra S. p-domain bit allocation and rate control for real-time video coding[C]. International Conference on Image Processing 2001, The ssaloniki January 2001.
- [5] Tekalp A M. Digital video processing [M]. 崔之枯, 江 春, 陈丽鑫, 译. 北京: 电子工业出版社, 1995: 316-326.

编辑 刘文珍