

# H.264 帧内快速模式选择算法

程浩, 张有会, 王志巍, 滑斌杰, 李金红

CHENG Hao, ZHANG You-hui, WANG Zhi-wei, HUA Bin-jie, LI Jin-hong

河北师范大学 数学与信息科学学院, 石家庄 050016

Mathematic & Information Science College, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China

E-mail: cheng99f@163.com

CHENG Hao, ZHANG You-hui, WANG Zhi-wei, et al. Fast intra prediction algorithm of H.264/AVC. Computer Engineering and Applications, 2010, 46(12): 192-194.

**Abstract:** Intra prediction is an important part of H.264/AVC. The reference program from JVT (Joint Video Team) uses the full search algorithm for intra prediction which is an algorithm with high complexity and not fit for real-time video. Therefore a new fast intra prediction algorithm using template and threshold is proposed. Experimental results show that the proposed methods can reduce encoding time by 42% on average with less performance degradation and bit-rate increase.

**Key words:** H.264; intra prediction; template; threshold

**摘要:** 帧内编码是 H.264 标准的一个重要组成部分, 针对原标准的全搜索算法运算复杂度高, 不能支持实时视频需要的问题, 提出了一种基于模板和双阈值的快速算法, 可以有效地减少计算复杂度。实验结果表明该算法可以在信噪比和码率变化不大的情况下, 使编码时间平均减少 42%。

**关键词:** H.264; 帧内预测; 模板; 阈值

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2010.12.057 文章编号: 1002-8331(2010)12-0192-03 文献标识码: A 中图分类号: TP391

## 1 引言

H.264 是由 ITU-T VCEG 和 ISO/IEC MPEG 共同建立的联合视频工作组 (Joint Video Team, JVT) 于 2003 年 5 月制定的<sup>[1]</sup>, 与现有的视频编码标准相比, 具有压缩效率高, 网络性能好等一些显著优点。这与 H.264 中出现的一些新技术密不可分, 如新的帧内预测编码方法, 自适应块大小的运动补偿, 4×4 整数变换, 多参考帧和基于内容的自适应二进制算术编码等。试验结果表明在峰值信噪比 (Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR) 和视频质量方面, H.264 远优于其他现有标准, 但却存在着计算复杂度过大, 难以满足实时应用等缺点, 因此研究有关快速算法具有重要意义<sup>[1-3]</sup>。

帧内预测是 H.264/AVC 的一个重要组成部分, 它充分利用图像的空间相关性, 提高了压缩效率。然而帧内预测算法具有极高的算法复杂度, 使得它不能应用于实时性要求高的场合, 为了克服这种局限, 一些快速算法应运而生。Pan Feng 等<sup>[4]</sup>提出了基于边缘方向直方图的快速帧内预测模式选择算法, 该算法使得每个 4×4 像素块只需计算 3~4 个预测方向; 尹保才等<sup>[5]</sup>充分利用块内部像素之间相关性更强的特点, 参考同一块内已经预测过的像素预测其他像素, 提出了一种基于递推模式的帧内预测算法; 文献<sup>[6]</sup>利用相邻块的纹理特性减少了 4×4 块的预测模式。

文章提出了一种仅利用部分像素点来寻找最优模式的快速算法, 并结合双阈值和邻近方向预测来提高预测的精度。实验结果表明该算法在 PSNR 和码率变化不大的情况下可以显著提高编码速度。

## 2 H.264/AVC 的帧内预测算法

H.264 帧内编码块可以分为 16×16 块、8×8 块和 4×4 块。16×16 块是针对平坦块, 如图 1 所示, 有 4 种预测模式: 水平预

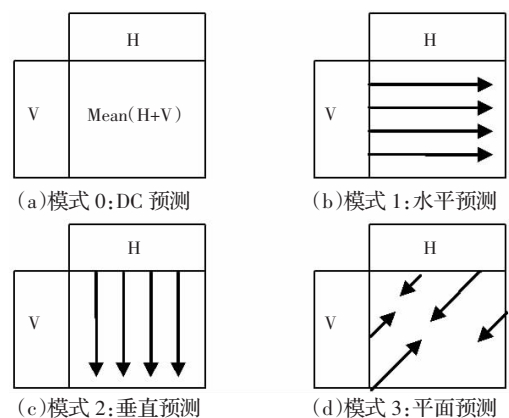


图 1 Intra\_16×16 预测方向

**作者简介:** 程浩 (1983-), 男, 硕士研究生, 研究方向为图形图像处理、数字视频编码; 张有会 (1955-), 男, 满族, 教授, 研究方向为计算几何、图形图像处理、数字视频编码; 王志巍 (1960-), 男, 副教授, 研究方向为图形图像处理、数字视频编码; 滑斌杰 (1974-), 男, 硕士研究生, 研究方向为图形图像处理、数字视频编码; 李金红 (1983-), 女, 硕士研究生, 研究方向为图形图像处理、数字视频编码。

收稿日期: 2008-10-07 修回日期: 2009-01-04

测(V)、垂直预测(H)、均值预测(DC)和平面预测(Plane)。8×8块与16×16块的预测模式相同。对于细节较多、变化剧烈的宏块,采用4×4块,共有9种预测模式,如图2,其中方向2是均值预测,块内各像素点预测值的计算公式见文献[7]。

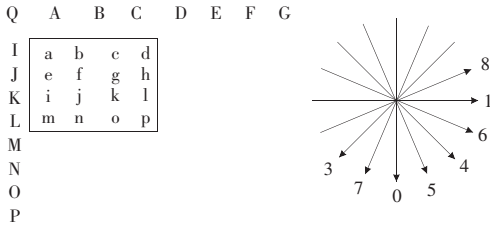


图2 9种预测模式(4×4块)

## 2.1 H.264/AVC 的 RDO 帧内预测算法

为了在编码质量和码率花费之间获得平衡,H.264/AVC 采用了率失真优化(Rate Distortion Optimization, RDO)作为模式选择的精确代价函数。RDO 代价函数为:

$$RD_{cost} = SSD + \lambda_{mode} \cdot Rate \quad (1)$$

其中,SSD(Sum of Square Difference)为原始块与重建块像素值的平方差之和; $\lambda_{mode}$ 为QP的指数函数;*Rate*表示采用该预测模式需要的比特数(包括对帧内预测模式和4×4亮度块的DCT系数进行编码所需的比特数)。如果采用全搜索方法选取 $RD_{cost}$ 最小的模式为最佳模式,则确定一个宏块的预测模式必须进行 $M8 \times (M4 \times 16 + M16)$ 次RDO计算,其中M8、M4、M16分别表示8×8色度块、4×4亮度块、16×16亮度块的预测模式数,这就意味着每个宏块要进行592次RDO计算,这个计算量是非常庞大的,因而快速帧内预测算法的研究是必要的。

## 3 改进的快速帧内模式选择算法

### 3.1 改进的4×4块模式选择

在H.264中,4×4块的预测模式比较复杂,占用时间也较多,所以针对4×4块的预测模式进行改进可以大大减少编码时间,提高编码速度。

在4×4块预测的9种模式中,除模式2外,均是基于纹理方向的。由于4×4块本身很小,相邻像素间具有很高的相关性,所以不必计算全部点的8个方向,只需根据8种方向的特点,

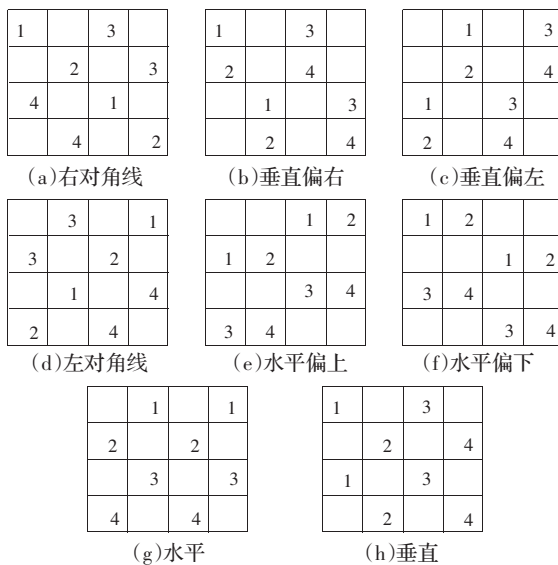


图3 Intra\_4×4块选择的像素点

从块中选取有代表性的部分点来确定块的方向即可。通过大量的实验给出图3的8个模板,用以确定4×4块的方向。

针对上述模板,定义:

$$Df_{mode} = \sum_{mode=0, mode \neq 2}^8 |A_i - B_i| \quad (i=0, 1, 2, 3, 4) \quad (2)$$

其中, $A_i$ 和 $B_i$ 分别表示与mode模式所对应的模板中标号为*i*的两像素点的像素值。 $Df_{mode}$ 的值越小,说明在该模式对应方向上像素之间的差值越小,成为最佳预测模式的可能性越大。对4×4块分别计算8个模式的 $Df_{mode}$ 值,选择其中最小的作为候选模式modeA。

由于4×4块的预测模式2不具有方向性,所以将其直接列为候选模式modeB,不再单独考虑。

### 3.2 基于相邻块和相邻方向的模式预测

由于自然图像具有不同程度的相似性,图像块与其相邻块的空间相关性很强,当前块之前已编码的图像块的预测模式,即当前块的上边块(modeC)和左边块(modeD)的模式,很有可能是当前块的预测模式。因此,在编码时把modeC和modeD作为候选模式。

由于只利用了4×4块中的8个点来进行预测,为了减少误差,可以把modeA的相邻方向也列为参考模式。比如当modeA=1时,则将模式6和模式8也列为候选模式(参见图2)。

### 3.3 平坦区域的判断

帧内编码的16×16块是针对平坦区域,而4×4块是针对非平坦区域,所以在进行帧内预测之前,首先要对当前块进行一下判断,看它是否属于平坦区域。

定义Mean, SADM0(Sum of Absolute Difference between Mean value and Original value):

$$Mean = \frac{\sum_{i=0}^n P_i + 8}{16} \quad (3)$$

$$SADMO = \sum_{i=0}^n |Mean - P_i| \quad (4)$$

其中,Mean为当前块像素的平均值, $P_i$ 为当前第*i*个像素的像素值,*n*取256。由定义知,当SADM0值较小时说明当前块为平坦块,当SADM0值较大时说明当前块为非平坦块。该文采用双阈值来进行平坦块的判断。

具体做法:计算出当前16×16块的SADM0值,若SADM0值小于阈值 $T_1$ ,则说明当前块变化缓慢,属于平坦块,则跳过4×4块模式预测,只进行16×16块模式预测;若SADM0值大于阈值 $T_2$ ,则说明当前块变化剧烈,则跳过16×16块模式预测,只进行4×4块模式预测。若SADM0值在 $T_1$ 与 $T_2$ 之间,则16×16块模式预测采用原H.264标准提供的方法,4×4块模式预测采用提出的算法。

### 3.4 快速算法的具体步骤

根据上面的分析,算法的具体步骤为:

**步骤1** 计算16×16块的SADM0值,若 $SADM0 < T_1$ ,则只进行原H.264标准提供的16×16块模式预测,帧内预测退出;若 $SADM0 > T_2$ ,则转到步骤3。

**步骤2** 对16×16块采用原H.264模式预测,选出最优模式,作为候选模式。

**步骤3** 对4×4块分别计算8个 $Df_{mode}$ 值,选出 $Df_{mode}$ 值最小的模式作为候选模式modeA。

步骤4 将 modeA 的相邻方向的两个模式也选为候选模式。

步骤5 将当前 4×4 块的上边和左边块的模式作为候选模式。

步骤6 把候选模式中重复的去掉,对所有的候选模式分别计算 RDO 值,选出最小的作为当前 4×4 块的最优预测模式,帧内预测退出。

与全搜索算法相比,提出的算法减少了模式方向数,减少了计算量,节省时间。

## 4 实验结果及分析

将算法应用于 JM13.2 中,对 foreman,carphone,coastguard,container,hall,mobile 6 个典型 QCIF 格式的视频序列进行测试,并与全搜索算法进行比较,结果见表 1。

表1 提出算法与 H.264 FS 相比在 PSNRY、时间和码率上的变化

视频序列	PSNRY	时间变化率/(%)	码率/(%)
foreman	-0.04	-40.21	1.84
carphone	-0.06	-42.39	2.25
coastguard	-0.04	-38.97	2.00
container	-0.04	-43.31	1.61
hall	-0.04	-45.56	2.12
mobile	-0.09	-42.48	1.45

编码配置:帧率为 30;I 帧周期为 1,全 I 帧序列;每个标准测试图像序列测 300 帧;RDO 开启;CAVLC 开启。 $T_1, T_2$  分别取 200,4000。

硬件配置:Inter Pentium Dual E2200 2.20GHz;2.0GB RAM。

由表 1 可以看出,在 PSNRY 平均减少了 0.05,码率平均上升了 1.88%的情况下,时间平均提高了 42.15%。这说明算法提

出的模板可以很准确地预测出 4×4 块的最优模式。

## 5 结束语

针对帧内全搜索算法复杂度高,不能满足实时要求的问题,提出了一种基于模板和双阈值的快速帧内模式算法,由于各像素之间具有很强的空间相关性,所以仅选用部分点,采用 8 种模板来进行方向预测,利用相邻块信息和相邻方向来减少误差;利用双阈值的方法来判断宏块的平坦性。这些方法大大减少了预测的模式数,有效地提高了帧内预测模式选择的速度。

## 参考文献:

- [1] ITU-T Rec H.264/ISO/IEC 14496-10 JVT-G050:Final draft international standard of joint video specification[S].JVT,2005.
- [2] Wiegand T,Sullivan G,Bjntegaard G,et al.Overview of the H.264/AVC video coding standard[J].IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology,2003,13(7):560-576.
- [3] Richardson I E G.H.264 and MPEG4 video compression:Video coding for next generation multimedia[M].[S.L.]:John Wiley and Sons,2003:165-207.
- [4] Feng Pan,Xiao Lin,Rahardja S,et al.Fastmode decision for intra prediction[C]/JVT2G013,JVT of ISO/IEC MPEG & ITU2T VCEG. Thailand:[s.n.],2003.
- [5] 尹宝才,孙磊,孔德慧,等.基于递推模式的帧内预测快速算法[J].北京工业大学学报,2006,32(3):252-257.
- [6] 罗亮,刘春生,周芦明.H.264/AVC 快速帧内预测模式选择算法[J].计算机应用,2008,28(4):1006-1008.
- [7] 毕厚杰.新一代视频压缩编码标准 H1264/AVC[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [8] 毕厚杰.新一代视频压缩编码标准 H1264/AVC[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [9] Alam M S.Infrared image registration and high-resolution reconstruction using multiple translational shifted aliased video frames[J].IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement,2000,49(5).
- [10] Irani M,Peleg S.Improving resolution by image registration[J].CVGIP: Graph Models Image Process,1991,53(3):231-239.
- [11] Gevrekci M,Gunturk B K.Image acquisition modeling for super-resolution reconstruction[C]/IEEE International Conference on Image Processing,2005.
- [12] He Yu,Yap Kim-Hui,Chen Li,et al.Blind super-resolution image reconstruction using a maximum a posteriori estimation[C]/IEEE International Conference on Image Processing,2006:1729-1732.
- [13] Su Bing-hua.POCS-MAP based super-resolution image restoration. Department of Optical Engineering,2003.
- [14] Elad M,Feuer A.Super-resolution restoration of an image sequence: Adaptive filtering approach[J].IEEE Transactions on Image Processing,1999,8(3):387-395.
- [15] 许录平.一种图像快速超分辨率复原方法[J].西安科技大学学报,2007(3):382-385.
- [16] Besag J.Statistical analysis of dirty pictures[J].Journal of the Royal Statistical Society,1986,48:259-302.
- [17] Mascarenhas N D A,Frery A C.SAR image filtering with the ICM algorithm[C]/International Geoscience and Remote Sensing Symposium,1994:2185-2187.

(上接 154 页)



(a)噪声干扰的低分辨率参考图像 (b)用传统 MAP 算法得到的图像 (c)用该算法得到的图像

图3 噪声干扰的 cameraman 图像重建结果对比图

## 6 结论

提出了一种高效的基于迭代条件模型图像超分辨率重建算法,分析了算法的原理,并通过观测模型进行了具体的分析。通过实验结果证明,该算法在超分辨率重建领域有效性极高,在视觉精度尤其在计算价值上有很好的性能,具有一定的应用价值。

## 参考文献:

- [1] Harris J L.Diffraction and resolving power[J].JOSA,1964,54(7):931-936.
- [2] Goodman J W.Introduction to Fourier optic[M].New York:McGraw-Hill,1968.
- [3] Kim S,Su W Y.Recursive high-resolution reconstruction blurred multi-frame images[J].IEEE Transactions on Image Processing,1993,2