第37卷 第15期 计 算 机 工 程 2011年8月
Vol.37 No.15 Computer Engineering August 2011

·多媒体技术及应用· 文章编号：1000—3428(2011)15—0224—02 文献标识码：A 中图分类号：TP391

一种改进的H.264帧内预测算法

俞佳嘉，张兴敢，唐 岚

(南京大学电子科学与工程学院，南京 210093)

摘 要：为降低H.264/AVC高编码的复杂度，提出一种改进的H.264帧内预测算法来选择最优预测模式。该算法利用宏块之间以及宏块内像素之间的相关性进行方向检测，并且优先考虑直流模式，从而判断最可能的模式选择方向。实验表明，该算法能够在保持信噪比和比特率几乎不变的情况下，减少70%左右的编码时间，从而降低编码复杂度。

关键词：编码复杂度；率失真优化技术；模式选择；方向检测

Improved Intra Prediction Algorithm for H.264

YU Jia-jia, ZHANG Xing-gan, TANG Lan

(School of Electronic Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

【Abstract】In order to reduce the high coding complexity in H.264/AVC, this paper proposes an improved direction detection mode selection algorithm to improve the encoding efficiency. The proposed algorithm takes advantage of the correlation in temporal and spatial domain and simplifies the DC mode. Experimental result shows that the proposed method can reduce the encoding time by 70% with negligible coding loss, and it reduces the Rate Distortion Optimization(RDO) calculations.

【Key words】coding complexity; Rate Distortion Optimization(RDO) technique; mode decision; direction detection

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.15.072

1 概述

H.264/AVC[1]是ITU-T和MPEG联合制定的最新视频编码标准。帧内预测是H.264的主要技术，为了确定一个宏块的帧内预测模式，需要计算592种代价函数，编码时间很长，很难满足实时性要求。

为了降低复杂度，近年来研究者们提出了许多帧内预测快速算法。文献[2]根据当前块的相邻像素具有极大的相似性，由此简化模式选择数。文献[3]利用灰度直方图对于4×4块采用基于子块特征进行方向预测。由于最可能发生的模式是模式0、模式1和模式2，因此可以对可能性较大的模式进行优先计算[4]。文献[5]对于4×4块进行了方向预测。

本文主要采用方向检测法减少候选模式[6]，并做了两大改进：一是对于直流(DC)模式的预处理；二是考虑到相邻宏块之间较强的相关性，在进行模式选择时，加入相邻左边和上边宏块的模式，从而保证在信噪比和比特率几乎不变的情况下降低了计算复杂度。

2 帧内预测原理

帧内预测以16×16宏块为单位。每个宏块包括1个亮度16×16块和2个8×8色度块。16×16亮度块可以划分为4×4个4×4子块。Intra_4×4按照预测方向的不同分9种，Intra_16×16有4种预测模式。Intra_8×8有4种预测模式，类似于16×16的4种预测模式，只是模式编号不同。

H.264采用率失真优化(Rate Distortion Optimization, RDO)确定每种模式的率失真代价，由式(1)计算，最后选择最小率失真代价模式作为最佳帧内预测模式：

$$J(s,c,m\,|\,QP,\lambda_m)=SSD(s,c,m\,|\,QP)+\lambda_m\cdot R(s,c,m\,|\,QP) \quad (1)$$

其中，QP是宏块的量化参数；λ_m是拉格朗日乘数，与QP有关；$SSD()$是原始亮度块s与重建块c之间的误差平方和；$R()$是利用模式m进行编码的比特数。

3 改进的边缘检测法

帧内预测中每种预测模式都对应一种边缘方向[6]，利用这种关系可以降低候选模式数。文献[6]提出了一种基于像素的方向检测法(DD)，候选模式为4种。对于4×4块，4个主要方向的边缘值分别为：

$$d^{0^\circ}=|f(x,y+1)-f(x,y)| \quad (2)$$

$$d^{90^\circ}=|f(x+1,y)-f(x,y)| \quad (3)$$

$$d^{45^\circ}=|f(x+1,y-1)-f(x,y)| \quad (4)$$

$$d^{135^\circ}=|f(x+1,y+1)-f(x,y)| \quad (5)$$

对于水平方向和竖直方向，12个像素差值参与了计算。对于45°和135°方向，9个像素差值参加了计算。因此只须对各个方向求边缘平均值即可。

对于其他模式(除模式2，DC)，采用折中的方法进行计算。例如：112.5°对应于模式5，使用90°和135°的平均值：

$$D^{112.5^\circ}=(D^{90^\circ}+D^{135^\circ})/2 \quad (6)$$

由此找出边缘值最小的2种模式作为候选模式。

在DD算法中，由于DC模式没有方向性，因此有必要将DC模式单独计算。表1表示当选择Intra_4×4或Intra_16×16为最优模式时DC模式所占的比例。表1选择Foreman、News、Mobile、Bus、Soccer 5种序列，输入100帧。

表1 DC模式所占比例 (%)

序列	Foreman	News	Mobile	Bus	Soccer
DC(4×4)	13.98	13.74	13.56	13.15	11.36
DC(16×16)	49.19	57.29	61.93	44.61	38.13

对于Intra_16×16，DC模式所占的平均比例为25%(1/4=25%)。从表1中可以看出，DC模式占了近50%。因此

作者简介：俞佳嘉(1986－)，男，硕士研究生，主研方向：多媒体信息处理，信号处理；张兴敢，教授；唐 岚，讲师、博士

收稿日期：2011-02-21 **E-mail：**kakayjj@126.com

对于 Intra_16×16 模式，单独计算 DC 模式是很必要的。而对于 Intra_4×4，DC 模式所占的平均比例为 11%(1/9=11%)。从测试结果可以看出，对于实际视频序列，DC 模式约占 11%左右。因此，对于 Intra_4×4 模式，没有必要每次都计算 DC 模式。

为了有效地降低候选模式数，DC 模式先进行单独计算。如果 DC 模式计算效果理想，则 4 个方向的边缘值接近于 0，此时就无须计算其他方向的边缘值，计算 RDO 时，只须计算 DC 模式即可。此时可以设定一个门限值 $T1$，当 4 个方向的边缘值均小于 $T1$ 时，选择 DC 模式为最优模式，跳过其他所有模式。如果 DC 模式计算效果不理想，则 4 个方向的边缘值差异很大，选择差异最小的模式列入候选模式。

由于相邻宏块之间存在很强的相关性，选择候选模式时，将左边和上面宏块的模式也作为候选模式。如果不存在左边或上边宏块，则将其标记为 DC 模式，列入候选模式。因此，如果左边模式、上边模式与当前模式相同，只须选择 3 种候选模式，如果左边模式、上边模式与当前模式皆不相同，则共需 5 种候选模式。

算法流程如下：(1)计算 4 个主要方向的边缘值，用式(2)~式(5)。(2)如果 4 个边缘值均小于 $T1$，选择 DC 模式，跳至(7)；如果有一个方向值大于 $T2$，则不考虑 DC 模式，跳至(3)。(3)用式(6)计算其他方向值。(4)选择方向值最小的 2 种模式。(5)将左边模式和上边模式添加到候选模式。(6)计算候选模式的 RDO，并选出最优模式。(7)为当前宏块选择最优模式，进行下一宏块的编码。

算法流程如图 1 所示。由此可以看出，候选模式为 1 种~5 种，与原始的 9 种候选模式相比，数目有较大降低。

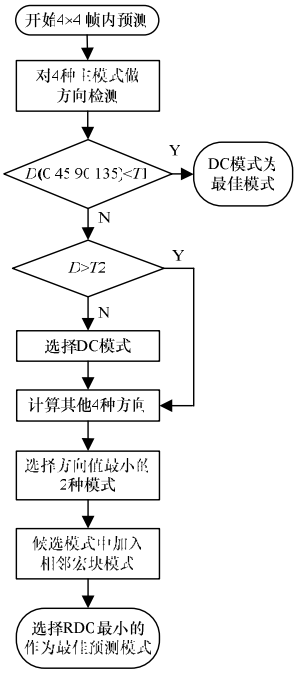


图 1　快速算法流程

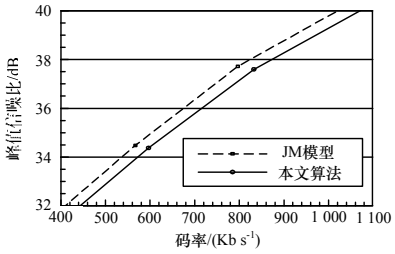
4　实验结果与分析

采用 H.264 的 JM11.0 实现本文算法。参考帧数目为 5，量化参数 QP=28，帧数取 100 帧，编码采用 IIII…方式，帧频为 25 帧/s，熵编码采用 CABAC，使用 RDO。测试性能如表 2 所示，限于篇幅，选取部分数据罗列。其中，△PSNR 为峰值信噪比的变化，△B/R 为传输码率的变化，△Time 为编码时间的变化。

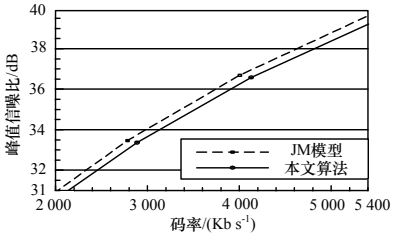
表 2　不同格式视频序列的测试性能比较

视频序列	文献[6]算法			改进算法		
	△PSNR /dB	△B/R /(%)	△Time /(%)	△PSNR /dB	△B/R /(%)	△Time /(%)
Foreman_qcif	−0.05	5.37	−63.33	−0.06	4.91	−69.24
Silent_qcif	−0.09	4.82	−63.51	−0.10	4.73	−67.68
Coastguard_qcif	−0.05	2.00	−64.85	−0.06	1.98	−69.45
Bus_cif	−0.09	3.62	−68.36	−0.10	3.74	−71.88
Paris_cif	−0.08	3.32	−69.06	−0.08	2.43	−72.11
平均值	−0.09	3.83	−65.99	−0.09	3.30	−70.32

图 2 描述了与 JM 模型相比，信噪比和比特率的变换情况，其中选取的量化参数 QP 分别为 20、28、32、36。由此可以看出，改进的算法在信噪比和比特率几乎不变的情况下有效地降低了编码时间。



(a)News 序列



(b)Paris 序列

图 2　码率-信噪比曲线

5　结束语

本文对 H.264 帧内预测算法进行了改进。改进后的算法不仅考虑到各种模式之间的相关性，还利用了相邻宏块之间的相关性以及优先考虑 DC 模式等，从而在保证信噪比和比特率几乎不变的情况下，对于不同的视频序列，将编码时间平均减少 70%左右。本文中只考虑了全 I 帧的情况，在以后的工作中，将考虑 P 帧和 B 帧，进一步优化帧内预测算法。

参考文献

[1] Joint Video Team. Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification[EB/OL]. (2007-04-18). http://www.lwtbb.com/d-18dp.html.

[2] Adibelli Y, Parlak M, Hamzaoglu I. Pixel Similarity Based Computation and Power Reduction Technique for H.264 Intra Prediction[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2010, 56(2): 1079-1087.

[3] 刘鹏宇, 何　絮, 贾克斌, 等. 基于宏块特征的 H.264 快速帧内预测算法[J]. 北京工业大学学报, 2010, 36(2): 158-162.

[4] 王维哲, 周　兵, 张行进. H.264 编码中的帧内预测模式选择算法[J]. 计算机工程, 2008, 34(2): 226-229.

[5] 王启文, 黄东军. H.264 中 4×4 块的快速帧内预测算法[J]. 计算机工程, 2010, 36(2): 217-219.

[6] Tsai A C, Wang J F, Yang J F, et al. Effective Subblock-based and Pixel-based Fast Direction Detections for H.264 Intra Prediction[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2008, 18(7): 975-982.

编辑　任吉慧