

快速帧内预测模式选择新方法

李世平^{1,2}, 蒋刚毅^{1,2}, 郁 梅^{1,3}

(1 宁波大学电路与系统研究所, 浙江宁波 315211; 2 中国科学院计算技术研究所, 北京 100080; 3 南京大学软件新技术国家重点实验室, 江苏南京 210093)

摘 要: 为了提高编码性能, H. 264 采用了 RDO(率失真优化), 但与此同时带来的是计算复杂度的增加. 本文着重分析了 H. 264 中快速帧内预测模式选择的问题. 为了降低帧内预测模式选择的计算复杂度, 提出了一种高效的快速帧内预测模式选择算法. 首先, 对 Pan 的基于边缘方向直方图的快速算法进行了改进, 同时提出了基于参考象素特征的 4@4 快速帧内预测模式选择算法, 并将两者进行了结合. 实验结果表明, 本文算法和 H. 264 校验模型 M61 相比, I 帧编码时间降低 61% ~ 69%, 而 PSNR 基本保持不变, 输出码率仅略有增加; 与 Pan 的基于边缘方向直方图快速算法相比, 本文算法的 I 帧编码时间降低 12% ~ 33%, PSNR 和输出码率均基本保持不变.

关键词: 帧内预测; 编码复杂度; 帧内预测模式选择

中图分类号: TN919 **文献标识码:** A **文章编号:** 03722112 (2006) 0120141206

New Fast Mode Selection for Intra Prediction

LI Shi ping^{1,2}, JIANG Gang yi^{1,2}, YU Mei^{1,3}

(1. Institute of Circuits and Systems Ningbo University, Ningbo Zhejiang 315211, China; 2 Institute of Computing Technology Chinese Academy of Science Beijing 100080 China; 3 National Key Lab of Software New Technology, Nanjing University Nanjing, Jiangsu 210093, China)

Abstract In order to maximize the coding efficiency H. 264 adopts RDO (rate distortion optimization) at the cost of a very high computational complexity. A special research effort is made on fast intra prediction mode selection in this paper. To reduce complexity associated with intra prediction mode selection, an efficient fast mode selection for intra prediction is proposed. First, the Pan's fast algorithm based on edge direction histogram is improved. Second, a 4@4 intra prediction mode selection algorithm based on the feature of the reference pixels is proposed, and then joined together with the improved Pan's algorithm. Experimental results show that, compared with the H. 264 encoder M61, the proposed scheme reduces coding time by 61% ~ 69% for I2frame while maintaining the PSNR unchanged and increasing bit rate slightly. Furthermore, compared with Pan's scheme based on edge direction histogram, the proposed scheme reduces coding time 12% ~ 33% for I2frame while keeping PSNR and bit rate almost unchanged.

Key words intra prediction; encoder complexity; Intra prediction mode selection

1 引言

近几年来, 视频编码技术在人们的生活中占据着越来越重要的地位, 从 VCD、DVD、数字电视到无线视频, 视频编码技术已经融入到我们生活的方方面面. 最近, ITU-T 的 VCEG (视频编码专家组) 和 ISO 的 MPEG (活动图像专家组) 又联合开发了新一代的视频编码标准 H. 264 (或 MPEG4AVC)^[1], 与以前的 H. 263+ 及 MPEG4 (simple profile) 相比, 在保证相同编码质量的前提下, H. 264 可以使输

出码率降低 50%^[2].

为了提高编码效率, 即在保证图像质量的同时降低输出码率, H. 264 引入了 RDO (Rate Distortion Optimization) 技术, 各种编码模式都要进行耗时的 RDO 计算以求得最佳的编码模式. RDO 的计算量非常大, 以致目前的 H. 264 标准不够实用, 特别是针对一些实时编码通信的应用. 而快速算法是降低计算复杂度的一种有效途径. 目前, 帧内预测方面已经提出了许多快速算法^[3~5], 但帧内预测方面的快速算法还比较少. 文献 [6] 提出的快速帧

内预测模式选择算法,利用图像的边缘方向直方图对帧内预测模式进行预判,从而提高了帧内预测的速度.文献[7]提出了一种分两步选择的快速算法,首先粗选出一些可能性比较大的预测模式,然后再进行精确的选择.在第二步的精确选择中,该文提出了一种优化的RD(率失真)模型.本文首先对文献[6]中基于边缘方向直方图的快速算法进行了改进,其后提出了一种基于参考像素特征的快速算法.由于前者利用块内部特征,而后者利用块边缘参考像素特征,两种算法存在互补性,因而将这两种快速算法进行了结合,从而提出了一种高效的快速帧内预测模式选择算法,进一步降低了帧内预测模式选择的计算复杂度.

2 H. 264的帧内预测技术

H. 264之前的编码标准,如H. 263、MPEG4等,其帧内编码技术只利用了宏块内部的空间相关性.而H. 264由于引入了帧内预测技术,利用了相邻宏块之间的空间相关性,从而进一步提高了编码效率.在H. 264的帧内预测技术中,当前宏块是用其左边和上边宏块的相邻像素进行预测的,然后,当前宏块和预测宏块之间的残差数据再进行变换、量化和熵编码.在H. 264的帧内预测中,对于亮度信息的预测有两种块类型,分别是4@4块和16@16块.其中4@4块有9种预测模式,而16@16只有4种预测模式.对于色度信息的预测只有一种块类型,即8@8块,它有4种预测模式,这4种模式和16@16亮度块的4种预测模式是相同的^[8].

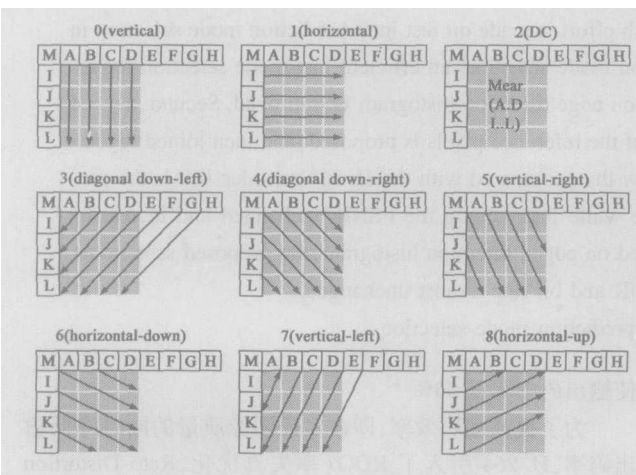


图1 4@4亮度块的9种预测模式

图1给出了4@4亮度块的9种预测模式,其中包括一种DC(直流系数)模式和8种方向预测模式,它们用数字0到8进行标识.图1中的箭头表示各种模式的预测方向.对于模式3到模式8其预测值是通过参考像素AM的亮度值进行加权平均得到的.以模式4为例,其右上角像素点的预测值是由 $B/4 + C/2 + D/4$ 预测得到的.16@16亮度块的4种预测模式分别是垂直、水平、DC和平面(plane)模式.通常,4@4亮度块适合于纹理比较丰富的区域,而16@16块适合于较为平坦的区域.

在H. 264标准中,帧内预测块的预测模式不是直接进行熵编码的,而是将其与最有可能模式相减后再进行熵编码.最有可能模式的符号表示为most probable mode.它是由当前块的左边块和上边块的预测模式得到的.当前块的预测模式为most probable mode时,只需要用一个比特来表示预测模式,相对选用其他模式,其所用的比特数最少.

3 改进的快速帧内预测模式选择算法

H. 264编码标准中的RDO技术是提高编码性能的一项重要技术,但它同时也大大提高了编码复杂度和计算量.如果编码器采用了RDO,那么帧内编码就要对帧内预测模式的每一种组合进行计算,从中筛选出一个率失真最优的组合模式.根据H. 264中帧内预测的结构,每一个宏块都要进行 $M8 @ (M4 @ 16 + M16)$ 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,这也就意味着每个宏块要进行592次RDO计算.这个计算量是巨大的,因而快速帧内预测模式选择算法的提出是十分必要的.

3.1 基于边缘方向直方图的快速选择算法

在H. 264的帧内预测模式中,大部分的预测模式都是基于方向的预测模式,特别是4@4亮度块的9种预测模式,其中8种是方向预测.在编码时,若选择了某一方向的预测模式,也就表示该块的纹理具有所选预测模式对应的方向.基于这样的理论,Pan等人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(简称Pan方案)^[6].该算法首先利用Sobel算子计算每个像素点的边缘方向矢量,然后利用边缘方向矢量求得每一个块的边缘方向直方图,最后通过该直方图的分布特点,选择出可能性比较大的几个模式作为候选模式,从而降低计算复杂度.Pan方案对于帧内预测模式的选择,能将RDO计算从592次降为132次.该文的实验结果表明,相对于H. 264校验模型M61,Pan方案在帧的编码时间上降低了60%,而PSNR基本保持不变,输出码率增加5%.

3.1.2 对Pan方案的改进

Pan方案对于基于边缘方向直方图的模式选择,采用了如下的选择策略:对于4@4亮度块,选择直方图中幅值最大的一个模式及其附近的两个模式,再加上一个DC模式,一共4个模式;对于16@16亮度块和8@8色度块,选择边缘方向直方图中幅值最大的一个模式,再加上一个DC模式.实际上,DC模式只是在块的方向性不明显时才比较有效,而在Pan方案中,不管块的方向性是否明显都采用了DC模式,故没有最大限度地降低帧内预测的计算复杂度,存在改进的余地.

本文对Pan方案的改进思想如下:首先通过边缘方向直方图来判断块的方向性是否明显,然后根据块方向性明显与否有选择地选用DC模式.当方向性比较明显时,对于4@4亮度块,选择直方图中幅值最大的一个模式及其附近的两个模式;对于16@16亮度块和8@8色度块,选择直方

图中幅值最大的一个模式. 而当方向性不明显时, 对于 4 @ 4 亮度块、16 @ 16 亮度块和 8 @ 8 色度块, 均只采用 DC 模式. 通常, 方向性比较明显的块在直方图上会表现出比较明显的单峰, 所以, 判断一个块方向性是否明显的问题也就转换成判断其边缘方向直方图是否具有单峰特性的问题. 对于直方图单峰特性的判断, 本文采用的算法步骤如下:

(1) 求直方图中的幅值最大值 H_{max} , 并设其对应的模式为 M_1 .

(2) 当 H_{max} 小于阈值 T_1 时, 直接采用 DC 模式, 否则转向下一步.

(3) 对原直方图采用削波处理, 具体公式如下:

$$H_i = \begin{cases} H_i; & H_i > H_{max} @ T_2 \\ 0 & H_i \leq H_{max} @ T_2 \end{cases}$$

其中, H_i 表示直方图中各个模式下的幅值, T_2 表示削波的阈值.

(4) 求直方图中次大的幅值, 并设其对应的模式为 M_2 .

(5) 求 $\$M = |M_1 - M_2|$, 当 $\$M$ 小于等于阈值 T_3 时, 对于 4 @ 4 亮度块, 选择模式 M_1 及其附近的两个模式; 对于 16 @ 16 亮度块和 8 @ 8 色度块, 选择模式 M_1 ; 当 $\$M$ 大于阈值 T_3 时, 直接采用 DC 模式.

3.13 基于参考象素的快速选择算法

由图 1 可得, 4 @ 4 亮度块的参考象素共有 13 个, 分别分布在 4 @ 4 块的左边和上边. 根据实验分析发现, 这 13 个参考象素的亮度值通常比较相近. 图 2 给出 Claire 序列首帧在各 MAD 值下的 4 @ 4 块数统计. 其中 MAD (Mean of the Absolute Difference) 表示 13 个参考象素之间的绝对差值的平均, 用于衡量参考象素之间的相似度. MAD 越小, 表示这 13 个参考象素越相似. 从图 2 可以得出, 大部分的 4 @ 4 亮度块都集中于参考象素 MAD 值比较小的区间. 另外, 在 4 @ 4 亮度块的 9 种预测模式中, 其中 8 种是方向预测, 一种是 DC 模式. 由这 9 种预测模式的特点可知, 在参考象素亮度值相近的情况下 (即 MAD 值比较小时), 9 种预测模式所得到的预测结果也是相近的. 因此, 耗时的穷尽搜索并不能带来可观的编码效率的增加. 鉴于上述原因, 当 4 @ 4 亮度块的参考象素 MAD 值小于阈值 T 时, 该 4 @ 4 块只要采用 most_probable_mode 就可以了, 从而在保证编码性能基本不变的情况下, 明显降低帧内预测的计算复杂度.

3.14 一种高效的快速帧内预测模式选择算法

Pan 方案提出的快速帧内预测模式选择算法利用了块内部的特征, 而本

文基于参考象素的快速算法则利用了块边缘的参考象素的特征, 两种算法具有互补性. 因此, 本文将 Pan 方案的改进算法和基于参考象素的算法进行结合, 提出了一种高效的快速帧内预测模式选择算法 (以下简称本文方案). 本文方案的算法步骤具体如下:

(1) 在对序列中图像帧进行编码前, 先对该帧图像的亮度分量和色度分量求取每个象素点的边缘方向矢量.

(2) 在宏块编码时, 对于 16 @ 16 亮度块和 8 @ 8 色度块分别构造边缘方向直方图, 并据此确定候选预测模式.

(3) 对于 4 @ 4 亮度块, 先计算其参考象素的 MAD 值, 若 MAD 值小于阈值 T , 则该 4 @ 4 块直接采用 most_probable_mode 作为最佳预测模式, 否则, 转向下一步.

(4) 求 4 @ 4 亮度块的边缘方向直方图, 以确定候选预测模式.

(5) 候选的预测模式利用 H. 264 中 RDO 算法求取最佳预测模式组合.

4 实验结果及分析

为了验证本文算法的有效性, 我们将本文方案和 Pan 方案、M61^[9] 在编码时间、输出码率、PSNR (峰值信噪比) 这 3 个方面进行了实验比较. 实验采用的参数设置如下:

- (a) 允许 RDO
- (b) 熵编码采用 CABAC
- (c) P 帧的参考帧数设置为 1
- (d) GOP 采用 IPPP 方式
- (e) 允许采用 hardamard 变换

实验程序所运行的环境如下, CPU 为 Intel Pentium 4 117G, 内存为 DDR 256MB, 操作系为 Windows 2000 Professional. 实验采用了 7 个常见的测试序列, 其中 3 个为 QCIF 格式, 4 个是 CIF 格式, 每个测试序列编码的帧数都是 150 帧. 表 1 表 4 给出了本文方案和 Pan 方案、M61 有关编码时间、输出码率、PSNR 的实验结果, 表中一些符号的定义如下: J 表示 M61 方案, P 表示 Pan 方案, N 表示本文方案, ALL_I 表示所有 I 帧, ALL 表示所有帧.

表 1 的实验结果表明, 本文方案和 M61 相比, 在编码时间上有明显的降低. 其中所有 I 帧的编码时间降低可达 61% ~ 69%, 所有帧的编码时间降低可达 37% ~ 49%. 对于不同的量化步长, 编码时间的降低幅度变化不大. 而表 2 表明, 本文方案和 Pan 方案相比, 编码时间下降同样明显, 其中所有 I 帧的编码时间降低可达 12% ~ 33%, 所有帧的编码时间降低可达 6% ~ 14%. 此外, 表 2 显示, 与其他几个测试序列的实验结果相比, 本文方案较 Pan 方案对 mobile 序列的编码时间下降幅度最小, 其原因在于本文方案中的基于参考象素的快速算法比较适合纹理相对简单的序列, 而 mobile 序列的背景纹理非常复杂. 但本文方案和 M61 相比, mobile 序列的编码时间下降还是非常明显, 其所有 I 帧和所有帧的编码时间降低在 62% 和 40% 左右, 这是由于本文方案结合了 Pan 方案中的基于边缘方向直方

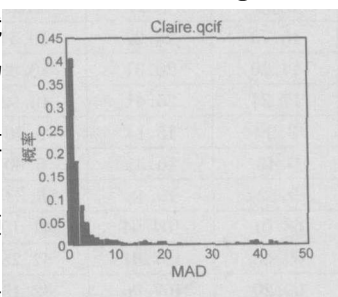


图 2 Claire 序列首帧在各 MAD 值下的 4 @ 4 块数统计

图的方法. 由此可见, 本文方案适合于各种类型的序列. 从 表 3 可得, 本文改进方案和 M61 相比, 在码率上略有增

表 1 本文方案和 Pan 方案分别相对于 M61 在编码时间上的下降比例

P. Pan N: New		QP= 28		QP= 32		QP= 36		QP= 40	
		ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL
Container(QCF)	P	- 56. 66%	- 37. 57%	- 54. 83%	- 35. 59%	- 54. 16%	- 34. 48%	- 53. 62%	- 33. 01%
	N	- 66. 70%	- 44. 10%	- 65. 39%	- 42. 04%	- 65. 44%	- 41. 01%	- 65. 34%	- 39. 91%
Foreman(QCIF)	P	- 56. 37%	- 37. 05%	- 55. 07%	- 35. 42%	- 53. 66%	- 33. 49%	- 53. 15%	- 32. 60%
	N	- 63. 86%	- 41. 95%	- 62. 76%	- 40. 23%	- 62. 30%	- 38. 86%	- 61. 84%	- 37. 60%
Clare(QCIF)	P	- 54. 55%	- 35. 18%	- 53. 65%	- 33. 58%	- 53. 36%	- 32. 90%	- 52. 85%	- 32. 60%
	N	- 67. 18%	- 42. 68%	- 67. 00%	- 41. 50%	- 67. 03%	- 40. 84%	- 66. 62%	- 40. 48%
Foreman(CF)	P	- 56. 31%	- 36. 33%	- 55. 95%	- 35. 25%	- 55. 57%	- 34. 38%	- 55. 14%	- 33. 64%
	N	- 68. 15%	- 44. 07%	- 67. 73%	- 42. 70%	- 67. 62%	- 41. 96%	- 67. 71%	- 41. 27%
Mthr_dotr(CF)	P	- 55. 56%	- 35. 27%	- 54. 87%	- 34. 15%	- 54. 46%	- 33. 36%	- 54. 39%	- 33. 20%
	N	- 69. 60%	- 44. 41%	- 69. 20%	- 43. 60%	- 69. 52%	- 42. 81%	- 69. 71%	- 42. 74%
Mobile(CF)	P	- 58. 25%	- 41. 15%	- 57. 46%	- 39. 68%	- 56. 52%	- 37. 98%	- 55. 74%	- 36. 33%
	N	- 63. 51%	- 45. 12%	- 62. 85%	- 43. 59%	- 62. 36%	- 42. 00%	- 62. 26%	- 40. 68%
Football(CF)	P	- 56. 50%	- 36. 54%	- 55. 46%	- 35. 16%	- 54. 71%	- 34. 10%	- 54. 28%	- 33. 27%
	N	- 65. 72%	- 42. 67%	- 64. 73%	- 41. 30%	- 64. 86%	- 40. 59%	- 65. 29%	- 40. 25%

表 2 本文方案相对于 Pan 方案在编码时间上的下降比例

测试序列	QP= 28		QP= 32		QP= 36		QP= 40	
	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL
Container(QCF)	- 23. 17%	- 10. 46%	- 23. 38%	- 10. 01%	- 24. 61%	- 9. 97%	- 25. 27%	- 10. 30%
Foreman(QCIF)	- 17. 18%	- 7. 78%	- 17. 12%	- 7. 45%	- 18. 63%	- 8. 07%	- 18. 55%	- 7. 41%
Clare(QCIF)	- 27. 79%	- 11. 56%	- 28. 80%	- 11. 92%	- 29. 36%	- 11. 83%	- 29. 21%	- 11. 70%
Foreman(CF)	- 27. 11%	- 12. 13%	- 26. 75%	- 11. 51%	- 27. 12%	- 11. 54%	- 28. 03%	- 11. 49%
Mthr_dotr(CF)	- 31. 61%	- 14. 11%	- 31. 74%	- 14. 34%	- 33. 06%	- 14. 19%	- 33. 59%	- 14. 28%
Mobile(CF)	- 12. 60%	- 6. 76%	- 12. 67%	- 6. 48%	- 13. 44%	- 6. 49%	- 14. 75%	- 6. 82%
Football(CF)	- 21. 21%	- 9. 66%	- 20. 82%	- 9. 47%	- 22. 42%	- 9. 84%	- 24. 07%	- 10. 46%

表 3 码率比较: Rate(Kbit/frame)

J M61 P. Pan		QP= 28		QP= 32		QP= 36		QP= 40	
N: New		ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL	ALL_ I	ALL
Container(QCF)	J	24. 07	8. 42	16. 53	5. 71	10. 78	3. 72	7. 14	2. 48
	P	24. 50	8. 57	16. 99	5. 85	11. 16	3. 84	7. 47	2. 58
	N	24. 67	8. 64	17. 06	5. 89	11. 25	3. 87	7. 55	2. 61
Foreman(QCIF)	J	25. 16	9. 92	16. 67	6. 27	10. 83	4. 06	7. 09	2. 70
	P	25. 59	10. 07	17. 15	6. 44	11. 21	4. 19	7. 49	2. 83
	N	25. 73	10. 16	17. 16	6. 44	11. 22	4. 20	7. 38	2. 79
Clare(QCIF)	J	12. 33	4. 57	8. 57	3. 12	5. 73	2. 08	3. 97	1. 44
	P	12. 78	4. 73	9. 04	3. 27	6. 22	2. 25	4. 39	1. 58
	N	13. 07	4. 83	9. 20	3. 33	6. 34	2. 29	4. 45	1. 60
Foreman(CF)	J	62. 09	27. 44	39. 42	16. 73	25. 27	10. 54	16. 47	6. 81
	P	63. 76	28. 01	40. 84	17. 20	26. 31	10. 88	17. 32	7. 08
	N	64. 36	28. 23	41. 00	17. 24	26. 41	10. 92	17. 40	7. 15
Mthr_dotr(CF)	J	38. 55	14. 11	24. 63	8. 89	15. 14	5. 40	9. 18	3. 25
	P	40. 36	14. 72	26. 20	9. 40	16. 35	5. 80	10. 40	3. 65
	N	41. 35	15. 06	26. 53	9. 52	16. 48	5. 83	10. 51	3. 68
Mobile(CF)	J	214. 44	107. 89	154. 41	68. 01	104. 94	41. 10	69. 78	25. 74
	P	217. 20	108. 97	157. 19	69. 05	107. 91	42. 25	72. 25	26. 57
	N	218. 01	109. 21	157. 36	69. 20	107. 96	42. 15	72. 22	26. 62
Football(CF)	J	81. 06	57. 66	52. 97	36. 43	33. 67	22. 37	21. 59	13. 70
	P	82. 63	58. 29	54. 73	37. 04	35. 15	23. 02	22. 94	14. 21
	N	83. 46	58. 66	55. 06	37. 25	35. 36	23. 10	23. 12	14. 29

表 4 失真比较: PSNR(dB)

I M61 P Pan N: New		QP= 28			QP= 32			QP= 36			QP= 40		
		Y	U	V	Y	U	V	Y	U	V	Y	U	V
Container(QCF)	J	37.03	41.29	40.98	34.25	39.37	39.34	31.52	37.45	37.36	28.90	36.45	36.52
	P	36.98	41.23	40.93	34.21	39.29	39.26	31.48	37.63	37.42	28.85	36.46	36.34
	N	36.98	41.21	40.93	34.21	39.30	39.22	31.48	37.63	37.42	28.85	36.46	36.23
Foreman(QCIF)	J	36.27	39.36	41.19	33.62	38.06	39.58	31.02	36.70	37.82	28.50	35.64	36.38
	P	36.25	39.31	41.17	33.59	38.02	39.59	31.05	36.64	37.80	28.52	35.77	36.53
	N	36.25	39.31	41.19	33.58	38.01	39.59	31.05	36.66	37.82	25.80	35.78	36.56
Claire(QCIF)	J	40.43	40.24	42.43	37.70	38.44	40.43	35.18	36.08	39.06	31.96	34.72	37.02
	P	40.40	40.28	42.23	37.61	38.40	40.43	35.25	36.32	38.73	31.97	35.08	36.89
	N	40.41	40.27	42.20	37.66	38.37	40.42	35.20	36.31	38.73	31.95	35.09	36.89
Foreman(CF)	J	37.18	41.10	44.10	34.84	40.00	42.66	32.61	38.90	41.14	30.32	37.95	39.30
	P	37.17	40.99	43.98	34.84	39.98	42.46	32.60	38.76	40.75	30.35	37.86	39.22
	N	37.16	41.01	43.97	34.83	39.95	42.42	32.61	38.75	40.70	30.34	37.83	39.25
Mthr_dotr(CF)	J	39.43	43.42	44.53	36.95	42.04	43.08	34.66	40.39	41.54	32.47	39.41	40.53
	P	39.41	43.37	44.31	36.93	41.86	43.04	34.63	40.31	41.29	32.48	39.29	40.10
	N	39.40	43.30	44.26	36.94	41.78	43.02	34.62	40.25	41.21	32.46	39.24	40.21
Mobile(CF)	J	34.70	37.06	36.81	31.27	35.29	34.94	28.18	33.51	33.02	25.47	32.35	31.80
	P	34.65	37.04	36.78	31.23	35.30	34.92	28.15	33.55	33.03	25.44	32.40	31.80
	N	34.65	37.03	36.78	31.23	35.30	34.92	28.16	33.55	33.04	25.45	32.39	31.80
Football(CF)	J	36.94	39.35	40.44	34.31	37.66	39.01	31.85	35.79	37.48	29.59	34.46	36.45
	P	36.91	39.31	40.42	34.27	37.68	39.01	31.83	35.80	37.43	29.57	34.51	36.44
	N	36.89	39.30	40.40	34.27	37.67	38.98	31.82	35.77	37.45	29.56	34.52	36.44

加, 但和 Pan 方案相比, 码率增加很微小. 而表 4 表明, 本文改进方案、Pan 方案和 M61 在编码质量上基本相同. 综上所述, 本文改进方案和 M61 相比, 计算复杂度明显降低, 同时码率略有增加, 而编码质量基本不变. 本文方案和 Pan 方案相比, 计算复杂度也有较大降低, 而码率和编码质量变化都很微小.

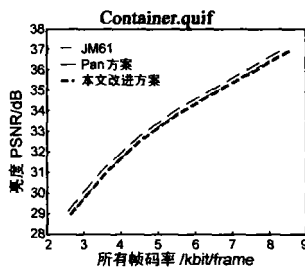


图 3 Container 序列码率 2 PSNR 拟合曲线

图 3 给出了 Container 序列的码率 PSNR 拟合曲线, 以考察 M61 方案、Pan 方案和本文方案的率失真编码性能. 曲线采用的是如下所示的三阶多项式拟合公式:

$$PSNR = a + b @bitrate + c @bitrate^2 + d @bitrate^3$$

其中, a, b, c, d 为拟合系数. 从图 3 中可以看出, 本文方案和 Pan 方案所得的两条曲线是基本重合的, 而同 M61 所得的曲线相比, 略有下降. 图 3 表明, 本文方案和 M61 相比, 率失真编码性能略有降低; 和 Pan 方案相比, 本文方案的率失真编码性能基本不变, 但计算复杂度明显降低, 编码时间减少, 从而证明了本文算法的有效性. 其他测试序列的拟合曲线也说明了同样的结论.

5 结论与展望

本文首先对文献 [6] 的基于边缘方向直方图的快速算法进行了改进, 然后提出了一种基于参考象素特征的快速

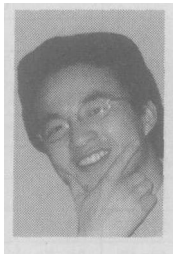
算法, 由于两种算法存在互补性, 故本文又将两种算法进行了结合, 提出了一种高效的快速帧内预测模式选择算法. 实验结果表明, 本文算法和 M61 相比, 1 帧编码时间降低 61% ~ 69% 左右, 同时 PSNR 基本保持不变, 输出码率略有增加; 和 Pan 的基于边缘方向直方图的算法相比, 本文算法 1 帧编码时间降低 12% ~ 33% 左右, 而 PSNR 和码率均无明显变化. 实验结果证明本文算法正确、有效. 然而, 本文算法仅是通过减少 4 @4 亮度块、16 @16 亮度块、8 @8 色度块的候选模式数来降低帧内预测的计算复杂度, 而没有考虑在 4 @4 亮度块和 16 @16 亮度块两者之间进行选择时, 根据块的特性进行预判, 提前排除一种块方式. 下一步的工作将引入这部分的内容, 从而进一步提高帧内预测的编码速度.

参考文献:

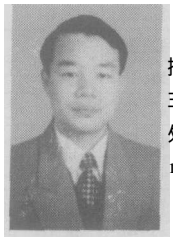
- [1] ITU-T Rec H. 264 | ISO/IEC 11496210 AVC Document JTG050 [DB/OL]. <http://standards.polycom.com/2003.03.Pattaya/JTG050r1.zip>
- [2] Topiwala P, Sullivan G, Joch A, Kossentini F. Performance Evaluation of H. 26L, TML 8 vs H. 263++ and MPEG2 [DB/OL]. <http://ftp3.itu.ch/av2arch/video2side/0109.San/VEG2N18.doc>
- [3] LM K, WU S, WU D, RAHARDJA S, et al Fast inter mode selection [DB/OL]. in ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q. 6, JT 9th Meeting San Diego US Sep 2003 <http://standards.polycom.com/2003.09.SanDiego/JVT21020.zip>

- [4] CHANG A, AU O C, YEUNG Y M. A novel approach to fast multiframe selection for H. 264 video coding[A]. Proc of International Symposium on Circuits and Systems ISCAS03: vol2[C]. Piscataway IEEE Press 2003 704-707
- [5] KUO C, SHEN M, KUO C C J An enhanced fast variable block size motion estimation scheme for H. 264[A]. Proc SPIE, vop 5308[C]. San Jose SPIE Press 2004 440-451.
- [6] PAN F, LIN X, SUSANTO R, et al Fastmode decision for intra prediction [DB/OL]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (JVT. G013) MPEG2003 Pattaya Thailand Mar 2003 http://standards.polycom.com/2003_03_Pattaya/JVT2G013.doc
- [7] KIM C, LIQ, KUO C C J Fast intra prediction model selection for H. 264 codec[A]. Proc SPIE, vol 5241[C]. San Jose SPIE Press 2003 99- 110
- [8] WEGAND T, SULLIVAN G, BJONTEGAARD G, LUTHI R A. Overview of the H. 264/AVC video coding standard [J]. IEEE Trans Circuits Syst Video Technol 2003 13(7): 560- 576
- [9] ITU-T Rec H. 264 | ISO/IEC 11496- 10 AVC. M6. 1 [CP/OL]. <http://home.hhi.de/suehring/m1/down2bad>

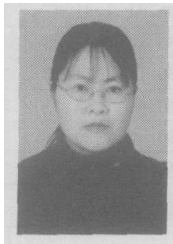
作者简介:



李世平 男, 1981年生于浙江温岭, 中国科学院计算技术研究所攻读硕士研究生, 主要研究方向为面向网络的立体视频编码和传输、多描述编码和传输。



蒋刚毅 男, 1964年生于浙江绍兴, 博士, 教授, 中国科学院计算技术研究所兼职博士生导师, 主要研究领域为多媒体信息传输与信息安全、图像处理与视频信号编码、基于视觉的智能控制。E-mail: jianggangyi@nbu.edu.cn



郁梅 女, 1968年出生于江苏无锡, 博士, 教授, 研究方向包括多媒体信号处理、编码与通信, 计算机视觉及其应用。