

H.264 中 FME 算法的优化

郑芝玲, 谢翠兰

(柳州职业技术学院信息工程系, 柳州 545006)

摘要: 在 H.264 中快速整像素运动估计算法及其改进算法的基础上, 提出一种快速自适应多环搜索算法。根据多种预测模式获得预测矢量, 并以此构造自适应的多圈搜索环, 结合中心小六边形模板进行快速运动矢量搜索。实验结果证明, 该算法的搜索效率优于 H.264 现有的 UMHexagonS 算法。

关键词: 运动估计; 优化; 运动矢量

Optimization of FME Algorithm in H.264

ZHENG Yi-ling, XIE Cui-lan

(Department of Information Engineering, Liuzhou Vocational & Technical College, Liuzhou 545006)

【Abstract】Based on fast interger pixel block motion estimation algorithm and its improvement algorithms in H.264, this paper proposes a new Fast Adaptive Multi-Rings Search algorithm(FAMRS). The adaptive multi-rings search rings are made from the motion vector which is gained from motion estimation modes, combining with the small hexagon pattern in center. Experimental results show that the efficiency of this optimized algorithm outperforms UMHexagonS algorithm in H.264.

【Key words】 motion estimation; optimization; motion vector

1 概述

最新的国际视频编码标准H.264^[1]采用可变块运动补偿、多参考帧预测、亚像素精度运动补偿等技术, 其编码效率比H.263 提高了 50%, 成为近年来视频编码技术研究的主要方向之一。

FME(Fast Motion Estimation)即快速运动估计。在 JVT 参考软件 JM86 中, 采用由 Chen Zhibo 等提出的快速整像素运动估计算法(Unsymmetrical-cross Muti-Hexagon- grid Search, UMHexagonS), 该算法高效的起始点预测和搜索策略, 使它与全搜索算法相比, 比特率和 PSNR 值不相上下, 但运算量十分低, 搜索速度能提高 80%~90%。由于该算法对可变块大小与运动矢量等数据特征及其相关性等因素尚未充分挖掘并应用于搜索过程, 搜索的点还相对较多, 因此, 该算法仍有待改进。

本文在探讨宏块及运动矢量特征及其相关性的基础上, 根据可变块运动估计的原理, 提出了一种有效的快速自适应多环搜索算法(Fast Adaptive Multi-Rings Search, FAMRS), 能够根据预测的运动矢量及时地调整搜索范围, 动态地对各模式进行快速搜索。

2 UMHexagonS 算法

UMHexagonS 算法包括 4 步不同种类的搜索过程, 其基本步骤如下:

(1)用多种预测模式进行初始搜索点预测, 包括: 1)中值预测; 2)原点预测; 3)上层块预测; 4)前帧同位置块预测; 5)相邻(多)参考帧预测。对以上运动矢量所指向的点进行搜索, 获得当前最优预测起点。

(2)进行混合搜索, 包括: 1)非对称十字搜索; 2)5×5 全搜索; 3)扩展的多层次六边形格点搜索。

(3)以当前最优点为中心, 用六边形模板进行搜索, 直至

最优点在六边形的中点为止。

(4)以当前最优点为中心, 用小菱形模板进行搜索, 直至最优点在小菱形的中点为止。

3 FAMRS 算法

3.1 UMHexagonS 改进算法

文献[2]所述改进算法的特色为环的伸缩策略: 构造 3 个固定环, 利用相邻块的运动矢量差值, 采用运动矢量中值预测技术, 预测当前块搜索窗中的中环位置, 进一步便能确定大 1 倍的外环位置, 从而达到控制环的伸缩的目的。其他针对 UMHexagonS 的改进算法, 如根据运动矢量的特征进行合理的阈值判断, 确定宏块类型, 并据此采用相应的方向性模板加快搜索速度^[4]以及增加阈值判断, 提前终止搜索过程等。以上这些改进算法均在不同程度上提高了 UMHexagonS 算法的搜索效率。

3.2 改进思路

FAMRS 算法结合 UMHexagonS 算法本身的优势, 在吸取相关改进算法优点的基础上, 从以下几个方面尝试改进:

(1)沿用 UMHexagonS 算法的多种模式预测运动矢量获得初始搜索点, 并利用该运动矢量控制多环搜索的范围。由于视频序列的运动矢量大部分集中在(0, 0)附近, 而 UMHexagonS 算法采用的起点预测综合利用了帧内、帧间相邻块运动矢量相关性, 以及 H.264 采用的宏块划分技术所带来的不同尺寸块的运动矢量相关性, 因此可以选出最能反映当前运动块趋势的点作为初始搜索点, 准确率相当高。

基金项目: 广西教育厅科研基金资助项目“H.264 视频编码中的运动估计算法研究”(200707LX261)

作者简介: 郑芝玲(1968 -), 女, 讲师, 主研方向: 视频编码技术; 谢翠兰, 讲师

收稿日期: 2007-07-10 **E-mail:** zylzyl808080@163.com

(2)用小六边形(± 2)搜索模板代替 UMHexagonS 算法中心的 5×5 全搜索。实验数据显示,50%~90%的运动矢量分布在(± 2)的区域内,用小六边形代替 5×5 全搜索,搜索点数明显减少,也比文献[2]中的算法具有更高的搜索效率。

(3)动态构造自适应多环模板用于快速搜索。由于高精度的预测运动矢量代表了搜索点的运动方向,因此本算法用矩形搜索模板代替 UMHexagonS 算法中的非对称十字型搜索模板和扩展六边形搜索模板,该模板为可伸缩的模板,通过多种模式预测得到的运动矢量来控制环的搜索,并且逐渐按比例伸缩来扩大搜索的范围,直至超出搜索范围。除内环外,不设定初始中环和外环的值,也不设定搜索环数,完全由预测运动矢量的大小和方向来确定,大大增强了搜索的自适应程度,避免了搜索落入局部最小,而且搜索方向和搜索环数自适应,能较准确地搜索到任意方向的运动矢量。

(4)进一步约定。由于用中心小六边形固定环搜索,可以很快搜索到 ± 4 范围内的点,因此限定了小于 ± 4 的预测运动矢量不执行以上操作;由于预测运动矢量大于 \pm (Search_range/2)时,其 2 倍值已经超出搜索范围的限制,因此也不执行以上操作。这样,当搜索范围为 16 像素时,最多搜索 4 圈,最少搜索 3 圈,与 UMHexagonS 算法相比,搜索点数明显减少,有效地控制了冗余的搜索点数。

下面用图分别表示预测运动矢量的 3 种搜索情况:

- (1)当 $|mv_x|=|mv_y|$ 时:如($\pm 5, \pm 5$)见图 1;
- (2)当 $|mv_x|>|mv_y|$ 时:如($\pm 6, \pm 2$)见图 2;
- (3)当 $|mv_x|<|mv_y|$ 时:如($\pm 2, \pm 7$)见图 3。

其余搜索策略和搜索步骤沿用 UMHexagonS 算法的内容,包括沿用 UMHexagonS 算法中的 sec_step 和 third_step 搜索步骤进行后续的搜索以及用 UMHexagonS 算法中的早停止判断和阈值判断。

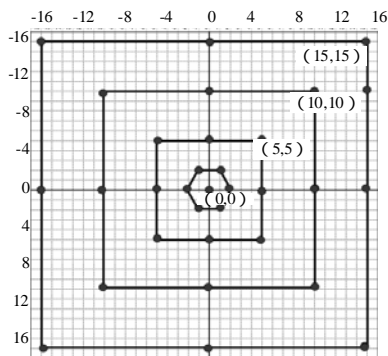


图 1 $|mv_x|=|mv_y|$ 时搜索环示例

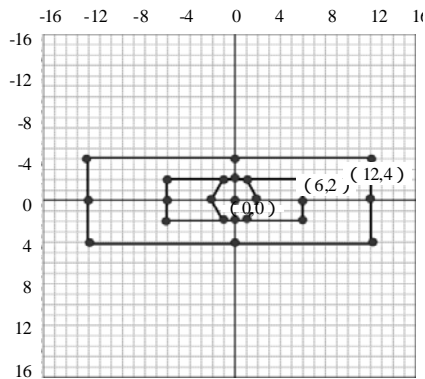


图 2 $|mv_x|>|mv_y|$ 时搜索环示例

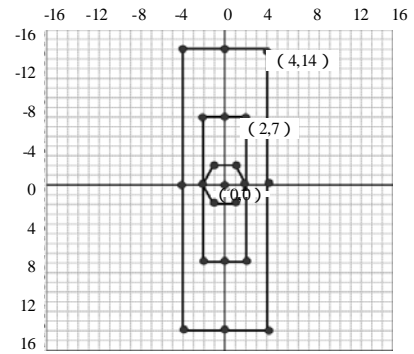


图 3 $|mv_x|<|mv_y|$ 时搜索环示例

FAMRS 算法的基本流程如图 4 所示。

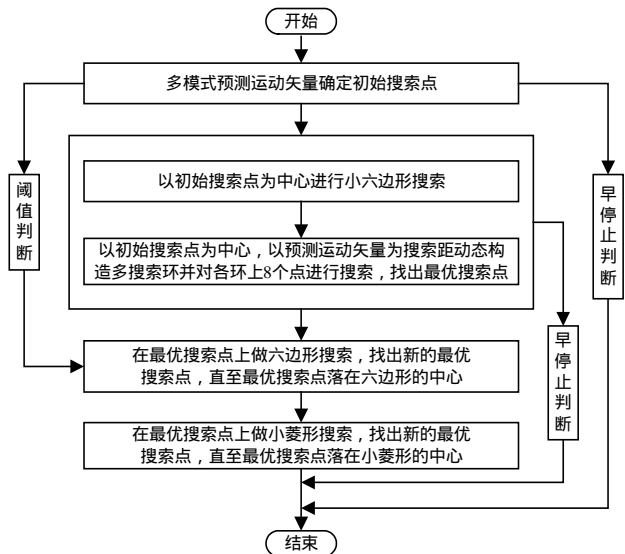


图 4 FAMRS 算法的基本流程

4 实验分析

为说明本文 FAMRS 算法的搜索效率,在 H.264 标准代码 JM86 上实现了该算法,并对 cif 视频格式下不同运动强度的 3 个视频序列(football_cif_ori90.yuv, stefan_cif_ori90.yuv, news_cif_ori90.yuv)进行了测试。

实验条件如下:

- (1)按照 IPPP...序列类型编码;
- (2)5 个参考帧;
- (3)7 种搜索模式;
- (4)搜索范围为 16 像素;
- (5)量化系数为 28, 32, 36, 40;
- (6)帧率为 30 Hz;
- (7)使用率失真优化和 ME 哈达码变换。

执行平台为:CPU Intel 2.13 GHz;内存 256 MB。

2 个算法实验结果比较见表 1~表 7。

以 $QP=28$ 为例,将各项指标分析如下:

(1)总编码时间的对比分析:采用新的改进算法,比采用 UMHexagonS 算法平均减少了 6.341%,其中大运动序列的总编码时间改善较为明显。

(2)总的运动估计的时间对比分析:采用新算法比 UMHexagonS 算法总的运动估计时间平均减少了 37.47%,有效地提高了编码速度。

(3)亮度峰噪值对比分析:采用新的改进算法,总体上保

证了图像质量。

(4) 比特率对比分析：采用新算法，比特率有微小幅度的增加。这是新算法为平均减少 37.47% 总的运动估计时间所付出的微小代价。

表 1 football_cif_ori90.yuv 序列

搜索算法	性能参数	QP=28	QP=32	QP=36
UMHexagonS 算法	SNR_Y(dB)	36.490	33.800	31.320
	Bitrate(kb/s)	1 578.040	988.210	604.410
	Total encoding time for the seq.	328.669	306.609	285.767
	Total ME time for sequence	68.524	67.345	60.003
FAMRS 算法	SNR_Y(dB)	36.490	33.810	31.290
	Bitrate(kb/s)	1 596.130	1 005.940	618.740
	Total encoding time for the seq.	295.736	275.580	257.001
	Total ME time for sequence	38.624	37.572	33.553

表 2 stefan_cif_ori90.yuv 序列

搜索算法	性能参数	QP=28	QP=32	QP=36
UMHexagonS 算法	SNR_Y(dB)	35.710	32.560	29.720
	Bitrate(kb/s)	1 173.660	621.800	349.360
	Total encoding time for the seq.	303.860	288.590	277.046
	Total ME time for sequence	43.838	44.551	45.119
FAMRS 算法	SNR_Y(dB)	35.700	32.530	29.690
	Bitrate(kb/s)	1 178.700	626.360	350.850
	Total encoding time for the seq.	283.984	269.014	255.284
	Total ME time for sequence	25.568	24.688	25.720

表 3 news_cif_ori90.yuv 序列

搜索算法	性能参数	QP=28	QP=32	QP=36
UMHexagonS 算法	SNR_Y(dB)	38.250	35.530	32.920
	Bitrate(kb/s)	232.320	145.840	91.860
	Total encoding time for the seq.	234.922	226.137	218.201
	Total ME time for sequence	18.522	18.156	16.379
FAMRS 算法	SNR_Y(dB)	38.240	35.520	32.900
	Bitrate(kb/s)	232.270	145.770	92.050
	Total encoding time for the seq.	229.139	220.814	213.000
	Total ME time for sequence	13.505	13.095	13.308

表 4 总编码时间对比

算法	football	stefan	news
UMHexagonS 算法	328.669	303.860	234.922
FAMRS 算法	295.736	283.984	229.139
(改进)	-32.933	-19.876	-5.783
所占比例/(%)	-10.020	-6.541	-2.462

表 5 总的运动估计时间对比

算法	football	stefan	news
UMHexagonS 算法	68.524	43.838	18.522
FAMRS 算法	38.624	25.568	13.505
(改进)	-29.900	-18.270	-5.017
所占比例/(%)	-43.630	-41.680	-27.090

表 6 亮度峰值对比 dB

算法	football	stefan	news
UMHexagonS 算法	36.490	35.710	38.250
FAMRS 算法	36.490	35.700	38.240
(改进)	0.000	-0.010	-0.010
所占比例/(%)	0.000	-1.000	-1.000

表 7 比特率对比 (Kb/s)

	football	stefan	news
UMHexagonS 算法	1 578.040	1 173.660	232.320
FAMRS 算法	1 596.130	1 178.700	232.270
(改进)	18.090	5.160	-0.040
所占比例/(%)	1.150	0.440	-0.020

5 结束语

实验结果显示，新的改进的算法在保证图像质量、码率微小增加的情况下，较大幅度地减少了运动估计时间，从而有效地提高了整体的编码效率，也更加有利于实时应用。

参考文献

- [1] 毕厚杰. 新一代视频压缩编码标准——H.264/AVC[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005: 53-99.
- [2] 段娟, 张楠. 快速可伸缩环形搜索算法[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(14): 14-19.
- [3] 张鹏, 郭宝龙. H264 中运动矢量特征分类的快速运动估计算法[J]. 计算机工程, 2006, 32(10): 230-232.

(上接第 189 页)

题，本文从方程本身的意义出发，提出一个新的四阶偏微分方程去噪模型，并应用简单的中值滤波去除四阶偏微分方程去噪所引起的亮点。实验结果证明了本方法的有效性。

参考文献

- [1] Gonzalez R C. 数字图像处理[M]. 2nd ed. 阮秋琦, 阮宇智, 译. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [2] Shen Lixin, Papadakis M, Kakadiaris I A, et. al. Image De-noising Using A Tight Frame[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2006, 15(5): 1254-1263.
- [3] 陈莹, 纪志成, 韩崇昭. 基于小波域加权阈值的图像去噪方法[J]. 计算机工程, 2007, 33(19): 183-185.
- [4] 肖亮, 吴慧中. 基于总体变差模型的数字滤波器设计及其性能研究[J]. 信号处理, 2003, 19(3): 247-251.
- [5] Chan Tony, Shen Jianhong. Mathematical Models for Local Non-texture Inpainting[J]. Applied Mathematical, 2001, 62(3): 1019-1043.
- [6] Chen Bo, Lai Jianhuang, Yuen Pongchi. Image De-noising Using

- Hybrid Model with Edge Preserving Capability[C]//Proc. of International Conference on Computational Intelligence and Security. Guangzhou, China: [s. n.], 2006.
- [7] Kim S. PDE-based Image Restoration: A Hybrid Model and Color Image De-noising[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2006, 15(5): 1163-1170.
- [8] 杨镠, 郭宝龙, 倪伟. 基于层结构的 Contourlet 多阈值图像去噪算法[J]. 计算机工程, 2006, 32(20): 180-182.
- [9] Rudin L, Osher S, Fatemi E. Nonlinear Total Variation Based Noise Removal Algorithm[J]. Physica D: Nonlinear Phenomena, 1992, 60(1-4): 259-268.
- [10] Rudin L, Osher S. Total Variation Based Image Restoration with Free Local Constraints[C]//Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Image Processing. Austin, Texas, USA: IEEE Press, 1994.
- [11] You Yuli, Kaveh M. Fourth-order Partial Differential Equations for Noise Removal[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2000, 9(10): 1723-1730.

