

基于运动对象检测的 UMHexagonS 搜索算法改进

洪佳庆, 林其伟

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 厦门 361021)

摘 要: 在 H. 264 精细可分级编码中, 针对减少运动估计时间, 本文提出一种基于运动对象检测的 UMHexagonS 搜索算法改进. 首先, 根据运动对象检测区分出运动区域和背景区域, 对不同的区域采用不同的搜索算法; 其次, 利用两次菱形模版替换原来的 5×5 螺旋搜索, 减少了 50% 的搜索点数, 且能提前结束搜索. 实验结果表明, 改进后的算法, 在保证图像质量基本不变的前提下, 运动估计时间减少 10%~40%.

关键词: 运动对象检测; UMHexagonS 算法; 运动估计; 菱形模版

中图分类号: TP312

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)09-0126-03

An Improvement of UMHexagonS Based on Detecting Moving Object

HONG Jia-qing, LIN Qi-wei

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: In FGS video coding, in order to reduce the time of motion estimation, this paper proposed an improvement algorithm of UMHexagonS, which is based on detecting moving object. First, distinguish between motion region and background according to the motion object detection, use different search algorithm in different areas. Then, uses two diamond template replace the original 5×5 spiral search, decreases 50% of search points, can terminate search early. The experiment results show that the improved algorithm in the premise of image quality can reduce 10%~40% of the motion estimation time.

Key words: moving object detection; UMHexagonS algorithm; motion estimation; diamond template

1 引言

运动估计是视频压缩编码中的一个重要组成部分, 通过运动估计可以去除帧间冗余度, 使得视频传输的比特数大为减少. 运动估计占总编码时间相当大的比例, 缩短运动估计时间是实现实时性编码的关键环节. CHEN Z B 等^[1]人提出 UMHexagonS 算法, 该算法充分利用了 H. 264 中多块尺寸和多参考帧的特点, 以解决减少搜索点数容易陷入局部最小的陷阱, 与 FM 算法相比, 节省了 90% 以上的运算量. 但 UMHexagonS 算法仍存在不足, 如搜索范围较大、搜索点数较多等, 大大影响了视频编码实时性的提高. 对于 H. 264 精细可分级编码 (FGS: Fine Granularity Scalable), 国内外学者从主观图像效果

和客观编码效率两方面提出多种改进方法, 而运动对象作为感兴趣区域在提高主观图像效果的同时, 应同时能对减少运动估计时间做出贡献. 为了解决 UMHexagonS 的不足, 本文根据 FGS 编码的特点提出改进, 将增强层对运动对象的检测引入到基层的 UMHexagonS 算法中.

2 UMHexagonS 算法分析

该算法搜索步骤如下:

(1) 起始搜索点预测, 采用中值预测、上层模式预测、前帧对应块运动矢量预测以及邻近参考帧运动矢量预测, 得到最佳初始搜索点.

(2) 非对称十字搜索, 由 (1) 得到的最佳搜索点为中心, 进行非对称的十字形搜索, 水平方向的搜索

收稿日期: 2012-11-08; 修回日期: 2012-12-14

基金项目: 福建省自然科学基金项目 (2012J01275)

长度为窗口宽度,垂直方向的搜索范围为窗口宽度的一半,如图1中Step2.

(3)以(2)最小的 SAD 点为中心,进行 5×5 正方形搜索,如图1中 Step3-1;接下来进行多层次六边形格点搜索,以最小 SAD 的点为最佳匹配点,如图1中 Step3-2.

(4)①以上一步获得的最佳匹配点为搜索中心,进行扩展的六边形搜索,如图1中 Step4-1,若 SAD 最小点为中心,则跳转到①,否则跳转到②.

②以(3)得到的最佳搜索点为中心,进行小菱形搜索,如图1中 Step4-2,若 SAD 最小点为小菱形中心,则停止搜索.

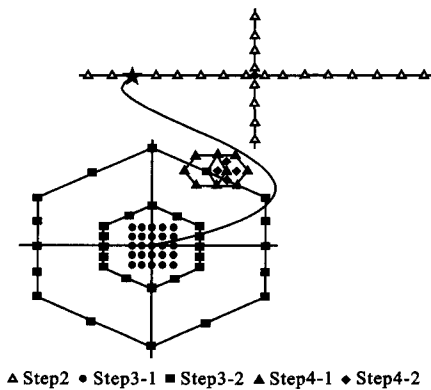


图1 UMHexagonS 算法搜索过程

3 UMHexagonS 算法的改进

3.1 运动区域检测

对于 FGS 编码,原始的 UMHexagonS 算法大大减少了基本层运动估计的时间,但对运动幅度小或静止的区域,UMHexagonS 算法对每个宏块进行判决,决定是否跳到最后的小菱形搜索,额外增加了判决的时间.在摄像头固定的视频监控中,人们往往对运动对象感兴趣,在 FGS 编码中优先编码,提高视频的主观效果.本文通过利用增强层对运动对象的检测确定运动区域,将运动区域引入到 UMHexagonS 算法中,以减少运动估计的时间.运动区域 Q 的检测如下:

设前一帧运动对象 P 起点和终点分别为 a (Start_x, Start_y)、b(End_x, End_y)

在当前帧中, P 的起点和终点分别为 c(BStart_x, BStart_y)、d(BEnd_x, BEnd_y)

运动区域 Q 起点和终点分别为 E(MStart_x, MStart_y)、F(MEnd_x, MEnd_y)

$MStart_x = Start_x < BStart_x ? Start_x : BStart_x$

$MStart_y = Start_y < BStart_y ? Start_y :$

$BStart_y$

$MEnd_x = End_x > BEnd_x ? End_x : BEnd_x$

$MEnd_y = End_y > BEnd_y ? End_y : BEnd_y$

除去运动区域以外的区域定义为背景区域,如图2所示.

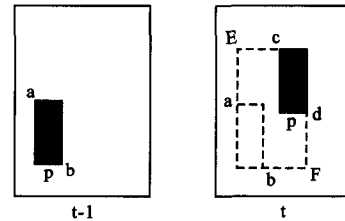


图2 运动区域检测

文献[2]指出,若块的运动幅度较小,其运动矢量通常分布在离搜索中心较近的周围;若块的运动幅度中等,其运动矢量通常分布在离搜索中心较远的周围;若块的运动幅度很大,其运动矢量通常分布在远离搜索中心的周围.

本文对运动区域 Q 采用完整的 UMHexagonS 算法搜索,而对于背景区域跳过非对称十字搜索、 5×5 正方形搜索、多层次六边形格点搜索、六边形搜索,直接进行小菱形搜索.

3.2 改进的 5×5 正方形螺旋搜索

文献[3]中, 5×5 正方形运动矢量分布如图3所示.矢量的分布不是均匀的,但 UMHexagonS 算法对 5×5 网格区域每个位置的搜索时间是一样的,未充分利用矢量分布的特点.

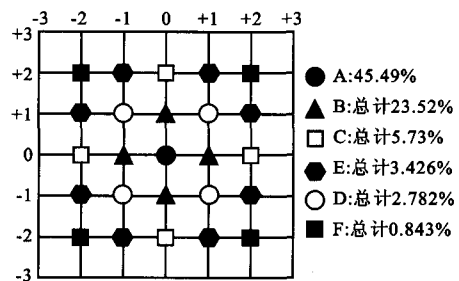


图3 5×5 正方形区域的运动矢量分布

在 5×5 的正方形区域内,菱形 A+B+C+E 区域的运动矢量分布概率为 77.522%,相对 5×5 的正方形区域的运动矢量的分布概率 81.791% 只减少 4.269%,越靠近中心,运动矢量分布概率越大.因此,本文提出改进,将 5×5 的正方形区域搜索改成分两步菱形搜索,先搜索区域 B(内菱形),对得到的最小代价点进行提前终止判决,满足条件则退出搜索,否则再搜索区域 C+E(外菱形),搜索点数

减少一半,减少了运动估计的时间,如图 4 所示.

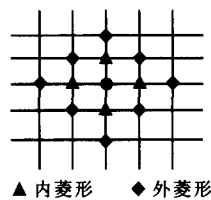


图 4 5×5 搜索算法改进

3.3 改进算法流程图

改进算法流程图如图 5 所示.

4 实验结果与分析

本文在 H. 264 的参考软件 JM8.6 上实现 UM-HexagonS 算法. 分别对运动剧烈的 football 序列、coastguard 序列、运动中等的 foreman 序列、运动平缓的 news 序列,编码帧数为 100,参考帧数为 5,帧率为 30Hz,编码格式为 IPPPP...,QP 取 24,编码一个增强层,运动对象的检测引用文献[4]在 OpenCV 中的运动对象检测,增强层码率取 200Kbit/s,运动对

象提升 3 个位平面,比较码率、运动估计时间 Me-time 和基本层、增强层的峰值信噪比 PSNR 值. 测试数据结果如表 1、表 2 所示.

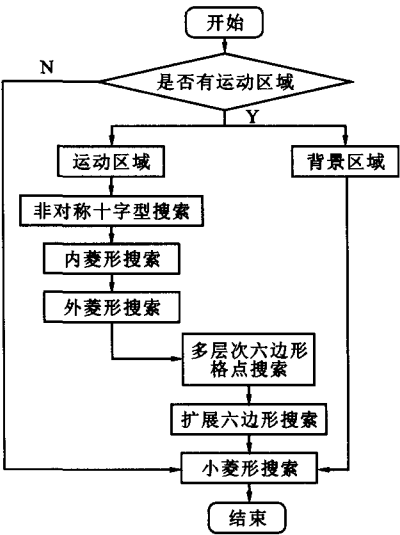


图 5 改进算法流程图

表 1 原始算法与改进算法的码率、运动估计时间、基本层 PSNR 以及增强层 PSNR

	测试序列	football	coastguard	foreman	news
原始算法	PSNR_Y/dB	28.747	34.007	35.678	36.315
	Sel-PSNR_Y/dB	36.248	39.914	43.514	42.454
	Me-time/s	29.622	25.635	19.216	10.681
	Bit-rate(kb/s)	120.22	185.02	87.96	60.51
改进算法	PSNR_Y/dB	28.756	33.998	35.664	36.028
	Sel-PSNR_Y/dB	36.297	39.970	43.506	42.253
	Me-time/s	19.874	16.867	13.307	8.738
	Bit-rate(kb/s)	120.08	184.96	88.00	60.29

表 2 实验数据比较

	football	coastguard	foreman	news
△Me-time(%)	32.91	34.20	30.75	18.19
△PSNR_Y(dB)	+0.009	-0.009	-0.014	-0.287
△Sel-PSNR_Y(dB)	+0.049	+0.056	-0.008	-0.201
△Bit-rate(kps)	-0.14	-0.06	+0.04	-0.22

通过对表 1 和表 2 的数据分析可知,改进算法与原始算法相比(“+”表示增加,“-”表示减少),在保持码率几乎不变得情况下,基本层与增强层的 PSNR 基本保持不变,改进后的算法对不同的视频序列运动估计时间减少幅度不同,对于运动剧烈的视频序列,运动估计时间减少 30%以上;对运动平缓的视频序列,运动时间减少 10%以上.

5 结束语

本文通过分析 UMHexagonS 算法的不足,以及摄像头固定的视频监控系统的特 点,结合运动对象检测在 H. 264 精细可分级编码中的应用,提出两点改进. 首先,对视频图像区分运动区域和背景区 (下转第 132 页)

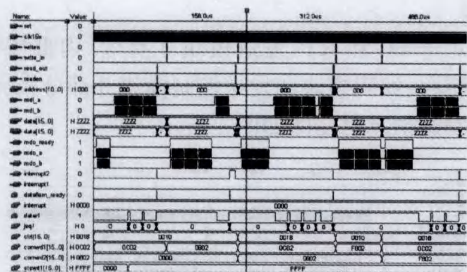


图6 整体仿真时序图

5 结束语

本设计根据应用需求,利用 FPGA 完成了 BU-61580 总线控制器的 IP 核设计,与 DDC 公司的多功能 BU-61580 相比,设计的功能更加实用,降低了使用的复杂程度,成本上也更加低廉。作为军事协议标准,其可靠性和实时性至关重要。通过物理验证,该 IP 核的可靠性能得到保证;对于高速并行信号,也能保证测试的实时性。在实际应用中,可以通过更改源程序以满足不同场合的需求。

参考文献:

- [1] Mini-ACE series BC/RT/MT advanced communication engine integrated 1553 terminal user guide[R]. 1999.
- [2] 曲新春,蒋志翔. 基于 SOPC 的 1553B IP 核的设计[J]. 计算机工程与设计,2007,28(19):4708-4712.

(上接第 128 页)

域,对运动区域和背景区域采用不同的搜索步骤;其次,根据在 5×5 正方形螺旋搜索中,越靠近中心运动矢量分布概率越大的特点,提出改进,先进行内菱形搜索,再进行外菱形搜索。从实验结果可以看出,本文算法在 PSNR 和码率基本不变得情况下,运动估计时间大幅降低,适用于 H.264 的 FGS 编码。

参考文献:

- [1] Chen Z B, Zhou P, HE Y. Fast integer pel and fractional pel motion estimation for JVT[C]// proceeding of the JVR-F0176th meeting. Awaji, Japan; IEEE, 2002: 5-13.
- [2] Xie Lifen, Huang Chunqing. UMHExagon search algorithm for fast motion estimation [C]// proceedings of

- [3] 许宏杰,田泽,袁晓军. 高速 1553BIP 核的设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(12):155-157.
- [4] Enumala Srikrishna L, MadanMohan A, Mallikarjuna Prasad. Development of MIL-STD-1553B synthesizable IP core for avionic applications[J]. International Journal of Computer Science Issues. 2011, 9(8): 488-490.
- [5] Mark Zwolinski. System Verilog 数字系统设计[M]. 夏宇闻,译. 北京:电子工业出版社,2011.
- [6] GJB289A-97, 中华人民共和国国家军用标准[S]. 1998.

作者简介:



王占领 男,(1988—),硕士. 研究方向为智能信息处理与嵌入式系统。

张登福 男,(1968—),教授. 研究方向为嵌入式系统、综合航空电子系统、信号处理。

李云杰 男,(1989—),硕士. 研究方向为机载计算机技术与嵌入式系统。

the and Internationd Conference on Computer Research and Development. Shanghai: IEEE, 2011: 483-487.

- [3] Lam C H, Po L M, Cheung C H. A novel kite-cross-diamond search algorithm for fast block motion estimation[C]// Proceeding s of 2004 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Canada: IEEE, 2004: 729-732.
- [4] 郑夜星,林其伟. 基于运动跟踪的改进精细可分级视频编码[J]. 微电子学与计算机,2010,27(12):134-137.

作者简介:

洪佳庆 男,(1988—),硕士研究. 研究方向为视频通信。

林其伟 男,(1959—),副教授,硕士生导师. 研究方向为视频编码与网络通信。