

基于 EPZS 的 H. 264 运动估计算法的改进

王艳营,冯进攻

(黑龙江科技学院 电气与信息工程学院,黑龙江 哈尔滨 150027)

摘要:运动估计是视频压缩编码中最重要和最耗时的环节之一。H. 264 作为一种高性能的编码技术,虽然编码效率明显提高,但是也带来了较大的运算量,特别是在运动估计模块中。为了减少 H. 264 中运动估计算法的运算量,对运动估计算法中的搜索模板进行了研究,在分析 EPZS 算法的基础上,将非对称十字形和非对称六边形与 EPZS 算法相结合,提出了一种改进的 EPZS 算法。利用三个序列进行测试,测试结果表明,在搜索精度相似的情况下,改进后的 EPZS 算法搜索效率明显提高。

关键词:H. 264;搜索模板;EPZS 算法;搜索精度;搜索效率

中图分类号:TN919

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)01-0103-04

Improved H. 264 Motion Estimation Algorithm Based on EPZS

WANG Yan-ying, FENG Jin-mei

(Electrical & Information Engineering College, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China)

Abstract: Motion estimation is one of the most significant and time-consuming parts in video compression encoding area. H. 264 is a high performance video encoding technology, although the coding efficiency is improved obviously, but also it brings a large amount of computation, especially in the motion estimation module. In order to reduce the computation of motion estimation algorithm in H. 264, it studied search templates in motion estimation algorithm. First analysed EPZS algorithm, and combined unsymmetrical cross and unsymmetrical hexagon with EPZS algorithm, proposed an improved EPZS algorithm. The test by three sequences is done, the test results show that the improved EPZS algorithm can significantly improve search efficiency, when the search accuracy is similar.

Key words: H. 264; search template; EPZS algorithm; search accuracy; search efficiency

0 引言

H. 264 是新一代视频压缩编码标准,它的编码效率明显提高,但运动估计的复杂度也大大增加,使得压缩编码的复杂度急剧增加^[1],因此,运动估计算法一直是研究的热点。

运动估计算法常用的是块匹配法^[2],如全搜索法(FS)^[3]、三步搜索法(TSS)^[4]、四步搜索法(4SS)^[5]和菱形搜索法(DS)^[6]等,这些算法最大的优点是简单和规则,其中 FS 搜索精度最高,但复杂度也最大,TSS、4SS 和 DS 是快速运动估计算法,与 FS 相比复杂度减少了,但它们不适用于运动幅度较大的视频序列,为此又出现了 UMHEX^[7]、EPZS 等新的算法。EPZS 算法是一种快速的运动估计算法,具有优良的率失真

性能,大大的提高了运动估计的速度,但是它还是有缺点,运算量很大,为此对 EPZS 算法进行改进的研究成为热点内容。

1 EPZS 算法

EPZS(Enhanced Predictive Zonal Search)是一种新的快速运动估计算法,属于预测搜索算法。该算法以率失真优化为标准,首先利用视频运动的空间和时间的相关性,对当前编码块的运动矢量进行预测,然后根据相邻块失真的提前终止准则来提高搜索速度,减少复杂度,最后针对不能满足提前终止准则的块,利用搜索模板来进行运动矢量的完善^[8]。

具体步骤如下:

Step1: 预测值的选择^[9]。它主要包括空间域和时间域的预测值的选择。空间域的预测值包括 MV_U (上边运动矢量)、 MV_L (左边运动矢量)、 MV_{UR} (右上边运动矢量)及 $\text{median}(MV_U, MV_L, MV_{UR})$; 时间域的预测值包括:前帧相同位置处的运动矢量,相邻块的运动矢量和加速预测值以及 $(0, 0)$ 矢量(主要考虑静止情

收稿日期:2011-06-09;修回日期:2011-09-15

基金项目:黑龙江省教育科学技术研究项目(11551444)

作者简介:王艳营(1981-),女,辽宁沈阳人,讲师,硕士,主要研究方向为多媒体通信和视频编码;冯进攻,讲师,博士,主要研究方向为图像通信。

况)。

Step2: 自适应提前终止^[10]。设置两个自适应阈值 T_1 、 T_2 , 分别为:

$$T_1 = N_p$$

其中: N_p 为当前预测块中像素的数目。

$$T_2 = a \times \min(\min J_1, \min J_2, \min J_3) + b$$

其中: a, b 为常数, J_1, J_2, J_3 为相邻块的率失真值。

根据率失真函数得出:

$$J = SAD(s, c(m)) + \lambda \cdot R(m - p) \quad (1)$$

其中: m 为运动矢量, p 为运动矢量的预测值, λ 为拉格朗日算子, $R(m - p)$ 表示对运动矢量进行差分编码需要的比特数, $SAD(s, c(m))$ 表示原视频编码信号 s 与编码视频信号 c 之间的绝对误差和, 主要用来作为衡量块匹配误差的标准。 $SAD(s, c(m))$ 计算方法为:

$$SAD(s, c(m)) = \sum_{x=1}^{B_1} \sum_{y=1}^{B_2} |s(x, y) - c(x - m_x, y - m_y)| \quad (2)$$

其中: B_1, B_2 为 4, 8, 16。

Step2.1: 根据式(1)、(2)计算出各个预测值的率失真值, 并与阈值 T_1 相比较。先比较 $J(\text{median}(MV_U, MV_L, MV_{UR}))$ 与 T_1 , 若 $J(\text{median}(MV_U, MV_L, MV_{UR})) < T_1$, 则提前终止, 否则, 再把其它预测值的率失真值与 T_1 一一比较, 转至 Step2.2;

Step2.2: 若全部预测值的率失真值均大于阈值 T_1 , 则与阈值 T_2 再进行比较, 转至 Step2.3;

Step2.3: 选取最小的预测值的率失真值, 若此值小于 T_2 , 则停止搜索, 否则转至 Step3。

Step3: 运动矢量的精确定位。根据最佳预测值的失真程度和参考帧值来选择 DS、十字形模板或其它模板搜索, 把这个矢量作为最终运动估计。

2 改进的 EPZS 算法

对 EPZS 算法的改进主要针对于搜索模板, 并根据最佳点与次最佳点的距离在不同的范围内, 采用不同的搜索方法。

2.1 搜索模板

根据自然图像中水平方向的运动比垂直方向的运动普遍的特点, 增加了非对称十字和非对称六边形模板^[11], 非对称六边形比六边形的搜索精度高, 且方向性强^[12]。

改进算法使用的模板如图 1 所示。

2.2 算法的步骤与流程

算法的步骤为:

Step1: 计算各个预测值的率失真, 找到 MJ (最小

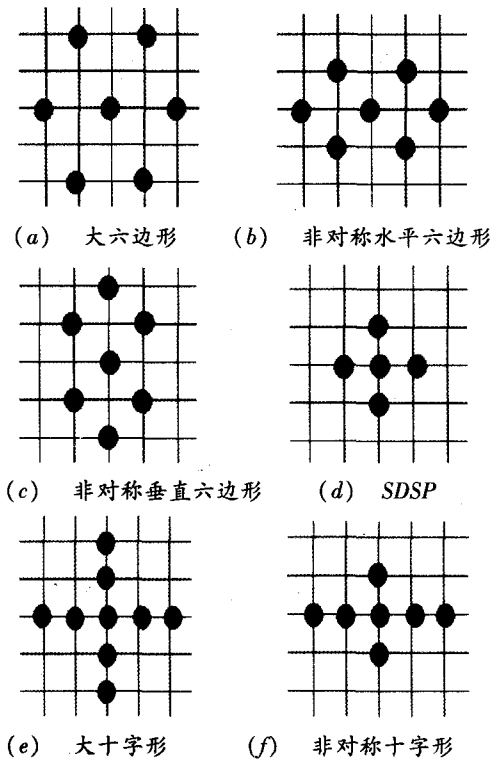


图 1 搜索模板

率失真) 点和 SMJ (次最小率失真) 点, 若 $L(MJ - SMJ) < 3$ (其中 L 表示距离), 转至 Step2; 若 $3 < L(MJ - SMJ) < 10$, 转至 Step4; 否则转至 Step9;

Step2: 以 MJ 点为中心, 利用 SDSP 进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 转至 Step11; 否则转至 Step3;

Step3: 以新的 MJ 点为中心, 利用 SDSP 反复进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 转至 Step11; 如图 2(a) 所示;

Step4: 以 MJ 点为中心, 利用 SDSP 进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 转至 Step11; 否则转至 Step5;

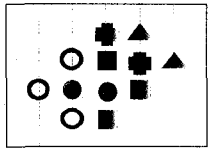
Step5: 以新的 MJ 点为中心, 利用大十字进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在 $(+1, +1)$ 或 $(+1, -1)$, $(-1, +1)$, $(-1, -1)$ 点, 转至 Step6; 否则若 MJ 点在水平方向, 转至 Step7; 若 MJ 点垂直方向, 转至 Step8;

Step6: 以新的 MJ 点为中心, 利用大六边形反复进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 利用 SDSP 进行搜索, 如图 2(b) 所示;

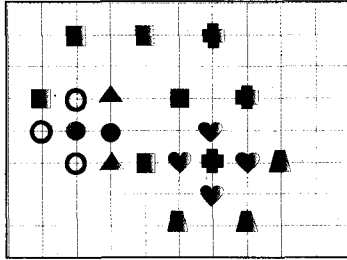
Step7: 以新的 MJ 点为中心, 利用非对称水平六边形反复进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 利用 SDSP 进行搜索, 如图 2(c) 所示;

Step8: 以新的 MJ 点为中心, 利用非对称垂直六边形反复进行搜索, 计算 J 值, 若 MJ 点在中心, 利用 SDSP 进行搜索, 如图 2(d) 所示;

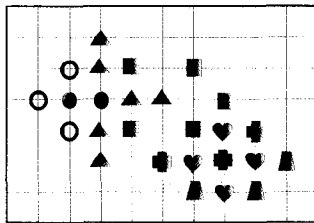
Step9: 以 MJ 点为中心, 利用非对称十字形进行搜索, 横向搜索范围为 10, 计算 J 值, 找到 MJ 点, 再以新的 MJ 点为中心, 纵向搜索范围为 5, 再计算 J 值, 找



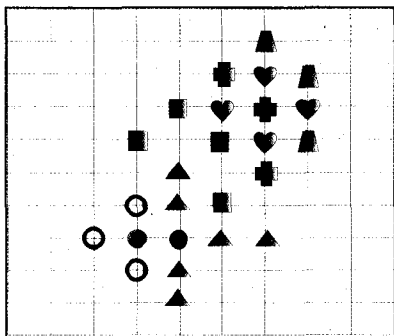
(a) MJ、SMJ 点的距离小于 3 的搜索过程



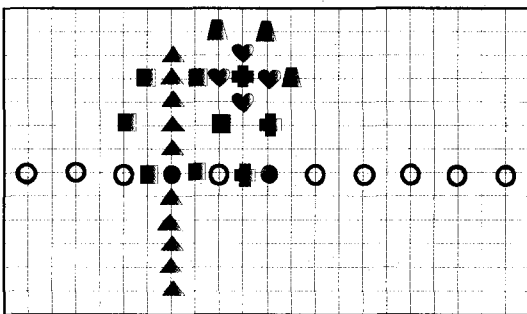
(b) MJ、SMJ 点的距离大于等于 3 而小于 10, 且 (+1, +1) 点为最佳点的搜索过程



(c) MJ、SMJ 点的距离大于等于 3 而小于 10, 最佳点在水平方向的搜索过程



(d) MJ、SMJ 点的距离大于等于 3 而小于 10, 最佳点在垂直方向的搜索过程



(e) MJ、SMJ 点的距离小于等于 10 的搜索过程

图 2 搜索过程

到 MJ 点,转至 Step10;

Step10: 以新的 MJ 点为中心,利用大六边形进行搜索,计算 J 值,若 MJ 点在中心,利用 SDSP 进行搜索,如图 2(e) 所示;

Step11: 所得最佳点的路径即为最佳 MV。

算法的流程如图 3 所示,图中 L 表示距离, MJ 表示最小率失真点和 SMJ 表示次最小率失真点。

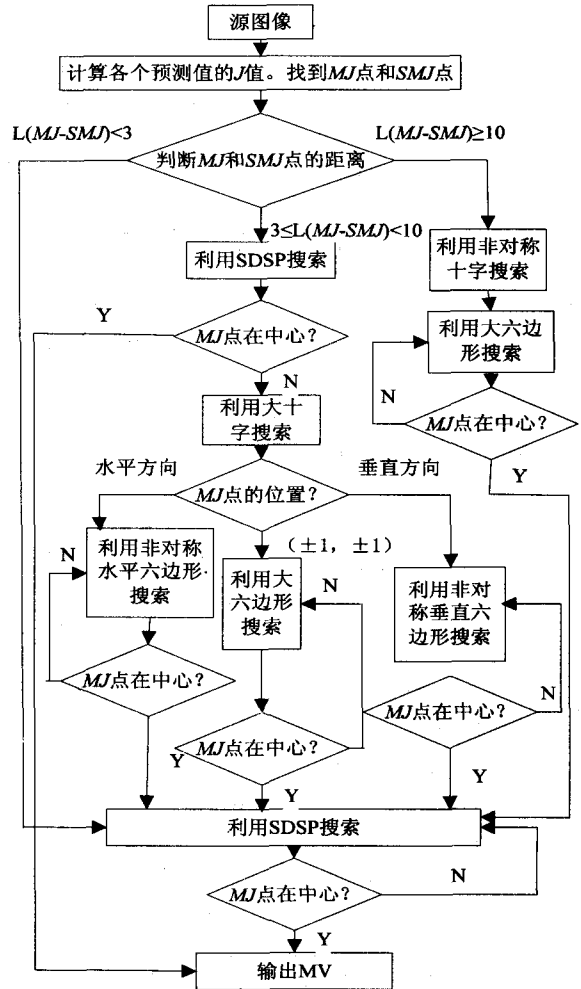


图 3 算法流程图

3 测试结果分析与仿真

为了验证算法的结果,采用 H. 264 的参考模型 JM12.2 进行验证,利用 saleman、foreman、football 这 3 种序列进行测试,其中:saleman 运动复杂度一般,且背景简单,foreman 运动复杂度中等,且人物和镜头都有抖动,football 运动复杂度较高,视频序列的格式为 QCIF,帧率为 30,编码格式为 IPPPPPP。两种算法在不同量化参数(QP)下的运动估计时间的测试结果如表 1 所示。

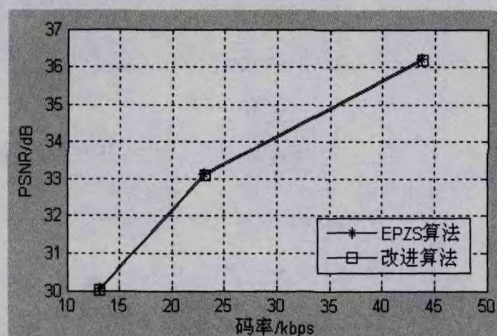
从表 1 中可以看出,随着 QP 的增加,运动估计时间节省的百分比也在增加,对于运动缓慢的 saleman 序列,最多节省时间 47.91%,运动剧烈的 football 序

列,最多节省 54.89%,由此可以看出,改进后的算法比较适用于运动剧烈的序列。

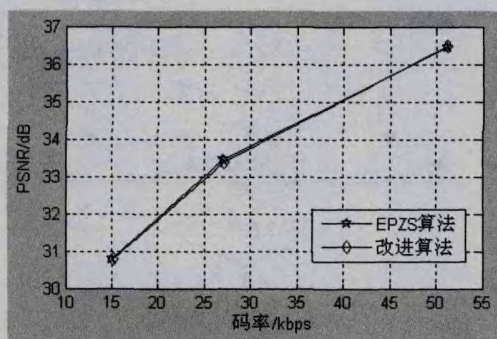
表 1 两种算法运动估计时间

测试序列	QP	EPZS 算法 耗时/s	改进算法 耗时/s	节省时间
saleman	28	37.89	20.93	44.76%
	32	37.13	19.95	46.27%
	36	36.42	18.97	47.91%
foreman	28	53.43	24.71	53.75%
	32	53.62	24.64	54.05%
	36	56.33	25.54	54.66%
football	28	500.18	228.23	54.37%
	32	505.12	230.17	54.43%
	36	508.27	229.28	54.89%

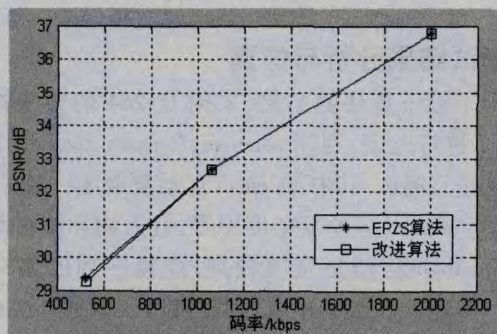
改进后的算法与原EPZS算法对三种序列质量影



(a) saleman 序列



(b) foreman 序列



(c) football 序列

图 4 PSNR 仿真图

响的仿真图如图 4 所示。

从图 4 可以看出,三种序列在两种算法中的 PSNR 值近似相等,说明改进后的算法与 EPZS 算法的率失真特性保持不变。

4 结束语

该改进算法充分考虑了自然界图像运动的特点以及图像中最佳点和次最佳点距离的范围,改进后的算法在保持了原算法的率失真性和保证了图像质量不变的情况下,搜索效率明显提高,特别适用于运动幅度大和运动剧烈的场合。

参考文献:

- [1] 马力妮,郑志辉,潘 峰. H.264/AVC 视频编码技术研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(7):163-166.
- [2] 李 淳,马力妮. 基于菱形搜索的改进的运动估计算法研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(11):117-122.
- [3] 于 飞,黄士坦. H.264 运动估计算法分析[J]. 计算机技术与发展,2009,19(4):115-118.
- [4] Koga T, Iinuma K, Hirano A. Motion compensated interframe coding for video conferencing[C]//Proc. of National Telecommunication Conference. New Orleans, LA, USA: [s. n.], 1981.
- [5] PO L M, Ma W C. A Novel Four-Step Search Algorithm for Fast Block Motion Estimation[J]. IEEE Trans on Circuits Syst Video Technol, 1996,6(6):313-317.
- [6] Zhun Shan, Ma Kaikuang. A new Diamond Search Algorithm for Fast Block-matching Motion Estimation[J]. IEEE Trans on Circuits Systems for Video Technology, 1996,6(6):313-317.
- [7] Chen Zhibo, Xu Jianfeng, He Yun, et al. Fast Integer-pel and Fractional-pel Motion Estimation for H.264/AVC[J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 2000,17(2):264-290.
- [8] 田东坡,鲍可进. 基于 EPZS 的 H.264/AVC 运动估计改进算法[J]. 计算机应用研究,2010,27(7):2795-2797.
- [9] 任 颢,谢天道. 改进的 EPZS 运动估计算法研究[J]. 计算机应用与软件,2011,28(6):2795-2797.
- [10] 叶佐义. 基于 H.264 的运动估计和 EPZS 算法的研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(12):257-260.
- [11] Cheung Chun-Ho, Po Lai-Man. Novel Cross-Diamond-Hexagonal Search Algorithms for Fast Block Motion Estimation[J]. IEEE Trans on Multi-media, 2005,7(1):16-22.
- [12] 李 军,周晓慧,叶文龙. 基于运动估计 EPZS 算法的优化[J]. 机电工程,2011,28(6):736-738.