

# 基于预测运动矢量的菱形搜索方法

李  何

(太原理工大学信息工程学院,太原 030024)

**摘  要**  针对 H. 264/AVC 编码器中运动搜索计算量大、搜索时间长,提出一种基于运动矢量的改进小菱形搜索算法。在运动估计的过程中,根据预测运动矢量的方向,采用不同搜索方向的菱形模型,可大大减少搜索点数,用较短的时间找到最佳匹配块,提高搜索速度。与典型运动搜索方法的菱形搜索算法相比较,该搜索方法在保证视频质量基本不变的条件下,编码速率平均提高 5.73%。

**关键词**  H. 264/AVC    运动搜索    菱形搜索

**中图法分类号**  TN919.8    **文献标志码**  A

H. 264/AVC 视频编码标准中运动估计模块是视频编码的重要部分,它直接决定着编码效率和压缩视频的质量。运动估计的重要内容就是运动搜索和模式选择两部分,运动搜索模型大致分为全搜索模型和快速搜索模型两类<sup>[1]</sup>。

全搜索模型是所有搜索模型中最为简单可靠的一种,能获得高质量的视频,但由于该方法进行的是逐点搜索,所以该搜索方法的实现计算量大、耗时长,不利于编码器实时性的实现。因此提出了多种快速搜索方法,如三步搜索法<sup>[2]</sup>、四步搜索法<sup>[3]</sup>、DIA<sup>[4]</sup>、UMHexagonS<sup>[5]</sup>等,这些搜索方法和全搜索相比减少了搜索点数和并且降低了计算量,并且快速搜索方法得到的视频质量和全搜索方法得到的视频质量相比没有明显降低。

尽管快速搜索方法已经达到了很好的改善效果,但运动搜索的速度和计算量仍然存在很大的改进空间。在运动估计过程中,每个搜索块都有不同的动态的预测运动矢量(mvp),预测运动矢量的方向和编码块的运动方向是一致的,利用运动矢量的这一特性可以判断编码块的运动方向。本文首先制定了不同方向的搜索模型,然后根据预测运动矢量的方向确定选用的搜索模型,该方法更好地减少

了搜索点数,降低了搜索时间,进而提高了编码速度。

## 1  H. 264/AVC 运动估计过程

在 H. 264/AVC 视频编码中,运动估计包括运动搜索和模式选择两部分,主要用于帧间预测编码部分。在 H. 264/AVC 视频编码标准中 P 帧帧间预测模式有七种:P<sub>16</sub>×16 模式、P<sub>16</sub>×8 模式、P<sub>8</sub>×16 模式、P<sub>8</sub>×8 模式、P<sub>8</sub>×4 模式、P<sub>4</sub>×8 模式和 P<sub>4</sub>×4 模式<sup>[6]</sup>。运动估计首先通过运动搜索部分搜索到当前块的最佳匹配块,计算出七种当前块和最佳匹配块率失真代价值,通过七个代价之间的比较,选出代价值最小的作为最佳预测模式。帧间率失真函数代价值计算如式(1)所示。

$$B_{\cos}t(x,y) = SATD(x,y) + I_{\text{MOTION}}b(\Delta mv) \quad (1)$$

公式(1)中: $SATD(x,y)$ 表示当前编码块  $x$  和最佳匹配块  $y$  的像素值差的绝对值之和; $SATD(x,y)$ 是当前编码块  $x$  和最佳匹配块  $y$  的像素值差经过哈达玛变换后所得到的系数之和; $I_{\text{MOTION}}$ 是运动估计的拉格朗日乘子, $\Delta mv$ 表示预测运动矢量与实际运动矢量的差值, $b(\Delta mv)$ 表示编码  $\Delta mv$  所需比特数<sup>[7]</sup>。 $B_{\cos}$ 值最小时选块就是当前块的最佳匹配块。

## 2  运动搜索算法优化

### 2.1  原有菱形搜索算法分析

菱形算法具有实现简单、鲁棒性高等特点,是

2013 年 7 月 29 日收到,8 月 30 日修改  
作者简介:李  何(1971—),男,硕士,讲师,研究方向:嵌入式系统、音视频(AVS)编码、信息系统设计理论。

视频编码中的一种高效快速的运动估计算法。菱形搜索模板如图 1 所示。

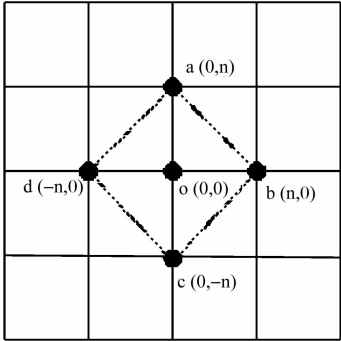


图 1 原有菱形搜索模板

在该模板中  $n$  取值可以根据搜索步长不同而不同,在搜索时对搜索点  $o$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  和  $d$  共 5 个点,分别计算出对应匹配块的  $SAD$  值。

菱形搜索的实现流程如图 2 所示,候选搜索起始点是利用当前块与邻近块的空间相关性,以及参考帧中对应位置的时间相关性预测得到,将几个候选搜索起始点进行比较得到最佳搜索起始点。该模板中  $n$  取值可以根据搜索步长不同的而不同,在搜索时对搜索点  $o$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  和  $d$  共 5 个点,分别计算出对应匹配块的  $SAD$  值,若最小值在点  $o$  取得,则终止搜索,否则,继续使用该模板进行搜索,直到将搜索区域内的搜索点搜索完毕。但是该菱形搜索模型在同一个测试码流中始终有着固定的搜索步长和范围,在搜索区中有一定的搜索空区,这样将导致计算资源浪费。搜索步长较短时搜索到最佳点需要计算的搜索块也就较多,计算量也会随着增大,搜索步长大时,搜索到最佳匹配块需要计算的搜索块相对较少。

2.2 改进的菱形搜索方法

本文针对前文提到的不足,提出了以下改进方法。由于预测运动矢量  $mvp$  所指向的方向和当前编码块的运动方向是一致的,所以通过预测运动矢量可以大致判定最佳匹配块所在位置的方向。本文提出了对角线不相等的菱形搜索模型优化方法。

首先,将预测运动矢量终点的所在位置划分为平面坐标系中的一、二、三、四象限。

其次,当预测运动矢量终点在一、三象限时,可

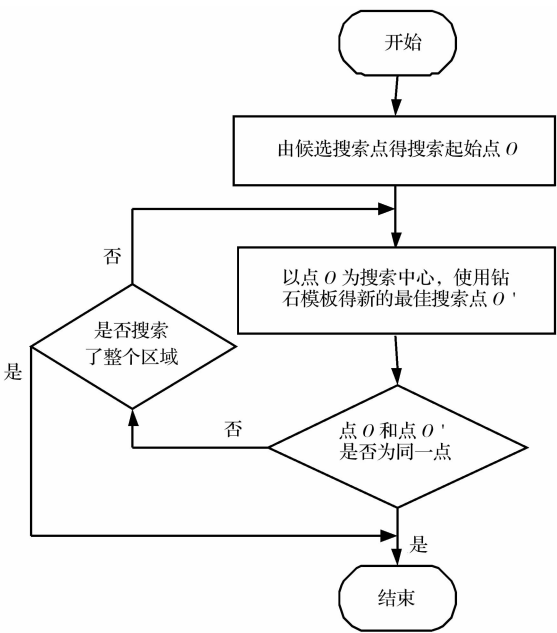


图 2 菱形搜索算法流程图

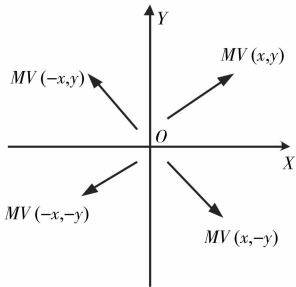


图 3 运动矢量在平面坐标系中的方向

以采用一三象限跨度较大的搜索模型如图 4 所示,这样可以更快地找到最佳匹配点;当预测运动矢量终点在二、四象限时,可以采用二、四象限跨度较大的搜索模型如图 5 所示。

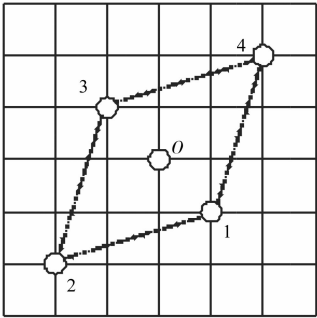


图 4 一、三象限跨度较大的菱形模型

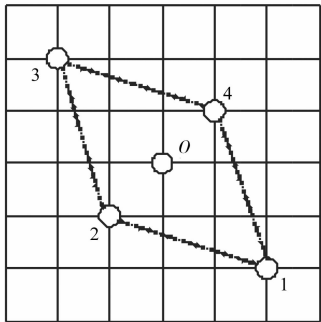


图5 二、四象限跨度较大的菱形模型

该菱形搜索方法的实现过程为:首先,通过对候选搜索起始点对应块的代价值计算,比较得出最优的预测运动矢量  $mvp$ 。然后,判断  $mvp$  的横纵坐标值的正负性是否一致,若正负性一致,则选用图4所示的一、三象限跨度较大的菱形模型,若正负性不一致则选用图5所示的二、四象限跨度较大的菱形模型。这样在当前块的运动方向上进行搜索,可以更快地搜索到最佳匹配块。

3 实验结果

本文对上述改进方法进行了实验分析,分别从峰值信噪比( $PSNR$ )、码率( $BR$ )和帧率( $FPS$ )三个方面将新的菱形搜索方法和原有菱形搜索方法进行了比较。实验过程中的参数设置为:参考帧帧数为5帧, $I$ 帧的 $QP$ 设为30, $P$ 帧的 $QP$ 设为32,编码序列为IPPP格式。本实验分别对QCIF(分辨率为 $176 \times 144$ )、CIF(分辨率为 $352 \times 288$ )、D1(分辨率为 $704 \times 576$ )三种格式的视频序列进行测试,并分析比较了不同运动剧烈程度的经典测试序列(表3中FUN和APPLE为实验室采集的测试序列)的峰值信噪比、码率和帧率的变化。实验数据见表1至表3。

表1 QCIF 格式的实验结果

| 序列         | $\Delta PSNR/dB$ | $\Delta BR/\%$ | $\Delta FPS/\%$ |
|------------|------------------|----------------|-----------------|
| bridge     | -0.06            | -0.04          | +5.01           |
| coastguard | +0.01            | +0.15          | +6.21           |
| foreman    | -0.07            | +0.39          | +5.45           |
| bus        | +0.08            | -0.01          | +7.01           |
| flower     | +0.01            | +0.04          | +7.86           |

表2 CIF 格式的实验结果

| 序列         | $\Delta PSNR/dB$ | $\Delta BR/\%$ | $\Delta FPS/\%$ |
|------------|------------------|----------------|-----------------|
| bridge     | -0.02            | +0.18          | +4.65           |
| coastguard | -0.06            | +0.31          | +5.46           |
| foreman    | -0.05            | -0.03          | +6.01           |
| bus        | +0.06            | -0.04          | +6.78           |
| flower     | +0.01            | -0.02          | +7.54           |

表3 D1 格式的实验结果

| 序列     | $\Delta PSNR/dB$ | $\Delta BR/\%$ | $\Delta FPS/\%$ |
|--------|------------------|----------------|-----------------|
| ICE    | -0.29            | +0.25          | +4.31           |
| SOCCER | -0.08            | +0.16          | +5.78           |
| FUN    | -0.04            | -0.08          | +3.98           |
| APPLE  | +0.01            | +0.07          | +4.13           |

上述表格中 $\Delta PSNR$  = 优化后峰值信噪比 - 优化前峰值信噪比,  $\Delta BR$  = (优化后码率 - 优化前码率)/优化前码率  $\times 100\%$ ,  $\Delta FPS$  = (优化后帧率 - 优化前帧率)/优化前帧率  $\times 100\%$ , 其中“+”表示提高,“-”表示降低。信噪比中“+”表示图像质量提高,码率中“-”表示压缩率大,帧率中“+”表示帧率提高,编码速度提高。由实验结果可以看出,所有测试序列信噪比降低不超出0.30 dB,码率增加不超出0.40%,帧率都有了明显提高。总体来看,在峰值信噪比和码率变化不明显的情况下,帧率平均提高5.73%,更好地满足了编码器的实时性要求。

4 小结

本文通过对H.264/AVC编码器整像素运动估计算法中运动搜索模型的分析,深入研究了菱形搜索模型的特点和不足之处,并提出对相应的菱形搜索模型进行改进。本文提出的基于预测运动矢量的菱形搜索方法,该方法首先将菱形搜索模型划分为两类,根据当前编码块预测运动矢量的方向,来确定采用的菱形搜索模型。大量测试结果表明,该方法在没有明显降低图像质量和视频压缩率的情况下,大幅度提高了H.264/AVC编码器的编码速度,进一步满足了视频压缩编码的实时性要求。

参 考 文 献

1 刘 易,李太君. H.264 中快速运动估计 UMHexagonS 算法的改进. 计算机技术与应用,2011;37(8):128—130

# Optimization of TCP-Vegas Protocol in High Speed MANET

BAI Chang-shuai, SUN Rong-ping, ZHOU Hong-xia, CHENG Rui

( Qingdao Campus, Naval Academy of Aeronautical Engineering, Qingdao 266041, P. R. China )

[ **Abstract** ] Although the performance of TCP-Vegas protocol is superior to the traditional TCP protocol, its performance will get worse in high-speed MANET due to the high-speeded node and frequently changed topology. So a new kind of optimized algorithm is promoted to apply to the high-speed MANET avoiding its potential worseness on the basis of TCP-Vegas protocol. On the phrase of congestion avoidance, optimized algorithm will adjust the size of congestion window, at the same time, it will observe both the difference of the expected throughput and the actual throughput, and the changes of tote hop. According to the results of simulation, new optimized algorithm in high-speed MANET performs better than that of tht TCP-Vegas protocol.

[ **Key words** ] MANET TCP-Vegas congestion window routing hops

( 上接第 242 页 )

2 焦 梅 . AVS 视频编码器优化及算法研究 . 济南 : 山东大学 , 2009

3 王园园 , 张 刚 , 李付江 , 等 . AVS 的自适应提前终止运动估计算法 . 电视技术 , 2012 ; 36 ( 23 ) : 9—11 , 14

4 Zhu Shang , Ma Kaikuang . A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation . IEEE Trans . Image Processing , 2000 ; 9 ( 2 ) : 287—290

5 杨 齐 , 李子印 . 一种改进的 UMHexagonS 运动估计算法 . 电视技术 , 2012 ; 36 ( 5 ) : 15—17 , 25

6 毕厚杰 . 视频压缩编码标准——H. 264/AVC . 北京 : 人民邮电出版社 , 2005

7 黄春庆 , 邱晓彬 . 基于 x264 的快速运动估计算法优化 . 控制工程 , 2010 ; 17 ( 6 ) : 820—823 , 848

# Diamond Search Method Based on Prediction Motion Vector

LI He

( College of Information Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, P. R. China )

[ **Abstract** ] H. 264/AVC video coding standard introduces motion estimation with multiple block sizes to achieve a considerably higher coding efficiency. The improved small diamond search algorithm based on the motion vector is proposed. According to the direction of the prediction motion vector in the motion estimation process, the use of different search direction diamond model can be used a shorter period of time to find the best matching block, while greatly reducing the number of search points, to improve the search speed. Compared with several other typical diamond search method, the method improve the coding rate about 5.36% with similar image quality.

[ **Key words** ] H. 264/AVC motion search diamond search