

文章编号:1001-5132 (2010) 03-0044-04

# 一种新的运动自适应去隔行算法

郑淑红<sup>1</sup>, 杨任尔<sup>2</sup>, 励金祥<sup>2</sup>, 方刚<sup>2</sup>

(1.浙江育英职业技术学院 信息技术与应用系, 浙江 杭州 310018; 2.宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:** 提出基于棱边方向检测的运动自适应去隔行算法, 该算法能充分利用图像序列的时间和空间上的相关信息, 采用新颖的相邻场运动检测方法区分视频序列中的运动和静止部分. 对于运动部分, 使用改进的基于棱边方向的边沿自适应插值算法; 对于静止部分, 采用三点中值滤波插值算法. 仿真实验表明: 算法无论在画面视觉效果还是视频图像信噪比, 均达到良好效果.

**关键词:** 去隔行; 运动自适应; 棱边方向检测; 中值滤波

中图分类号: TP391

文献标识码: A

运动自适应去隔行算法是利用场间相关的信息, 选择不同的插补方式实现去隔行, 适用于对于相对静止的图像<sup>[1-2]</sup>. 而对于运动图像, 因为在不同的时间内, 事物已经发生变化, 亮度值也往往不同, 直接拼接两场的信号将在物体边缘引入不可接受的人为失真, 在这种情况下, 使用场内插值更为合理. 而基于边界自适应的场内插值去隔行方法保留了图像的边界细节<sup>[3]</sup>. 另外中值滤波算法是用适当原始像素值代替当前处理的像素值, 隐含了在空间方向上的边界自适应和时间方向上的运动自适应, 所以不会产生量化误差, 也不会由于平均或其他运算产生像素值的畸变, 中值滤波方法也是一种常用的去隔行算法<sup>[4-7]</sup>.

## 1 基于棱边方向检测运动自适应去隔行算法

笔者提出基于棱边方向检测的运动自适应去

隔行算法充分利用了图像序列的时间和空间上的相关信息, 是基于相邻场运动检测算子, 并结合改进的边沿自适应和三点中值滤波的运动自适应去隔行算法. 新算法采用相邻场运动检测算子判断被插值点的运动状态. 如果该点为运动, 则调用边沿自适应算法进行插值; 如果该点为静止, 则调用三点中值滤波, 算法的流程图如图 1 所示.

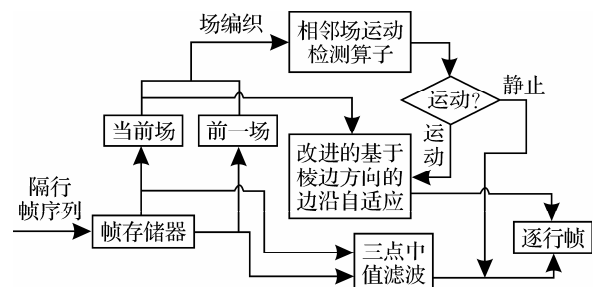


图 1 算法流程图

运动检测器算法如图 2 所示. 首先, 将当前场划分为  $3 \times 2$  像素点的块, 这样的块就是运动检测的基本单位. 然后将前场值插入到当前场 2 行中间的空隙中, 形成 1 个  $3 \times 3$  像素点的块, 拉大了 A 点

同相邻点的亮度差, 也就为运动检测提供了相应依据.

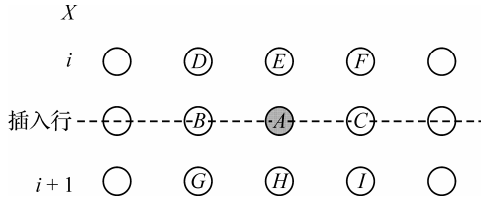


图2 运动检测算法原理图

然后, 假设现在要判断插入的点是图2中的A点, 定义代表插入点与相邻点相关性的变量  $D_V$ .

$$D_V = \max |X(i+a, j+b) - A|, 1 \leq a \leq 1. \quad (1)$$

如果有  $D_V \geq T_V$  ( $T_V$  是 1 个阈值, 通常由经验给出, 本文中  $T_V$  取 10), 并假设该点是运动的. 取该点周围的 8 点 ( $B, C, D, E, F, G, H, I$ ) 分别代入(1)式做相同运算, 如果计算结果显示有 4 个以上的点是运动的, 则判断 A 点即为运动, 此时可采用笔者提出的基于棱边方向检测的边沿自适应算法对该点进行插值; 反之, 则判断该点为静止的, 那么可采用三点中值滤波器进行插值.

如果  $D_V \leq T_V$ , 假设该点是静止的. 取该点周围的 8 点 ( $B, C, D, E, F, G, H, I$ ) 分别代入(1)式做相同运算, 如果计算结果显示有 4 个以上的点为静止的, 则判断 A 点为静止的, 采用三点中值滤波器插值; 反之, 则认为该点是运动的, 可采用改进的边沿自适应算法进行插值计算.

边沿自适应滤波算法(以下简称为 ELA)沿着最大相关性的方向进行插值, 效果较好, 且计算量小. 棱边是图像中重要的细节信息, 它提供很多有关目标的重要特征, 也是图像分析的重要内容<sup>[8-9]</sup>. 由于隔行扫描造成了棱边的锯齿化现象, 为了从隔行视频中取得高质量的图像, 必须尽可能地恢复棱边信息, 降低隔行造成的影响. 较好的去隔行方法能使得隔行视频中的奇数场和偶数场尽可能地“对齐”, 在棱边中具体表现为棱边的锯齿化现象减弱或消除. 但是在传统的边沿自适应滤波算法中, 有时在边缘部分会产生虚象现象, 并且不能检测被测点水平方向的运动状况<sup>[10-11]</sup>.

边沿方向检测是通过计算同一场内的不同方向像素点的相关性来确定棱边方向. 目前主要分为基于像素边沿方向检测和基于棱边方向检测模式<sup>[12]</sup>. 基于像素的边沿方向检测是通过定义 1 个像素相关性函数, 使该相关性函数值最小的检测方向为边沿方向. 相应算法的原理如图 3 所示.

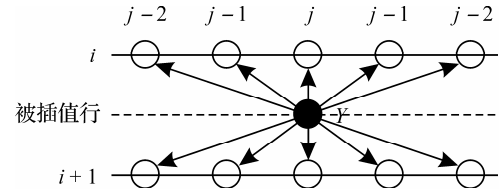


图3 边沿自适应算法原理图

其相关性函数为:

$$\text{diff}(d) = |X(i-1, j-d) - X(i+1, j+d)|, \quad (2)$$

$$\hat{d} = \arg \min_{-1 \leq d \leq 1} (\text{diff}(d)), \quad (3)$$

其中,  $d$  为以插值点为基点, 上下 2 个相邻行相对于它进行水平位移;  $[-1, 1]$  为检测区域; 满足使相关函数最小的  $\hat{d}$  所确定的方向是边沿走向. 基于像素的检测方法容易受噪声、灰度变化等情况的影响, 对于弱边沿也不能得到满意的结果; 且算法没有考虑被插值点水平方向的运动, 只考虑了垂直方向的运动信息, 如果水平方向有与扫描行粗细相同的细线通过, 则不能被检测到, 从而进一步造成图像信息的丢失.

棱边模式通常由 1 组矢量组成, 矢量的选取由棱边的特征决定. 常用的棱边模式有  $[u(d), v(e)]^T$ , 其中,

$$u(d) = \begin{bmatrix} X(i-1, j+d-1) \\ X(i-1, j+d) \\ X(i-1, j+d+1) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$v(e) = \begin{bmatrix} X(i-1, j+e-1) \\ X(i+1, j+e) \\ X(i+1, j+e+1) \end{bmatrix}, \quad (5)$$

其中,  $d$  和  $e$  为上下 2 行相对于基点  $(x, y)$  的水平位移. 定义基于棱边模式的相关性函数为:

$$\text{diff}(d, e) = |u(d) - v(e)|, \quad (6)$$

满足  $(\hat{d}, \hat{e}) = \arg \min_{-1 \leq d, e \leq 1} (\text{diff}(d, e))$  的  $(\hat{d}, \hat{e})$  所确定的

方向为棱边的方向. 文中采用的检测范围为  $3 \times 3$  模块, 即  $l=1$ , 检测范围  $[-1,1]=[-1,1]$ .

为改进检测效果, 笔者提出能检测水平边沿基于棱边模式的边沿检测方法. 它将被插值场分为像素块进行检测, 每块大小为  $3 \times 3$  模块, 如图 4 所示. 其中  $X(i, j)$  为被检测点. 检测该点所在的地方是不是物体的边缘, 由该点与相邻点亮度差的大小决定. 设  $D_v$  为亮度差, 并设置 1 个阈值为  $T_v=10$ . 如果有  $D_v = |X[i, j] - X[i+1, j]| < T$ , 则认为该点不在物体的边沿上, 插值点直接等于上下 2 点的平均值:

$$Y = (X[i, j] + X[i+1, j]) / 2, \quad (7)$$

如果  $D_v \geq T_v$ , 则认为该点在物体的边沿上, 此时可再判断被测点是否在水平边沿上. 如果  $|X[i, j] - X[i+1, j]| < |A - B|$ , 则认为物体存在水平边沿, 插值点等于上下 2 点的平均值, 计算可按(7)式进行. 反之, 认为该点在物体的其他边沿上, 则调用基于棱边模式的边沿检测, 继续计算. 最后求出方向相关性最大的像素块, 取平均值.

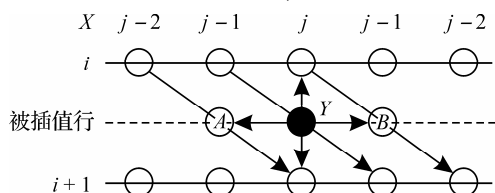


图 4 改进的棱边方向检测

## 2 实验结果及分析

实验采用分别是 100 帧的 CIF 格式的 Foreman、Flower 和 Hall 序列, 其中图 5 为 Foreman 的隔行图像, 图 6 为采用场平均去隔行图像( $PSNR=29.02$ ),

图 7 为中值滤波去隔行图像( $PSNR=27.11$ ), 图 8 为基于像素的边沿自适应去隔行法得到的处理结果( $PSNR=29.2$ ), 图 9 为采用笔者提出的去隔行算法处理后图像( $PSNR=32.91$ ).

从这些图形中可以看出, 隔行视频的该帧是由不同时刻拍摄的 2 场图像中的奇场和偶场组合而成的. 图中人物的运动区域在通过隔行技术组成为 1 帧时, 图像模糊不清, 并能观察到明显的隔行扫描线的痕迹, 造成了梳齿现象. 在通过场平均和中值滤波后, 情况有所改善, 但是局部的梳齿现象仍然存在. 而通过基于像素的边界自适应去隔行算法处理后, 虽然去除了梳齿现象, 但是产生了新像, 即虫洞现象. 在运动的区域中可以看到白色的亮点, 那是因为基于像素去隔行法的边沿检测机制不精确造成的负面效果. 而经过改进算法的处理后, 得到了较为清晰的图像效果, 局部的边沿锯齿化现象都被修正了, 视频流畅清晰.

从表 1 的数据可看出, 无论是 Foreman 序列、Flower 序列还是 Hall 序列, 与场平均去隔行算法、中值滤波去隔行算法和 ELA 去隔行算法相比较, 采用笔者提出的去隔行算法处理后的视频平均信噪比都要高. 因此, 无论从图像的视觉效果还是信噪比来看, 新算法的优势较为明显, 它能充分利用图像的特征对图像缺失部分进行插补.

表 1 各种去隔行算法处理后的视频平均信噪比 dB

信噪比	Foreman	Flower	Hall
场平均	29.58	29.52	31.12
中值滤波	26.41	28.05	24.77
ELA 算法	29.45	25.02	26.77
本文算法	33.57	31.16	36.50



图 5 Foreman 的隔行图像



图 6 场平均去隔行算法



图 7 中值滤波去隔行算法



图 8 基于 ELA 去隔行算法



图 9 本文去隔行算法

### 3 结论

提出的去隔行算法使用了较为可靠的运动检测器来判断被插值点的运动状况, 并且结合边缘自适应和中值滤波2个具有沿保护性的算法, 因此具有了一定的去噪功能, 同时较好地解决了去隔行后视频上下跳跃的问题. 另外, 新算法实现简单、运算量小、具有较强的实时性、易于在单片机等硬件上实现, 具有一定的实用价值.

#### 参考文献:

- [1] Elliger B. Analysis of motion compensated filters concerning motion correctness and accuracy[J]. Signal Processing: Image Communication, 1999, 19(14):697-720.
- [2] Lee S G, Lee D H. A motion-adaptive de-interlacing method using an efficient spatial and temporal interpolation[J]. IEEE Trans Consum Electron, 2003, 49(4): 1266-1271.
- [3] Jayavanth S, Singh M. Computerized analysis of erythrocyte aggregation from sequential video-microscopic images under gravitational sedimentation[J]. ITBM-RBM, 2004, 37(25):67-74.
- [4] Kolahi A, Hoviattalab M, Rezaeian T, et al. Design of a marker-based human motion tracking system[J]. Bio-medical Signal Processing and Control, 2007, 25(2):59-67.
- [5] Li M, Nguyen T. A deinterlacing algorithm using Markov random field model[J]. IEEE Trans Image Process, 2007, 16(11):2633-2648.
- [6] Jung S, Kim H, Ha L, et al. A novel deinterlacing algorithm based on adaptive polynomial interpolation[J]. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2009, 49:301-303.
- [7] 洪小伟, 石守东, 康丹. 基于小波的光照补偿及其在人脸识别中的应用[J]. 宁波大学学报: 理工版, 2009, 22(1):66-69.
- [8] 徐洪峰, 孙为平, 丁玉琴, 等. 一种改进的三维递归搜索视频去隔行算法[J]. 计算机应用, 2007, 27(5):127-129.
- [9] 纪中伟, 许林峰, 朱维乐. 基于预测性菱形搜索法的快速去隔行技术[J]. 系统工程与电子技术, 2002(11):113-117.
- [10] 罗宁, 方向忠, 张文军. 便于硬件实现的去隔行算法研究[J]. 电视技术, 2004, 48(10):8-10.
- [11] 铁艳, 余宁梅. 一种运动自适应去隔行算法及硬件实现[J]. 电子器件, 2007, 30(3):280-282.
- [12] 刘陟, 吕炳朝, 康波. 一个基于运动自适应去隔行算法的视频系统[J]. 现代电子技术, 2005, 37(16):97-99.

## A New Motion Adaptive De-interlacing Algorithm

ZHENG Shu-hong<sup>1</sup>, YANG Ren-er<sup>2</sup>, LI Jin-xiang<sup>2</sup>, FANG Gang<sup>2</sup>

( 1.Department of Information Technology and Application, Zhengjiang Yuying Vocational Technical College, Hangzhou 310018, China; 2.Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China )

**Abstract:** In this paper, a new motion-adaptive de-interlacing algorithm based on edge-dependent interpolation is proposed. The proposed algorithm makes full use of the correlation between temporal and spatial information, adopts the new adjacent motion detection method to identify the motion and static parts in video sequence. The missing pixels in motion part are interpolated by running the edge-dependent algorithm while those in the static part are interpolated by running the median filtering algorithm instead of improving the video resolution. The algorithm simulation results show that the improvement can be found in both subject visual effect and image Peak Signal Noise Ration (PSNR).

**Key words:** de-interlacing; motion adaptive; edge-dependent detection; median filtering

**CLC number:** TP391

**Document code:** A

( 责任编辑 章践立 )