

一种基于运动估计的隔行/逐行转换算法

秦波* 吴援明 杨健君 林祖伦 程木海

(电子科技大学光电信息学院 成都 610054)

【摘要】针对从隔行扫描的电视场图像获得高质量的逐行扫描帧图像,提出了一种从隔行扫描到逐行扫描的转换算法。该算法通过在隔行/逐行转换中引入运动估计技术,找出相邻两场图像间的运动矢量,然后在场间行内插值时进行图像调整来消除由于图像错位引起的运动模糊,生成具有高垂直分辨率的逐行图像。算法中针对这一特定应用场合,设计了一种运动估计方法。

关键词 运动估计; 运动模糊; 运动矢量; 内插; 中心偏移特性

中图分类号 TN941.3

An Interlace/Progressive Transforming Algorithm Based on Motion Estimation

Qin Bo Wu Yuanmin Yang Jianjun Lin Zulun Cheng Muhai

(College of Opto-electronic Information, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract An interlace/progressive transforming algorithm which is to get high quality progressive frame picture from interlace field picture is proposed. In this algorithm, motion estimation technology is used to find out the motion vector between the two neighboring field pictures. Then in the process of line interpolation, the motion vector is used to adjust the first field picture's location. The motion blur, which is caused by image slip, can be eliminated. The progressive picture that is produced by the algorithm possesses high vertical resolution. In the algorithm, we design a special motion estimation approach to fit in with this application.

Key words motion estimation; motion blur; motion vector; interpolation; center-biased

目前,电视正从模拟向数字过渡,将普通电视图像转换成类似HDTV图像质量的技术正受到越来越多的重视和应用。隔行/逐行转换是其中的一项必不可少的关键技术,它是将隔行扫描的场图像转换成逐行扫描的帧图像以提高垂直分辨率。本文针对现有转换算法存在的缺点,提出一种引入运动估计技术将相邻奇偶两场隔行图像转换成一帧消除了运动模糊的逐行图像算法。

1 现有隔行/逐行转换算法分析

1.1 场内行内插

用同一场的相邻行通过与内插系数的运算得到内插行的图像数据。参加一次内插运算的相邻行可以是2行或更多行,内插系数的选取对处理效果有一定影响。算法有场内行重复插值法、线性插值法^[1]、带数字滤波器的场内行插值法^[1,2],这三种方法所得图像质量依次提高。场内行内插对运动图像不会产生运动模糊,但由于场内行内插算法一定程度抑制了图像中的高频成分,会造成图

2001年11月10日收稿

* 男 28岁 硕士

像细节不清晰、边缘模糊不锐利，所得逐行图像的垂直解析度不高。

1.2 场间行内插

使用相邻两场中的两行数据经过运算得到内插行数据，分为场间直接内插和场间线性内插^[1]。它们对静止图像效果较好，垂直清晰度的劣化程度可降低一半。但是，运动图像由于时刻上的差别，运动物体在相邻两场图像中处于不同位置，当相邻奇场和偶场的像素行交替排列生成一帧图像时，运动图像的奇行和偶行会发生错位而产生运动模糊现象，使图像细节和边缘模糊化。

1.3 自适应场内和场间行内插^[1]

在相邻两场间进行运动检测，根据图像帧差信号(如亮度 Y 信号的差别)的大小确定是静止图像还是运动图像。对静止图像采用场间行内插，对运动图像采用场内行内插，目的是避免对运动图像采用场间行内插引起运动模糊，原因是其运动检测精度直接影响图像质量。

1.4 粗略的运动估计场间插值算法^[3]

如飞利浦MK9模块只是在水平方向进行粗略运动估计，调整运动图像的水平位置。它只能消除水平方向的运动模糊，而实验表明图像细节部分在竖直方向少量运动就会引起细节模糊不清。

以上算法的分析可以得出：场间行内插比场内行内插有更高的垂直解析度，如果能消除场间行内插的运动模糊现象，将得到比以上算法更好的图像质量。本文算法就是基于这一思路。

2 消除了运动模糊的隔行/逐行转换算法

2.1 算法概述

如图1所示的处理框图，在当前输入的第 i 和第 $i+1$ 场图像之间进行运动估值计算，求出像素块在两场之间的运动矢量。然后利用估计出的运动矢量调整第 i 场图像中像素块的位置，再与第 $i+1$ 场合成逐行图像，达到消除运动模糊的目的。

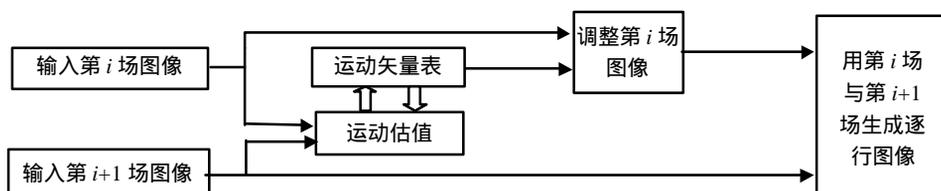


图1 处理框图

对视频图像序列进行统计的结果表明：运动图像的运动矢量具有中心偏移特性^[4]，即运动矢量集中分布在搜索窗口内以某一点为中心的一较小范围内。运动矢量的这种中心偏移特性可以通过图2中两个图像序列的运动矢量统计结果看出，其中 x - y 坐标为运动矢量， z 坐标代表某一运动矢量出现的概率。

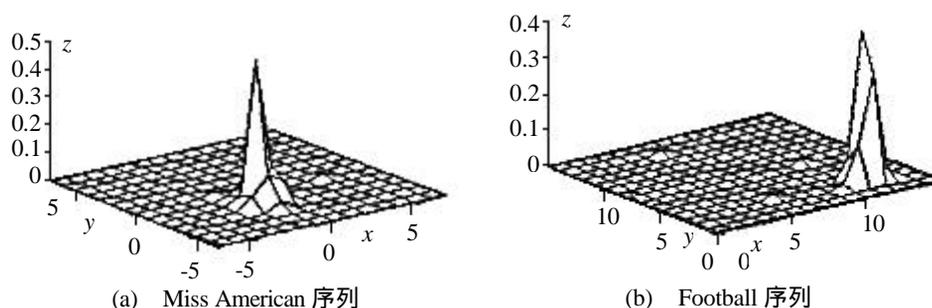


图2 运动矢量分布图

电视图像的场频较高，图像在场间的运动较小，因此可利用上一场已估计出的运动矢量在偏移

中心附近进行小范围搜索就能找出新的运动矢量,从而减少匹配次数,降低运动估计的运算复杂度。

一般的搜索方法如三步法、四步法^[5]无法利用上一场的运动矢量,只能采用菱形搜索方法^[5,6]、十字搜索方法(CS)或X形搜索方法。本文算法采用菱形搜索方法,按照菱形的形式逐层向外扩张搜索。采用菱形搜索方法是因为匹配点可能位于偏移中心的附近,搜索的次数会较少。

算法中误差匹配准则选用最小绝对差准则(MAD)^[5]

$$MAD_{(k,l)}(x,y) = \frac{1}{N \times N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} |F_1(k+i,l+j) - F_2(k+x+i,l+y+j)| \quad (1)$$

式中,用两图像块像素值之差的绝对值取平均值。

算法流程图如图3所示。为了减少在硬件实现中存储器的使用量,算法采用逆向运动估计,即:第*i*+1场中的像素块在第*i*场中搜索匹配的像素块。最初开始处理前将运动矢量表初始化为0。将输入的相邻第*i*和第*i*+1(*i* = 0)奇偶两场电视图像按行数统一编址,奇场为第1、3、5...行,偶场为第0、2、4...行。将第*i*+1场图像分成16×16的像素块,

按从左到右、从上到下的顺序,逐块利用运动矢量表中保存的上一次第*i*-1和第*i*场之间运动估值已求得的运动矢量(dx_{*i*},dy_{*i*}),来猜测第*i*+1场的16×16像素块在第*i*场中最可能匹配的位置——称为初始命中点,在第*i*场中的这一点周围进行搜索,得到新的运动矢量。

此时得到的运动矢量所指示的位置是进行块匹配时奇偶两场图像重合的位置,因此要对运动矢量进行垂直方向的调整——将第*i*场中图像块的垂直方向运动矢量加1或减1,才能与第*i*+1场合成逐行图像。

最后,利用第*i*场中每一16×16图像块的运动矢量调整该块的位置,与第*i*+1场图像对齐后进行场间直接行内插,生成消除了运动模糊的逐行图像。其中当第*i*场中两个相邻块的运动矢量不一致而存在相互远离的运动时,图像调整后两块之间会留下空白。对此可用第*i*+1场图像作为底图,让第*i*场的图像块在底图之上进行位置调整来解决。

2.2 算法步骤

- (1) 运动矢量表初始化为零;
- (2) 输入第*i*场和*i*+1场图像;
- (3) 将第*i*+1场分成16×16的像素块;
- (4) 读入当前进行搜索的块(*x*,*y*)的运动矢量(dx_{*i*},dy_{*i*})并调整dy_{*i*}=dy_{*i*}+1,以便奇行和偶行之间进行搜索匹配;

(5) 第*i*+1场块(*x*,*y*)与*i*场初始命中点的块(*x*+dx_{*i*},*y*+dy_{*i*}+1)进行匹配,求得MAD值与门限*E*比较,若MAD<*E*,则求得运动矢量dx=dx_{*i*},dy=dy_{*i*}+1,转(8);

(6) 在第*i*场中以(*x*+dx_{*i*},*y*+dy_{*i*}+1)为中心,按菱形搜索算法在其周围逐层进行扩散搜索,与*i*+1场

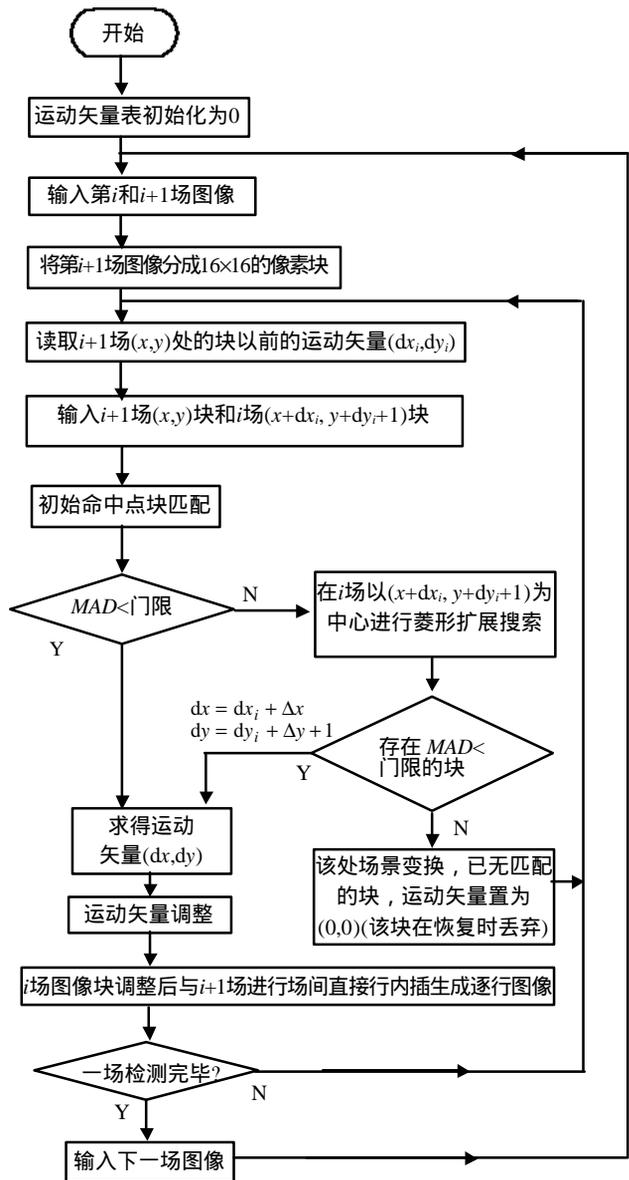


图3 算法流程图

中块 (x,y) 比较求得 MAD ;

(7) 若在搜索完整个搜索范围前,找到 $MAD < E$ 的与初始命中点偏离 $(\Delta x, \Delta y)$ 的块,则得 $dx = dx_i + \Delta x, dy = dy_i + \Delta y + 1$;否则认为已发生场景变换,将该块丢弃,令 $dx = 0, dy = 0$,读入下一块,转(4);

(8) 在第 i 场中 $(x+dx, y+dy)$ 处,取上下相邻两个像素的亮度平均值 $Y_{m,j+1} = (Y_{m,j} + Y_{m,j+2})/2$ 作为两个位于空行的 16×16 像素块 $(x+dx, y+dy-1)$ 与 $(x+dx, y+dy+1)$ 的亮度值,分别与第 $i+1$ 场中的 (x,y) 块匹配,求得 MAD_1, MAD_2 ;

(9) 若 $MAD_1 < MAD_2$,则调整运动矢量 $dy = dy - 1$,否则 $dy = dy + 1$;

(10) 将第 i 场块 $(x+dx, y+dy)$ 调整位置到 (x,y) ,再在场间直接行内插到第 $i+1$ 场中生成逐行图像并输出;

(11) 如果未处理完毕一场,转(4)处理下一块;

(12) 一场处理完毕,接收下一场图像,转(2)。

3 实验结果

我们在计算机上对本算法的处理效果进行了仿真,输入信号为运动员掷铁饼动作的相邻奇偶两场隔行视频图像,如图4所示。图4a是没有使用运动估计技术,直接场间行内插得到的逐行图像。可以看出在发生了转动的脸部和运动边沿产生了运动模糊,整幅图像的清晰度不高。图4(b)是使用本文的算法得到的逐行图像。从结果看出,已达到消除运动模糊的目的,原来模糊的脸部细节和运动边缘等富含高频成分的图像变得清晰,图像的质量大大提高。



(a) 场间直接行内插逐行图像

(b) 本算法所得逐行扫描图像

图4 仿真结果

算法中也存在值得注意的地方:1) 对静止图像,在两个单纯颜色的图形块倾斜交界处,处理后会使得锯齿现象稍微加深。2) 匹配门限的选择有困难。因为运动估计是在图像信息都不完整的奇场与偶场之间进行,即使正确匹配,不同地方的最小 MAD 值会相差较大,在块匹配时容易产生错误的结果。3) 利用以前的运动矢量,运动估计的运算量会发生波动。在场景变换和运动变化大时,运算量会增大。4) 匹配块的大小不易确定。块太大时检测不出细部的运动,块太小易产生误匹配。由于这些原因,在仿真图像的极少部分存在瑕疵。可以使用自适应门限或多门限,先用 16×16 的块进行粗匹配,再对其中的4个 8×8 小块在附近细匹配的方法提高处理效果。

4 结论

本文提出的电视场图像隔行/逐行转换算法,引入视频压缩中的运动估计技术进行场间行内插值,得到消除了运动模糊的逐行图像。与以前转换算法相比,所得运动图像有更高的垂直解析度和

清晰度,对静止图像和运动图像都能得到好的效果。本算法可广泛用于对电视图像质量要求较高的场合,如电视墙和逐行扫描的新型电视机。

参 考 文 献

- 1 张方,沈思宽,刘纯亮. 数字电视中信号内插方法的分析. 电视技术, 2001, (2): 16-18
- 2 王群生,黄义涌,罗惠明. 一种基于隔行直接内插的运动补偿内插算法. 电子学报, 1998, 26(1): 6-10
- 3 黄胜忠. 长虹DT2000系列彩电倍频原理简介. 电子世界, 2000, (4): 20-22
- 4 Li R, Zeng B, Liou M L A new three-step search algorithm for fast black motion estimation. IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 1994, 4(8): 438-442
- 5 Frederic D, Fabrice M. Motion estimation techniques for digital TV: a review and a new contribution. Proceedings of the IEEE, 1995, 83(6): 858-876
- 6 洪波,庄健敏,余松煜. 快速菱形搜索运动估计方法. 电视技术, 2000, (7): 3-4

· 科研成果介绍 ·

异种计算机系统互操作技术

主研人员:刘锦德 唐雪飞 秦志光 刘崇威 徐波 骆志刚 苏森 郭乐森 胡健 曹晓阳 刘贵辉 胡磊

异种计算机系统互操作技术具有自主开发的中间件MOSE wave 2.0,具有合作对象透明性和底层设备透明性功能,能够实现Solaris与Windows NT之间的透明操作。

该技术开发的应用开发环境包含有界面描述语言IDL语言的编辑器和编译器TOPC,以及合作处理语言DPL的编辑器和编译器COPC。其环境集中了用户在MOSE wave环境中开发应用软件所必需的工具,使用户能够简便而高效地进行分布式应用的开发;该技术开发的安全管理器,使用户进入MOSE wave环境必须采用身份认证和访问控制进行安全控制,其互操作半桥,能使MOSE wave中间悠扬与CORBA中间件实现协同工作。

MOSE wave在体制结构上遵循国际标准ISO/OSI 10746,在性能上具有较好的透明性、安全性、使用方便性,其主要性能达到国外90年代中期同类中间件的先进水平。

电子聚合物自组装超薄膜二氧化氮气体传感器

主研人员:蒋亚东 吴志明 陈向东 王涛 李丹 谢光忠 黄春华 谢丹

电子聚合物自组装超薄膜NO₂气体传感器的研制从电子聚合物气敏材料的选择与设计入手,利用新创掺杂诱导沉积法自组装工艺技术,结合传感器功能结构设计,生产出了掺杂态聚苯胺基片式超薄复合膜电阻型NO₂气体传感器,具有灵敏度高、响应快、选择性好及无需加热常温工作等显著特点。

· 科 卞 ·