

# 一种基于形态变换的小波分解运动补偿编码新算法

许洁斌 韦岗

布礼文

(广州华南理工大学电子与通信系, 广州 510641) (香港城市大学工程系)

**摘要** 基于图象小波变换系数的多分辨率运动估值/补偿算法在信噪比、压缩率和视觉质量方面都比传统的“时域运动补偿+DCT”算法好,特别是对图象多分辨率和传输多码率的支持非常适合现今通信网的要求。但是算法中巨大的运动估值运算量制约了它的实际应用。使用潜在运动区进行运动估值是减少运算时间的可行方法之一。我们根据图象序列的运动内容在小波变换域呈现的方向性和局部性的特点,提出了一种基于形态变换的小波分解运动补偿新算法。该算法利用形态变换运算提取潜在运动区,使运动估值只集中在运动发生的区域进行,在保持一定的补偿误差时大大降低了运动估值时间,实验结果证明了新算法的有效性。

**关键词** 运动图象编码,多分辨率运动估值/补偿,小波变换,数学形态学

## 1 引言

在运动图象压缩编码系统中,运动估值/补偿算法的研究过去一直在时间-空间域进行,即“时域运动补偿+DCT”。最近,分形变换、小波变换等领域进行的运动补偿研究取得了很多有意义的成果。例如基于图象小波变换系数的多分辨率运动估值/补偿算法(MRMC)。这种算法在子带内的运动补偿使用分块匹配算法(BMA),每个运动分块的大小随着小波分解的塔形级数而变化,在较高的图象分辨子带,使用较大的分块。实验结果显示这种多分辨率的运动补偿适应人的视觉特性,把表达运动向量和补偿误差的有限码位最有效地用于相应的图象内容及图象细节上,效果很好。

众所周知,在现行的运动图象编码国际标准中<sup>[1~3]</sup>,最常用的BMA算法是全搜索法(FS)。匹配步骤简单、易于硬件实现、性能良好是它的最大优点,但运算量巨大阻碍了它的有效应用。虽然陆续提出了很多改进其搜索模式的次优算法<sup>[4~9]</sup>,但是,FS仍然占有重要地位。特别是在噪声环境和变换域进行运动估值,由于存在大量的局部极值点,其它搜索模式算法的性能比FS要差很多。所以在小波变换域进行的

多分辨率运动补偿中,用从粗到细的方法在各子带实现运动检测,但所用的搜索模式仍为FS。为了降低FS的运算量,文献[10]提出了MRMC改进搜索算法,利用较低分辨率空间的运动向量代替或预测对应的较高分辨率空间的运动向量,从而减少了搜索量。

实验数据显示,相对于传统的空间运动补偿算法,MRMC的信噪比和压缩率都有很大优势,但运动估值在每个子带都做全搜索,导致运算量依然是一个瓶颈。如果能使运动估值过程也聚焦在图象发生运动的地方,即对运动过程进行分类,在每个子带从粗到细进行有需要的局部范围内全搜索,则能把有限的运算时间分配到搜索补偿最有效的运动内容上。文献[11]为此提出了EMRMC算法,它在低频子带提取潜在运动区,并把这些区域扩散到高频子带,然后在潜在运动区进行运动估值。这种算法简单,在图象运动缓慢和尺寸较小的可视电话图象上较为成功。但是当运动较复杂,细节较多时,小波变换域的高频运动变化区与低频区有很大差异,用扩散方法得到高频部分的潜在运动区并不合理,而且常常导致其后大量的无效运动估值运算。据此,我们提出了一种基于形态变换的小波分解运动补偿新算法,首先对运动图象序列进行小波分解,利用数学形态运算对变换系数进行

• 国家自然科学基金(No. 69602002)、国家教委博士点基金(No. 9256106)、广东省自然科学基金资助项目(No. 960227)

收稿日期:1997-10-29;收到修改稿日期:1997-12-15

分割,分级提取图象中的潜在运动区,然后在这些区域进行选择性的分级运动估值/补偿。运动发生的局部性和连贯性,以及小波变换的方向选择性使得潜在运动区在高频子带通常只占整个图象的很小部分,所以新算法在保持图象质量(以运动补偿误差 MSE 衡量)的同时有效降低了运算量。

## 2 基于小波分解的多分辨率运动补偿算法

离散小波变换(DWT)具有描述非平稳图象信号的本领和适应人的视觉系统特性的良好性质,因而成为图象编码领域的研究热点。小波变换的最大特点是能够多分辨(multiresolution)地描述图象信号,并将图象信号分解成一组多尺度(multiscale)的子带图象,分解后的各子带图象相对平稳,易于编码。编码方法和参数的设定易于适应各子带小波系数的统计特性,使得对每个较平稳部分的编码比对整个非平稳信号的编码更有效,所以在小波变换域比在空间域进行运动补偿能得到更好的效果,这在文献[10]得到证实。

在小波变换域的多分辨率运动估值/补偿(multiresolution motion estimation/motion compensation,MRME/MC)算法中,一帧运动图象分解为 3 层共 10 个小波子带,其中在较高分辨率的两层各有 3 个子带,在最低分辨率的一层有 4 个子带。如图 1 所示, $S_8$  代表最低的频带,拥有原始图象的大部分信息能量,而大小只有原图的 1/64。

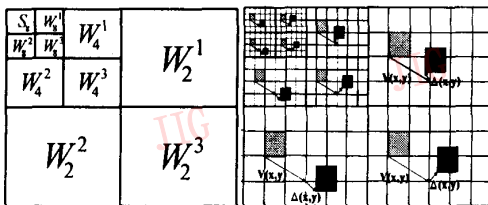


图 1 小波分解塔型结构 图 2 多分辨率运动补偿

算法首先计算小波变换域塔型分解位于最低分辨率子带(塔尖)的运动向量,然后利用这个运动信息来寻找对应较高分辨率子带的运动向量。由于在不同子带对应位置的运动向量描述的是同一空间物体的运动信息,所以它们之间具有很高的相关性,因此 MRMC 算法具有能在高分辨率子带进行快速运动估值的优点,而且 MRMC 支持多分辨率特性有利于进

一步减少运算量。文献[10]提出的随着各子带描述空间的分辨率不同而采用大小可变的运动分块算法,有效地降低了运动搜索和匹配时间,得到的运动向量域也较平滑,能较连贯地描述物体的连续运动。基本搜索程序如图 2 所示及文献[10]。

图 3 给出了一个典型的编码系统。

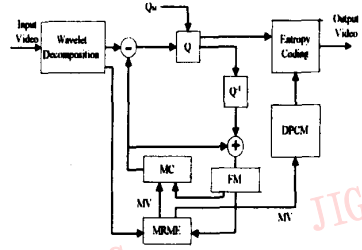


图 3 编码器的结构框图

首先对原始图象序列进行小波分解,即得  $\{S_m, W_m^k(x); m=1, \dots, M; k=1, 2, 3\}$ , 然后在各小波子带进行运动补偿和运动向量的压缩编码,而补偿误差系数则被量化和由熵编码传出去。对不同的分块类别和子带分解情况,有下表的 4 种多分辨率运动补偿。

C-I	只对 $S_8$ 进行运动估值
C-II	对 $S_8$ 和 $\{W_8^i(x), i=1, 2, 3\}$ 进行运动估值
C-III	对 $S_8$ 进行运动估值+各子带寻优
C-IV	对 $S_8$ 和 $\{W_8^i(x), i=1, 2, 3\}$ 进行运动估值+各子带寻优

从图 4 的模式看,对空间运动的某一点,  $\{W_8^i, i=1, 2, 3\}$ ,  $\{W_4^i, i=1, 2, 3\}$  和  $\{W_2^i, i=1, 2, 3\}$  所描述的是同一运动在不同频率尺度的情况,所以它们之间以及与  $S_8$  之间具有很高的相关性。算法 C-III 和 C-IV 就是利用了这种相关性。

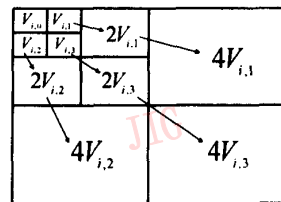


图 4 多分辨率运动估值算法

## 3 数学形态变换在图象分割中的应用

大多数的数学形态运算是由 2 个基本变换:腐蚀(erosion)  $\epsilon_n$  和膨胀(dilation)  $\delta_n$  所构成,主要的形态

滤波器有形态开(open):  $\gamma_n = \delta_n \epsilon_n$  和形态闭(close):  $\varphi_n = \epsilon_n \delta_n$ 。本文将用到的 Watershed 算法(图 5)起源于图形拓扑分析。

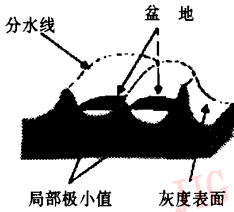


图 5 Watershed 算法

在图象处理中,将图象灰度值看作地形图高度值,分水线将空间分成一个个盆地,每个盆地含有一个局部极小值,从而实现图象分割。本文采用分级队列模型实现 Watershed 算法,请参考文献[12,13]。

### 4 基于形态变换的小波分解运动补偿编码新算法

图 6 给出了 Tennis 序列的第 1 帧和第 2 帧原图,图 7 是第 2 帧与第 1 帧的差异图和对应的 3 层小波分解系数的差异图象。

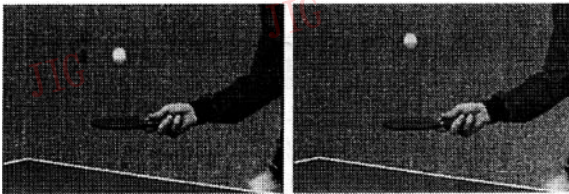


图 6



图 7

图中发生运动的区域集中在小波的低频部分,高频部分的有序运动不多。由于这时的运动主要在垂直方向进行,所以小波分解的方向选择性使  $W_2^3$  处较密,同时在  $W_1^3$  和  $W_3^3$  处较疏。为降低运动估值的运算量,文献[11]利用潜在运动区域(PotentialMotionAreas, PMA)来引导 MRMC 在小波分解各子带的运算。

由于运动的连续性,图象序列前后两帧在大部分区域都十分相似,所以潜在运动区域 PMA 常常是稀疏和细小的。而小波分解的空间方向选择性,使沿某方向的运动较显著地反映在一个或两个高频子带上。这时 PMA 区在其它子带会更小。另一方面,运动的连贯性使运动集中在发生区域附近的范围,因此运动向量的搜索可以在这个局部高效地进行。

用屏蔽图象  $M_i^j$  ( $i=1,2,3; j=2,4,8$ ) 表达 PMA 区域,并且对应各分解子带。当  $(x, y) \in PMA$ , 令  $M_i^j(x, y) = 1$ , 否则为 0。  $M_0$  对应  $S_0$ 。通过确定屏蔽图象,我们可以筛选出最后的运动补偿区, 然后进行 MRMC。图 8 是文献[11]的 EMRMC 算法流程图。先在作运动屏蔽区提取,根据与小波系数零树算法<sup>[14]</sup>相似的论据对各高频子带进行扩散,从而节省了很大部分图象屏蔽区的提取时间,这是它的最大优点。扩散方法见图 9,扩散结果见图 10。

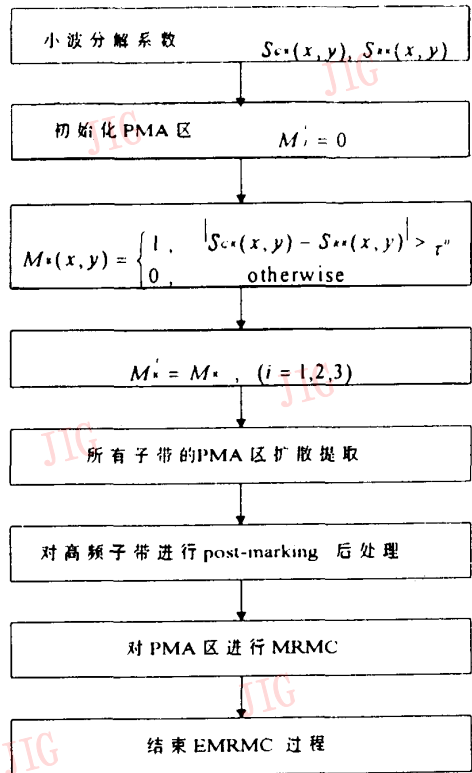


图 8

虽然这种从低频到高频的扩散屏蔽在节约运算时间上很有效,但它的性能非常依赖  $M_0$  的结果。当物体形状较小时,  $M_0$  的分辨率小,不能标记这些运动。因而在随后的扩散过程里也不能标记这些运动。另外,为避免运动区域对噪声的敏感,以及修正扩散

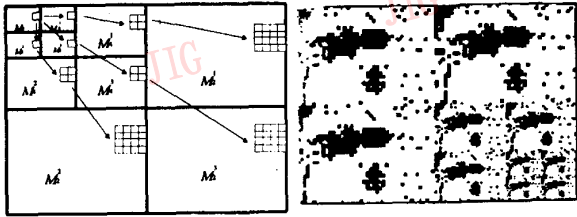


图 9

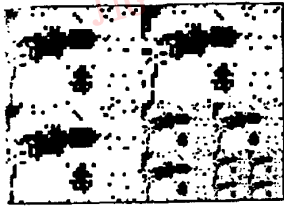


图 10

带来的误差,它对小波分解的 1,2 层(高频子带)作出了一些改进(称为 post-marking 后处理),如:

(1) 为减少噪声干扰,图象小波分解系数绝对值小于某个预定值(例如 5)的点,可令它为 0。

(2) 对  $M_j^i(i=1,2,3;j=2,4)$  中  $M_j^i(x,y)=0$  的点,当前后 2 帧对应  $M_j^i(x,y)$  处的绝对误差超过某一阈值  $\tau_1$  时(通常取  $\tau_1 \geq \tau_0$ ),则修改  $M_j^i(x,y)=1$ ,并继续扩散。

(3) 定义“孤立点”:它的 8 个相邻点的  $M_j^i$  值为 1 的数目小于  $n_l$  的点。其中  $n_l$  随小波分解层的不同而变化,如  $l=3$  时  $n_l=1,l=2$  时  $n_l=3,l=1$  时  $n_l=5$  等,目的是阻止误差扩散。

(4) 当  $\sum_{(x,y) \in M_j^i} M_j^i(x,y)$  ( $i=1,2,3;j=2,4$ ) 小于某预定值(例如该区总数的 95%)时,表示帧间的运动变化很小,可跳过该区的运动估值环节。

扩散屏蔽算法 EMRMC 能使 MRMC 的运动估值运算时间降低,但我们的研究表明:

(1) 在提取子带  $S_8$  对应的 PMA 区域  $M_8$  时,检测运动差异的判别方法是基于小波系数的绝对误差。这种处理减少了生成 PMA 区的运算时间,但很容易受噪声的影响。更主要的是小波变换系数的差异大小,并不与空间域图象灰度的变化大小成正比。小波变换域上一点的误差可以导致空间域上较大范围的像素点产生误差。所以应该使用平方误差(能量的变化)作判别。

(2) 从图 7 可看到,运动引起的小波分解系数变化在各子带的分布不相同。低频的变化较大,高频的较小,这是各频带对运动内容的不同描述结果。所以扩散屏蔽算法 EMRMC 由低频部分预测高频部分并不合理,而且高频区的错误运动预测会导致无效运动估值运算。

(3) 低频带描述的运动较粗,如果以该区作相应高频子带的潜在运动区(见图 9)进行运动估值,则这种不精确预测也会导致无效的运动估值运算。

(4) 扩散屏蔽算法非常依赖  $S_8$ 。低频区的提取结果,当该子带的某些部分出现判别错误时,将引起错误向各级高频子带扩散,而且错误区域随分辨率的升高而扩大。

根据以上的实验分析,本文提出了基于形态变换的小波分解运动补偿编码新算法(称为 MMRMC 算法),主要在两方面作改进:

(1) 使用平方误差作 PMA 区判别,虽然计算平方误差的时间比绝对误差多,但所产生的 PMA 区更准确反映运动状况,且不易受噪声影响,节约运动估值运算时间更多。

(2) 利用形态变换的一系列运算,对全部子带的运动发生区域进行有效的简化、去噪声、分割、合并和提取。得到的 PMA 各子带都能反映运动的不同频率变化,且不会互相产生错误扩散,效果较好。

图 11 为新算法 MMRMC 的处理流程图,

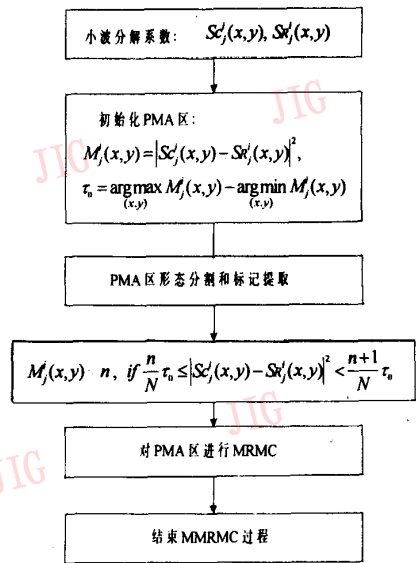


图 11 MMRMC 处理流程图

算法的 PMA 区形态分割和标记提取过程如下:

(1) 简化过程

这个过程控制哪些运动差异在标记处理和判别处理之前将被舍弃,对于最终的区域分割和提取有重大影响。简化结果是与原图对应的由灰度平坦的区域与尖锐的边沿线所构成的图象。简化标准由 2 个参数描述:边沿位置误差度和平坦度。根据简化标准,我们可以用“边沿位置误差度/平坦度”的平面曲线来衡量所需的简化滤波器,本文采用形态开闭部分重建

(Open-close by partial rec.) OCPR 的交替顺序滤波器提取 PMA 区(详见文献[15]的论证和实验)。

### (2) 标记的分割、合并提取

标记的分割、合并提取过程的输出信号是一个“标记集”,其元素以灰度值的方式分辨出 3 维空间(时间+图象平面)物体活动区域位置。活动较一致的区域被标记作相同的灰度值,不确定区域或不平坦区域标记为 0。

对活动平坦区域的标记提取,我们以 Watershed 算法为基础使用 1 个队列结构来处理,通过标记具有相同灰度值而且互相连接的空间部分,就能得到平坦区域。而对比区域的标记提取,定义对比区提取的判别准则为:  $|Id - \text{Min}\{\gamma_n, \varphi_n, \text{Max}\{\varphi_n, \gamma_n, Id\}\}|$ , 其中  $\text{Min}\{\gamma_n, \varphi_n, \text{Max}\{\varphi_n, \gamma_n, Id\}\}$  为它的形态中心,  $Id$  为考察区域。上式说明通过计算区域与它的形态中心的差别,就可得到对比区,运算  $(\varphi_n, \gamma_n)$  与  $(\gamma_n, \varphi_n)$  滤除噪声的影响,使平坦区处于一个类似信封的集合里,从而得到较好的对比区(边沿)。

### (3) 应用 Watershed 算法判别提取

Watershed 基本算法与前面标记提取的相似,这时盆地的优先级用属于某区域的确定程度来描述,称之为距离确定度:  $D = |f(x, y) - \text{Mean}(f(x, y))|$ , 判别过程分 2 步进行:(1)初始化:在标记图中把各平坦区域内象素的位置放入分级队列。这些象素具有最高优先值,因为它们已明确属于某些区域。(2)浸入过程:从队列中取出象素位置值进行区域增长,并对每一级的区域分割进行限制检测,以确定取出的象素点与该区域是否相容(即它们是否属同一灰度级)。如果取出的象素不属目前任何区域,则从队列结构可知,它在队列中至少还有一个邻点与它同属某个新区域,于是就可开始进行新的区域增长。每次有新的象素点加入,区域的灰度平均值都被更新,以使新的距离确定度计算得更准确。迭代到最后所有的分割区域被判别出来,这实际上是一个聚类过程。有关区域灰度值的改变对邻点重新判别的影响可参见文献[15]。

利用形态提取得到的 PMA 区图是一幅按运动平方误差(能量误差)的不同而类似地形高度图的分级区域图。在高度最大(灰度最大)的山顶一级是运动最激烈的区域,高度越低,运动越小,但所占范围越大。所以,在随后的处理中我们可以给各子带分配不同的描述运动变化大小的级数  $n$ , 即  $M_j(x, y) = n$ , if  $\frac{n}{N} \tau_0 \leq |Sc_j^i(x, y) - SR_j^i(x, y)|^2 < \frac{n+1}{N} \tau_0$ 。并在对 PMA 区进行 MRMC 处理时有选择地进行。当编码

系统运算能力强时,可以选择范围较大的 PMA 区(高度较小,  $n$  较小)进行运动估值;当运算力弱时,只选运动最大的一级进行,这时就是二值 PMA 屏蔽区。图 12 是 EMRMC 与 MMRMC 在提取二值 PMA 区的比较。从实验结果可见,本文算法的 PMA 区较准确地反映了运动差异,使运动估值过程集中在相应的地方进行,大大降低了运算时间。

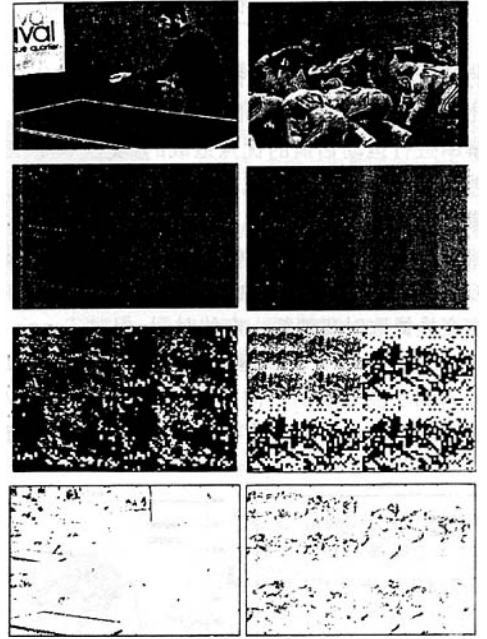


图 12

我们在计算机上对算法进行了实验比较,采用 Sun.ultra-1(128MRAM, 143MHz)工作站,图象序列是运动较大的 Tennis 和 Football(大小  $360 \times 240$ ), 及运动较小的可视电话图象 Carphone 和 Missa(大小  $176 \times 144$ )。所有序列使用前 80 帧,量化为 8bit 灰度。空间域的分块运动估值使用全搜索 FS,用 MSE 及 MAD 作匹配准则。MRMC、EMRMC 和 MMRMC 使用算法 C-IV,用 MSE 作匹配准则,EMRMC 的  $\tau_0 = 5$ , MMRMC 的可自动生成(见图 11),  $n$  取 1(运动最大一级),  $N = 200$ , 其它条件同文献[11], 实验结果见下页表 1。

由数据显示,空间域的分块运动补偿误差比小波域的运动补偿误差小,但是文献[10]的研究表明经过对补偿误差编码后,在相同的码率下,小波域 MRMC 得到的图象 PSNR 比“空间域运动补偿+DCT 算法”的要好,这是因为小波分解系数刻画图象细节比 DCT 变换系数好,使得用较少的码位可以表达出更

表1 几种算法的运算时间和补偿误差比较

算法	Tennis		Football		Carphone		Missa	
	MSE	t	MSE	t	MSE	t	MSE	t
空间域全搜索(FS),MSE 准则	128.13	825.86	151.46	826.45	20.85	265.57	4.67	265.42
空间域全搜索(FS),MAD 准则	132.12	425.52	156.98	424.78	21.68	144.70	4.73	145.79
MRMC(C-IV),MSE 准则	204.21	279.62	210.99	277.31	39.94	76.68	7.34	77.27
EMRMC(C-IV),MSE 准则	251.02	117.67	231.21	107.25	44.50	24.05	8.30	8.00
MMRMC(C-IV),MSE 准则	236.68	85.42	228.82	99.45	41.34	37.28	7.54	27.26

好的图象细节。从表中数据还可看出空间域的全搜索比小波域的 MRMC 慢很多,这是由于 MRMC 多分辨率进行运动估值的优点造成的,变换域小范围的搜索已经相当于空间域较大范围的搜索,而且高频带的运动估值可由低频带的估值结果预测,大大加快了搜索时间。EMRMC 在运动缓慢和图象较小的 Carphone、Missa 序列处理较快,而 MMRMC 做形态变换提取时要消耗一定的时间。但对 Tennis 和 Football 序列,存在较多运动,图象尺寸大使运动细节分布到小波分解的不同子带。所以有效的 PMA 区提取对运动估值量有重要意义。MMRMC 的结果

在补偿误差 MSE 和运算时间  $t$  上都比 EMRMC 好,证明了新算法的有效性。图 13 是两种算法对“Tennis”和“Football”序列前 80 帧的运算时间和补偿误差比较。从运算时间曲线看,EMRMC 受图象内容的变化影响大,相反 MMRMC 的较平。这说明在一定的补偿误差范围里,MMRMC 的 PMA 区的有效划分使运动估值处理能够用于真正发生运动的地方,跟踪运动较好。另外对噪声的不敏感和不存在误差扩散也使 MMRMC 的补偿误差曲线较 EMRMC 好。

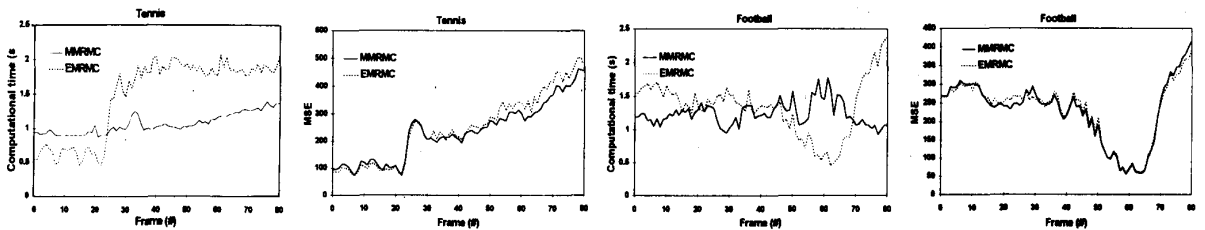


图 13 两种算法对“Tennis”和“Football”序列前 80 帧的运算时间和补偿均方误差的比较

## 5 结论

本文提出了一种基于形态变换的小波分解运动补偿新算法,首先对运动图象序列进行小波分解,利用数学形态运算对变换系数进行分割,分级提取图象中的潜在运动区域,然后在这些区域进行选择性的分级运动估值/补偿。运动发生的局部性和连贯性,以及小波变换的方向选择性使得潜在运动区在高频子带通常只占整个图象的很小部分,所以新算法在保持图象质量(以运动补偿误差 MSE 衡量)的同时有效降低了运算量。使用形态运算和运动能量差异作判别较好地避免变换域噪声的影响。所有子带的 PMA 区提取排除了误差扩散。实验证明了新算法的有效性。

## 参考文献

- 1 CCITT SGXV. Description of reference model8(RM8). Document 525, Working Party XV/4. Specialists Group on Coding for Visual Telephony, 1989.
- 2 ISO/IEC 11172-2(MPEG-1 Video). Information Technology-Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbit/s; Video, 1993.
- 3 ISO/IEC 13818-2|ITU-TH. 262(MPEG-2Video). Information Technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information; Video, 1995.
- 4 Koga T, Iinuma K, Hirano A, et al. Motion compensated inter-frame coding for videoconferencing. In Proc. NTC81, New Orleans, LA, Nov. 1981; C9. 6. 1~9. 6. 5.
- 5 Puri A, Hang H M, Schilling D L. An efficient block matching algorithm for motion compensated coding. Intl. Conf. Acoust. ,

- Speech, and Signal Process, Dallas, TX, April. 1987; 1063~1066.
- 6 Jain J R, Jain A K. Displacement measurement and its application in interframe image coding. IEEE Trans. Commun. 1981, COM-29; 1700~1808.
  - 7 李华等. 一种用于运动估值的预测搜索算法. 信号处理, 1996, 12(1): 46~49
  - 8 Li R, Zeng B, Liou M L. A new three-step search algorithm for block motion estimation. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 1996, (13): 313~317.
  - 9 Po L M, Ma W C. A novel four-step search algorithm for fast block motion estimation. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 1996, 6(13): 564~568.
  - 10 Zhang Yaquin, Sohail Zafar. Motion-compensated wavelet transform coding for color video compression. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 1992, 2(3): 285~296.
  - 11 Wei Jie, Li Zenian. An enhancement to MRMC scheme in video compression. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 1997, 7(3): 564~568.
  - 12 Meyer F. Color image segmentation. in Proc. Int. Conf. Image Pcessing (Maastricht, The Netherlands), 1992.
  - 13 Vincent L, Soille P. Watersheds in digital spaces: An efficient algorithm based on immersion simulations. IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell. 1991, 13(6): 583~598.
  - 14 Shapiro, Jerome M. Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients. IEEE Trans. on Signal Processing, 1993, 41(12): 3445~3462.
  - 15 Philippe Salembier, Montse pardas. Hierarchical morphological segmentation for image seuceccoding. IEEE Trans. on Image Processing, 1994, (5): 639~651.

**许洁斌** 1995年华南理工大学无线电与自控所获硕士学位, 现正在华南理工大学电子与通信系攻读博士学位。曾参加包括国家自然科学基金、国家教委博士点基金、广东省自然科学基金等课题的研究, 现正在香港城市大学电子工程系作合作研究。主要研究领域包括信号与图象处理、计算机视觉、图象识别和人工智能、图象通信等。



**韦岗** 1984年清华大学无线电系获学士学位, 1987年、1990年于华南理工大学无线电与自控所分获硕士、博士学位。现为该校电子与通信系教授、博士生导师。主要研究领域包括信号处理、模式识别、非线性系统理论及应用、神经网络等, 已出版学术著作4部, 发表论文40多篇。



**布礼文** 1988年香港城市大学电子工程系获第一荣誉学士学位, 1991香港城市大学电子工程系获该校第一个博士学位。现为该校电子工程系助理教授和城大图象处理实验室主任。在国际核心期刊和会议发表论文数十篇。主要研究领域包括图象处理、矢量量化、运动图象压缩编码等。



## A New Wavelet Decomposition motion Compensation Algorithm Based on Morphological Segmentation

Xu Jiebin Wei Gang

Po L. W

(South China University of Technology, Guangzhou 510641) (City University of HongKong)

**Abstract** Video compression based on the wavelet representation and multiresolution motion compensation (MRMC) has a superior performance in terms of the PSNR as well as the subjective quality. But the intensive computational consuming is the bottleneck. it is a feasible way to make an estimation by using the potential motion area (PMA) to locate the regions where motion has likely occurred before the actual motion. Considering that the final results rely heavily on the accuracy of PMA, a

new PMA predicted a lgorithm based on morphological segmentation is proposed in this paper. The wavelet representation has the advantages of spati alorientation selectivity, localization in both space (or time) and frequency. Moreover the mathematical morphology efficiently deals with geometrical features. The hierarchical morphological segmentation can make a tradeoff between the quality of the MRMC and the computational cost. Experimental results show that the proposed algorithm can reduce processing time significantly. Using the energy decision of displacement frame difference can make the motion detection less sensitive to noise. The morphological segmentation and marking PMA in all the wavelet subimages can avoid the error propagation.

**Keywords** Video coding, Multiresolution Motion Estimation/Motion Compensation (MRME/MC), Wavelet transform, Mathematical morphology

## 新一代图形标准的 PC 工作站

中国 HP 公司在北京宣布将在近期向国内市场进一步推出三款 Kayak PC 工作站的最新产品,分别是采用 Intel 440BX 芯片组、创系统和图形性能新标准的 HP Kayak XA-s、Kayak XU 和 XW PC 工作站。据悉,它们均在采用 HP 革新技术的同时,融入了业界最新技术,并且为所有 HP Kayak PC 工作站用户提供了新一代基于网络的服务和支持。

本次发布的所有机型均采用了 Intel 公司最新的 350MHz 和 400MHz Pentium II 处理器,主板采用支持 100MHz 外部时钟频率的 Intel 440BX AG-Pset 芯片组。这些拥有超级配置的新产品提供了超级的性能、升级和扩展能力,同时保护了用户的投资。

其中,

- HP Kayak XA-s PC 工作站——具有极富诱惑力的价格,可支持双处理器,是适合于专业用户的一款主流机型。系统具有超级图形性能、扩展能力和高级可管理性能;

- HP Kayak XU PC 工作站——提供业界速度最快的系统性能,具有高扩展能力,支持双处理器,适用于软件开发、2-D 设计、财务模型和其他应用需求;

- HP Kayak XW PC 工作站——属于 HP Kayak PC 工作站系列的顶级产品。本次共发布了两款该级别产品,其中一款为顶级系统,采用了 HP VISUALIZE fx4 图形子系统解决方案,另一款中级产品则配置了 AccelGraphics 公司的 AccelE-

CLIPSE II 图形加速卡,两款产品均可为 Windows NT 用户的机械设计自动化(MDA)和数字内容创建(DCC)提供专业级 OpenGL 3-D 图形加速性能。

HP Kayak PC 工作站产品在系统性能、图形性能、应用软件以及性能价格比几方面的不断追求和创新为用户实现了更加高效的应用环境。自从问世以来,该系列产品的技术和性能就始终位居 PC 工作站市场的前沿,我们的新技术获得了越来越多用户的认可。因此在很短的时间内,我们不仅在全球保持了出货量第一的好成绩,在中国也深受专业用户的好评,其销售业绩斐然,1998 年上半年与去年同期相比更保持了 200% 的增长势头。此次推出的三款新品将使 HP 可以进一步满足国内各层次商业与技术用户的需求,密切与众多独立软件开发商的合作,为用户提供更加完整的解决方案,从而与我们众多的代理经销商一起,在国内 PC 工作站市场形成一个强大而完备的出击集团。应该说,HP 今年所取得的辉煌成就,更多的是得益于 HP 在过去一年中在全国范围内建立起的广泛的经销服务网络,1998 年我们将继续在代理政策、代理商支持方面作出不懈的努力,HP 的宗旨始终是今后也同样是与我们的伙伴一起成长!

作为全球领先的基于 Windows NT 的 PC 工作站厂商,HP 公司将继续跟踪并采用业界最新技术,为用户提供适合于商业和技术应用市场的 HP Kayak PC 工作站系列,以适应商业用户对 PC 工作站不断增加的需求。

(汪)