

Journal of Image
and Graphics

中国图象图形学报



ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

2012 **2**
Vol.17 No.

中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会主办
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2012年2月 第17卷 第2期(总第190期)

目 次

综述

内容感知图像缩放技术综述 施美玲,徐丹(157)

图像处理和编码

引入纹理相似性的纺织品图像增强 杨学志,田晓梅,方静,卢洁(169)

保持边缘特征和增强对比度的图像缩放算法 计忠平,方美娥,王毅刚,吴向阳(178)

以图像认证为目的的分形编码数字水印算法 黄晓晴,于盛林(183)

结合运动矢量和像素递归的全局运动估计方法 赵亚湘,刘少强,樊晓平(191)

无缝栅格数据小波金字塔构建 马伯宁,冷志光,汤晓安,匡纲要(197)

图像分析和识别

伪彩色空间完全非结构化道路检测方法 胡晓辉,孙苗强,苏晓许(203)

未知环境下机器人障碍物检测技术 王文格,武凯宾,朱江,段文彬,许重阳(209)

局部 GAC 模型在医学图像分割中的应用 张建伟,方林,陈允杰,詹天明,罗春燕(215)

判别割(Dcut)的图像分割及其快速分割算法 邹小林,陈伟福,冯国灿(222)

改进的遮挡条件下瞳孔检测方法 潘林,魏丽芳,郑炳锜,余轮(229)

木材显微图像的局部水平集分割方法 汪杭军,祁亨年(236)

关键点检测的线要素综合算法 黄志坚,张金芳,徐帆江(241)

GPU 加速的高分辨率 DEM 图像地形特征线提取算法 刘洲俊,胡包钢(249)

改进 GVF 的自动 Snakes 模型 周亚男,程熙,骆剑承,沈占锋,胡晓东(256)

曲波变换用于磨粒图像不变矩的提取 张云强,张培林,任国全,王国德,徐超,李兵(263)

图像理解和计算机视觉

深度图像中基于轮廓曲线和局部区域特征的3维物体识别 吴莉婷,张宇,杨一平,田原(269)

机载 LiDAR 数据的 LZD 航带平差 王丽英,宋伟东(279)

计算机图形学

基于 Z 曲线的瓦片地图服务空间索引 聂云峰,周文生,舒坚,许虎(286)

虚拟现实和增强现实

GPU 加速的台风可视化方法 秦绪佳,张勤锋,陈坚,郑红波,徐晓刚(293)

中国图象图形学报

刊名题字: 宋 健 月刊(1996 年创刊)

第 17 卷 第 2 期

2012 年 2 月 16 日出版

主管单位 中国科学院
主 办 中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

主 编 李小文

编辑出版 《中国图象图形学报》编辑出版委员会

北京 9718 信箱 邮编 100101

电子信箱: jig@irsa.ac.cn

电话: 010-68407995 010-82614429

网 址: www.cjig.cn

印刷装订 北京北林印刷厂

广告经营许可证 京朝工商广字第 0346 号

总 发 行 北京报刊发行局

订 购 全国各地邮局

国外发行 中国国际图书贸易总公司

(中国国际书店)

(北京 399 信箱 邮编 100044)

Superintended by Chinese Academy of Sciences
Sponsored by Institute of Remote Sensing Application,
CAS China Society of Image and Graphics
Institute of Applied Physics and Computational
Mathematics
Chief editor LI Xiaowen
Editor, Publisher Editorial and Publishing Board
of Journal of Image and Graphics
(P. O. Box 9718, Beijing 100101, China)
E-mail: jig@irsa.ac.cn
Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers
and Journals
Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading Corporation
(P. O. Box 399, Beijing 100044, China)
Printed by Beijing Beilin Printing House

Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 17 No. 2 February 2012

Contents

Review

Survey on content-aware image resizing techniques Shi Meiling, Xu Dan (157)

Image Processing and Coding

Enhancement of textile image with texture similarity Yang Xuezhi, Tian Xiaomei, Fang Jing, Lu Jie (169)

Edge-preserving and contrast-enhancement image scaling Ji Zhongping, Fang Mei'e, Wang Yigang, Wu Xiangyang (178)

Watermarking method on fractal coding for image authentication Huang Xiaoqing, Yu Shenglin (183)

Global motion estimation method with motion vectors and pixel recursion Zhao Yaxiang, Liu Shaoqiang, Fan Xiaoping (191)

Seamless wavelet pyramid construction for raster data Ma Boning, Leng Zhiguang, Tang Xiao'an, Kuang Gangyao (197)

Image Analysis and Recognition

Completely unstructured road detection for pseudo-color space Hu Xiaohui, Sun Miaoqiang, Su Xiaoxu (203)

Obstacle detection for robot in unknown environment
..... Wang Wenge, Wu Kaibin, Zhu Jiang, Duan Wenbin, Xu Chongyang (209)

Application of local GAC model for medical image segmentation
..... Zhang Jianwei, Fang Lin, Chen Yunjie, Zhan Tianming, Luo Chunyan (215)

Fast image segmentations of Deut Zou Xiaolin, Chen Weifu, Feng Guocan (222)

Improved method for the pupil measurement under occlusion Pan Lin, Wei Lifang, Zheng Bingkun, Yu Lun (229)

Segmentation method of wood microscopic image based on local level set Wang Hangjun, Qi Hengnian (236)

Algorithm of line generalization with key point detection Huang Zhijian, Zhang Jinfang, Xu Fanjiang (241)

High resolution DEM topographic feature line extraction algorithm using GPU Liu Zhoujun, Hu Baogang (249)

Automatic snakes model based on modified GVF Zhou Yanan, Cheng Xi, Luo Jiancheng, Shen Zhanfeng, Hu Xiaodong (256)

Invariant moment extraction by curvelet transform for wear particle images
..... Zhang Yunqiang, Zhang Peilin, Ren Guoquan, Wang Guode, Xu Chao, Li Bing (263)

Image Understanding and Computer Vision

Three-dimensional free-form object recognition based on contour curve and local surface patches in range images
..... Wu Liting, Zhang Yu, Yang Yiping, Tian Yuan (269)

Least Z-difference strip adjustment of airborne LiDAR data Wang Liying, Song Weidong (279)

Computer Graphics

Spatial index for tile map service based on Z curve Nie Yunfeng, Zhou Wensheng, Shu Jian, Xu Hu (286)

Virtual Reality and Augmented Reality

GPU accelerated typhoon visualization method Qin Xujia, Zhang Qinfeng, Chen Jian, Zheng Hongbo, Xu Xiaogang (293)

中图法分类号: TP391.41 文献标志码: A 文章编号: 1006-8961(2012)02-0191-06

论文引用格式: 赵亚湘, 刘少强, 樊晓平. 结合运动矢量和像素递归的全局运动估计方法 [J]. 中国图象图形学报, 2012, 17(2): 191-196

结合运动矢量和像素递归的全局运动估计方法

赵亚湘¹, 刘少强¹, 樊晓平^{1,2}

1. 中南大学信息科学与工程学院, 长沙 410075; 2. 湖南财政经济学院信息管理系, 长沙 410205

摘要: 全局运动估计是计算机视觉、视频处理等领域中一项重要研究课题。结合运动矢量和像素递归提出一种新的全局运动估计方法, 该方法根据块运动矢量求出运动矢量直方图, 找出主要块运动方向作为初始的全局运动方向, 并初始化全局运动参数。利用运动矢量间距离及类间方差求出运动矢量分割阈值, 自适应地去除外点块区域。根据背景块梯度和值的大小, 在每个背景块中选择一到两个特征像素点进行运动参数估计。实验结果表明, 该方法具有较快的计算速度, 同时也具有较高的计算精度。

关键词: 全局运动估计; 运动矢量; 参数模型; 外点去除; 梯度点选择

Global motion estimation method with motion vectors and pixel recursion

Zhao Yaxiang¹, Liu Shaoqiang¹, Fan Xiaoping^{1,2}

1. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410075, China;

2. Department of Information Management, Hunan University of Finance and Economics, Changsha 410205, China

Abstract: Global motion estimation is one of the important research topics in video processing and computer vision. In this paper, a new approach for global motion estimation is proposed by combining the block motion vectors and pixel recursive algorithm. The proposed method first establishes a vector histogram based on the block motion vectors, and then finds the main block motion vector as initial global motion orientation, to set the initial motion parameters. The threshold of motion segmentation is obtained and outlier areas are adaptively eliminated by using the distance between motion vectors and the variance between clusters. One or two feature pixels in each background block are selected to estimate the global motion parameters according the gradient sum. Experimental results show that the proposed algorithm is accurate, fast, and efficient.

Key words: global motion estimation; motion vector; parameter model; outlier detection; gradient pixels selection

0 引言

视频序列中通常存在两种形式的运动, 一种是由于摄像机运动(如摄像机的移动和镜头的伸缩等)而引起的全局图像的变化, 称为全局运动。另外一种是由于场景中物体的运动而引起的局部图像的变化, 称为局部运动。全局运动分析就是对摄像

机各种运动的识别和对全局运动参数的计算, 目前已广泛应用于计算机视觉、视频处理等领域^[1-3], 如在虚拟现实、图像配准、视频编码、全景图生成、视频对象分割与跟踪、视频镜头分割与检索等应用中有着重要的作用。

国内外对全局运动估计(GME)问题已进行了大量研究。目前全局运动估计方法主要分为两类^[4]: 一类是基于像素点的方法^[2-3, 5-8], 通过在像素

收稿日期: 2010-12-13; 修回日期: 2011-05-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(60870010, 60776834)

第一作者简介: 赵亚湘(1966—), 女, 讲师, 中南大学计算机应用技术专业博士研究生, 主要研究方向为数字图像及数字视频处理等。

E-mail: yxzhaocs@sina.com

域内最小化预测误差实现全局运动估计。如: Dufaux 等人^[5]采用3层锥结构,在像素级每层递归、映射计算运动参数; Alzoubi 等人^[6]结合固定和随机的亚抽样形式来选择部分子集进行参数估计; 文献[2,8]中则将图像分成若干个子区域,在每个子区域中选择部分像素作为特征像素来估计参数。这类方法依赖于选择的像素点,当选择的像素数目众多时,因需要对选择的每个像素点都进行迭代计算,因而存在计算量大的缺点,当选择的像素点数目较少时,全局运动估计容易受选择像素特征的影响,对噪声敏感。另一类全局运动估计方法是基于运动矢量的方法^[9-12],即先确定像素或像素块的运动矢量,然后再利用递归法求取全局运动模型。如: 文献[9]利用最小化块运动矢量匹配误差估计全局运动参数,文献[10]则利用块运动矢量分级计算。基于运动矢量的方法可有效提高计算速度,但由于块(点)匹配时求出的运动矢量一般都存在误差,因而全局运动估计的精度有限^[4]。因此,全局运动估计中存在的主要问题是计算量大而计算精度有限的问题。如何减少计算量,同时提高运动估计精度是全局运动估计要解决的首要问题。

针对全局运动估计存在的不足,结合像素法和运动矢量方法提出一种新的快速而有效的全局运动估计方法。通过对不同标准视频序列测试,并与相关文献中的方法进行对比。实验结果表明,提出的方法不仅具有较快的计算速度,而且具有较高的计算精度。

1 全局运动估计模型和方法

1.1 全局运动参数模型

全局运动一般用摄像机运动参数模型来描述。依据参数模型的不同,全局运动估计一般可分为二参数模型、四参数模型、六参数仿射模型、八参数透视模型等方法。这些模型中,八参数透视模型是其他模型的一般形式。表示为

$$\begin{aligned} x'_i &= \frac{m_0 + m_1 x_i + m_2 y_i}{m_6 x_i + m_7 y_i + 1} \\ y'_i &= \frac{m_3 + m_4 x_i + m_5 y_i}{m_6 x_i + m_7 y_i + 1} \end{aligned} \quad (1)$$

式中, (x_i, y_i) 、 (x'_i, y'_i) 分别表示像素点在当前帧和参考帧中的坐标, (m_0, \dots, m_7) 是要估计的模型参数。

1.2 运动参数估计算法

全局运动参数可通过最小化目标函数 $E = \sum_i e_i^2$ 来求解,其中 e_i^2 为平方误差函数。

当利用像素法求解时, e_i 定义为预测误差,即

$$e_i = I'(x'_i, y'_i) - I(x_i, y_i) \quad (2)$$

式中, (x'_i, y'_i) 是由点 (x_i, y_i) 通过方程式(1)映射而得到的。 $I(x_i, y_i)$ 表示当前帧在点 (x_i, y_i) 处的像素值, $I'(x'_i, y'_i)$ 表示在参考帧中对应点的像素值。

当利用运动矢量法求解时, e_i 定义为运动残差函数,即

$$e_i = \sqrt{ex_i^2 + ey_i^2} \quad (3)$$

$$ex_i = MVx_i - \Delta x_i = MVx_i - x'_i + x_i \quad (4)$$

$$ey_i = MVy_i - \Delta y_i = MVy_i - y'_i + y_i$$

式中, i 表示子块的序号, ex_i, ey_i 分别表示子块 i 在 x, y 方向上的预测运动误差, (MVx_i, MVy_i) 为子块 i 的参考运动矢量, $(\Delta x_i, \Delta y_i) = (x'_i - x_i, y'_i - y_i)$ 是预测的运动矢量,由运动模型所求得。

参数 (m_0, \dots, m_7) 的选择应使平方误差和 E 达到最小,即

$$(m_0, \dots, m_7) = \arg \min_{(m_0, \dots, m_7)} \sum_i e_i^2 \quad (5)$$

可利用 Newton-Raphson 法^[13]来递归求解参数 (m_0, \dots, m_7) , 迭代公式为

$$\mathbf{m}^{(k+1)} = \mathbf{m}^{(k)} + \Delta \mathbf{m} \quad (6)$$

式中, $\mathbf{m}^{(k+1)}$ 、 $\mathbf{m}^{(k)}$ 分别是第 $k+1$ 、 k 次迭代时的估计参数, $\Delta \mathbf{m}$ 为参数调节项, $\Delta \mathbf{m} = \mathbf{H}^{-1} \mathbf{b}$ 。其中 \mathbf{H} 是二分之一的 Hessian 矩阵, \mathbf{b} 是梯度向量。它们中的各项元素分别近似为

$$H_{kl} = \frac{1}{2} \sum_i \frac{\partial^2 e_i^2}{\partial m_k \partial m_l} \approx \sum_i \frac{\partial e_i \partial e_i}{\partial m_k \partial m_l} \quad (7)$$

$$b_k = -\frac{1}{2} \sum_i \frac{\partial e_i^2}{\partial m_k} = -\sum_i e_i \frac{\partial e_i}{\partial m_k}$$

将

$$\frac{\partial e_i}{\partial m_k} = \frac{\partial e_i}{\partial x'} \cdot \frac{\partial x'}{\partial m_k} + \frac{\partial e_i}{\partial y'} \cdot \frac{\partial y'}{\partial m_k} \quad k = 0, \dots, 7 \quad (8)$$

代入可求得矩阵 \mathbf{H} 和向量 \mathbf{b} , 由参数递归算法可求出相应的全局运动参数

2 结合运动矢量和像素递归的全局运动估计

为了计算全局运动,首先估计局部运动矢量场

MV , MV 可通过使用块匹配算法获得,也可以从压缩的视频码流中直接提取。考虑到计算速度及与视频编码的兼容性,采用广泛应用于视频编解码方案中的三步搜索算法来进行块运动矢量估计,即对当前帧中的每一子块在参考帧搜索窗口内利用最小 MSE 匹配准则寻找最佳匹配块的位置,估算出每一子块的运动矢量 (MVx_i, MVy_i)。

2.1 基于矢量直方图及类间方差的外点去除

通常视频序列帧中,背景、前景区域具有不同的运动,如果前景区域参与全局运动估计,则不仅导致计算结果不准确,而且占用较多的计算时间。因此,常将前景对象区域作为外点剔除,不参与运动参数的迭代求解。传统的剔除外点的方法是基于预测误差的,如文献[5]中采用剔除预测误差最大的 30% 个点作为外点,由于只考虑了每点预测误差的大小,而没有考虑运动对象的空间相关性,因此去除的外点比较分散。文献[14]根据每个子块预测误差绝

对和值的大小来去除外点,具有较好的前景块聚集特性。文献[15]则通过三级级联滤波器来去除外点区域,其主要考虑了运动矢量的局部相关性,而没有考虑其整体相关性。根据背景、前景区域具有不同的运动,同时背景区域具有基本一致运动的特点,应用局部运动矢量提出一种有效的背景、前景区域分割方法。

1) 根据求出的每一子块运动矢量 (MVx_i, MVy_i),以运动矢量位移量 MVx, MVy 分别作为 x, y 轴横坐标,每一运动矢量出现的频数作为 z 轴纵坐标,建立 2 维运动矢量直方图 $H(MVx, MVy)$, 求出最大 H 值对应的运动矢量 (x_m, y_m) 作为初始的全局运动方向。如图 1(a)(b) 分别为 CoastGuard 序列的第 98、100 帧图像,图 1(c) 为它们块匹配估计后的运动矢量直方图。可看出,图 1(c) 中有一个明显的峰值,表示了序列帧的主要运动方向,将这个方向作为初始的全局运动方向 (x_m, y_m)。

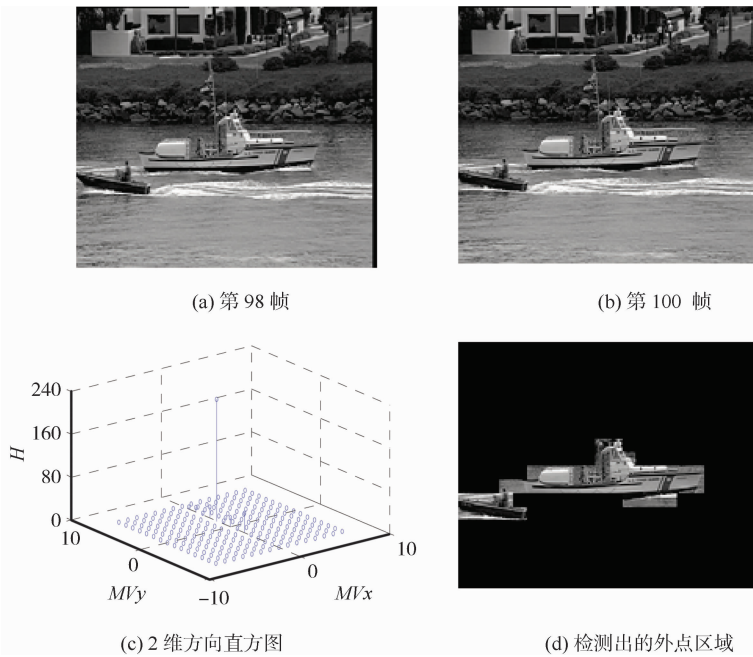


图 1 CoastGuard 序列第 98、100 帧分割结果

Fig. 1 The segmentation result of frame 98 and frame 100 of CoastGuard sequence

2) 计算每一子块运动矢量 (MVx_i, MVy_i) 与初始全局方向 (x_m, y_m) 之间的距离:

$$d_i = \| \mathbf{V}_i - \mathbf{V}_m \|_2 \quad (9)$$

式中, $\mathbf{V}_i = (MVx_i, MVy_i)$ 是视频帧中第 i 个子块的运动矢量, $\mathbf{V}_m = (x_m, y_m)$ 。

因为 \mathbf{V}_m 反映了全局运动大致方向,因此与全局运动一致的背景区域块(内点)对应的 d_i 相对较

小,而场景中运动对象块(外点)对应的 d_i 相对较大。分类的目标是要找到最佳阈值 T , 根据 d_i 将视频帧图像分解成前景块区域和背景块区域。设阈值 T 将集合 $\mathbf{D} = \{ d_i \}$ 分为 \mathbf{Db} 和 \mathbf{Df} 两类,其中 $\mathbf{Db} = \{ d_i \mid d_i < T \}$ 对应背景块集合, $\mathbf{Df} = \{ d_i \mid d_i \geq T \}$ 对应前景块集合,求得两类的类间方差

$$\sigma_{bf}^2 = \omega_b \omega_f (\mu_b - \mu_f)^2 \quad (10)$$

式中, ω_b 、 ω_f 分别为 **D_b**、**D_f** 类块占总像素块的概率, $\omega_b + \omega_f = 1$ 。 μ_b 、 μ_f 分别为 **D_b**、**D_f** 类的均值。当 σ_{bf}^2 取最大值时, 可获得最佳分类, 这时对应的阈值 T 即为最佳阈值。因此选择使类间方差 σ_{bf}^2 最大的 T 作为最佳阈值 T_t , 即 $T_t = \arg \max_T \sigma_{bf}^2$ 。用所求出的最佳阈值 T_t 分割原始帧图像, 若 $d_i < T_t$, 则令对应的像素块为背景块, 否则对应的像素块为前景块。

由于受噪声干扰或块运动估计时的误差影响, 块运动矢量有时不能很好地代表对应块的真实运动, 因此对运动矢量分割图进行后处理。通常运动对象在空间具有连续性, 即相邻块的运动具有较强的空间相关性, 如果背景块是一个孤立块, 即周围各块全为前景块, 则将该块置为前景块, 反之亦然。若前景块的 8 邻域中至少有 5 块为背景块, 则将此块置为待处理块, 在下一轮中判断。下一轮处理时, 对于待处理的块判断其 8 邻域中是否有前景块, 若有则将此块保留为前景块, 否则置为背景块^[16]。图1(d)即为分割处理后的分割图像, 黑色为背景区域, 灰度区域为前景区域, 即外点区域, 图中有两个具有不同运动的前景对象, 可看出较好地分离了出来。

2.2 基于梯度的像素选择

将视频帧分割为前景、背景区域后, 若将背景区域中的所有像素参与运动参数迭代计算, 则计算量仍然很大。考虑到亮度分布均匀区域, 每点像素和其邻域像素亮度差异不大, 当运动估计出现偏差时, 匹配误差 e_i 仍会较小, 从而影响参数的估计精度。而场景中的边缘或角点这些亮度变化大的像素往往携带有重要的运动信息。因此, 对每一背景块计算其梯度, 求其梯度和, 即

$$\text{Gradsum} = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} (|I_x(i, j)| + |I_y(i, j)|) \quad (11)$$

式中, $I_x(i, j)$ 、 $I_y(i, j)$ 分别是 $I(i, j)$ 在 x 、 y 方向上的梯度, M 是子块大小。

计算背景块的平均梯度和 Gradave , 如果某背景块的 $\text{Gradsum} > \text{Gradave}$, 则说明此块结构信息丰富, 在此块中选择两个具有相对最大梯度值的点参与参数估计, 否则在此块中只选取一个具有最大梯度值的点进行参数估计。

2.3 全局运动参数计算过程

实际参数计算过程中, 将方程式(5)改写为

$$(m_0, \dots, m_7) = \arg \min_{(m_0, \dots, m_7)} \sum_i w_i e_i^2 \quad (12)$$

式中, w_i 为权值, 当像素点为选择的特征像素点时 $w_i = 1$, 其他点上 $w_i = 0$ 。

具体参数迭代计算过程如下:

1) 利用三步搜索算法进行块匹配运动估计, 得到块运动方向。

2) 利用方向直方图求出初始的全局运动方向, 并初始化全局运动参数, 令 $m_0 = x_m, m_3 = y_m, m_1 = m_5 = 1, m_2 = m_4 = m_6 = m_7 = 0$ 。

3) 基于运动矢量间距离及类间方差去除外点区域。

4) 基于梯度和值, 在每个内点块中选择一个或两个特征像素点。

5) 利用 Newton-Raphson 算法迭代求解全局运动参数, 直到 Δm 小于一个预设的门限值, 或者递归次数大于一个预设的最大递归次数 N_{\max} 。

3 实验结果及分析

为了验证本文算法的有效性, 将本文算法记为 PM-GME, 与文献[5]中基于像素的方法 (Pix-GME1)、文献[8]中基于特征像素点的方法 (Pix-GME2) 和文献[9]中基于运动矢量的方法 (MV-GME) 进行了实验对比。选用 4 个具有不同全局运动的标准测试序列: Foreman、Coastguard、Table Tennis 和 Garden, 采用峰值信噪比 (PSNR) 和计算时间作为性能参数进行对比测试。在这几个视频序列中, 前 3 个序列是由背景和一个或几个前景对象组成, 它们分别具有不同的运动。Coastguard 序列中有一个或两个船体作不同的局部运动; Foreman 序列中前景区域 (即人) 所占图像的比例较大。Garden 序列中图像作整体运动, 即整个图像区域的运动一致。

用 Matlab 7.0 在 PC 机上进行了全局运动估计仿真实验。采用三步搜索算法估计块运动矢量, 选用的宏块大小为 16×16 , 搜索范围为 32×32 。选用八参数运动模型, 参数递归终止的条件是: 平移分量 $\Delta m(0)$ 、 $\Delta m(3)$ 小于 10^{-2} , 其他分量小于 10^{-4} , 最大递归次数 $N_{\max} = 30$ 。

图 2 采用峰值信噪比 (PSNR) 对同一序列各帧进行 4 种全局运动估计算法的比较, 给出了应用这 4 种方法分别进行全局运动估计, 再利用求得的全局运动参数进行运动补偿差分后的 PSNR, 测试序列为 Foreman, 图像格式为 CIF 格式。从图 2 中可看出, 本

文方法求出的 PSNR 与 Pix-GME1 方法计算出的结果非常接近,且在某些 Pix-GME1 法计算结果较差的帧(如第 200~230 帧)上,本文方法也能取得较好的结果。Pix-GME2 法计算出的 PSNR 基本上每帧都低于本文方法求得的。相比较于 MV-GME 法,本文方法求出的 PSNR 明显高于 MV-GME 法求出的。

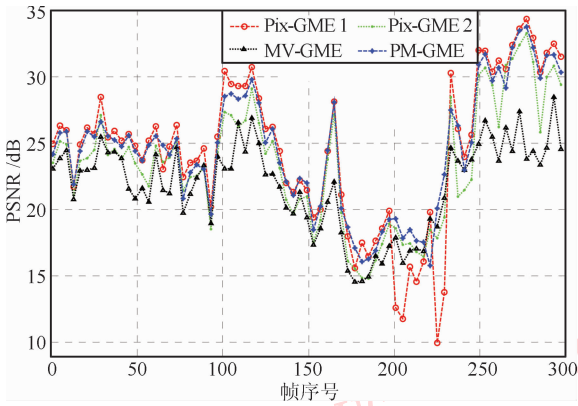


图 2 Foreman 序列全局运动估计实验结果比较

Fig. 2 The GME result comparison for foreman sequence

表 1 不同序列采用不同方法得到的平均 PSNR

Table 1 The average PSNR of various methods for various test sequences

序列 (Y 分量)	帧数	PSNR/dB				
		Pix-GME1	Pix-GME2	MV-GME(FS)	MV-GME(TSS)	PM-GME
Foreman (352 × 288)	300	24.466 3	23.302 1	21.708 7	21.653 9	24.679 6
Coastguard (352 × 288)	300	24.342 7	22.343 2	21.878 7	21.817 8	23.278 4
Table Tennis (352 × 240)	115	22.643 5	22.096 7	19.994 6	20.304 5	22.559 7
Garden (352 × 240)	115	18.95	15.207 4	18.173 4	18.149 4	18.706 5

表 2 不同序列采用不同方法计算每帧所需的平均时间及比值

Table 2 The average time and ratio per frame of various methods for various test sequences

序列 (Y 分量)	平均计算时间/s					百分比值/%	
	Pix-GME1	Pix-GME2	MV-GME(FS)	MV-GME(TSS)	PM-GME	PM-GME/ Pix-GME1	PM-GME/ MV-GME(TSS)
Foreman	370.014	0.624 2	5.377 4	1.582 0	0.818 2	0.22	51.72
Coastguard	379.635	0.606 3	5.540 9	1.597 2	0.803 5	0.21	50.31
Table Tennis	242.46	0.513 5	4.493 8	1.311 1	0.613 9	0.25	46.82
Garden	238.498	0.511 6	4.545 2	1.301 3	0.617 1	0.26	47.42

果块运动矢量直接从视频码流中提取,则本文算法计算时间将大大缩短。同时从表 1 中也可看到在前 3 个序列中, Pix-GME2 算法求出的平均 PSNR 比本文算法求出的分别低 1.38、0.94、0.46 dB,而在计算 Garden 序列时, Pix-GME2 算法求出的平均 PSNR 相较于其他方法下降了近

表 1 给出了多个标准测试序列用 4 种方法求出的平均 PSNR。为了更全面地比较本文方法,在 MV-GME 法中采用了两种不同的块运动矢量估计方法进行测试,分别是全搜索(FS)运动估计和三步搜索法估计(TSS)。全搜索运动估计法是文献[9]中使用的块运动估计方法,三步搜索法(TSS)是本文采用的块运动估计法。表 2 给出了 4 种方法对不同序列计算全局运动参数时平均每帧所花费的时间及几种方法花费时间的百分比。

从表 1、表 2 中可看出,本文方法与 Pix-GME1 方法相比,求出的平均 PSNR 非常接近,而所花费的平均计算时间却只占其的 0.22%~0.30%,计算速度得到了显著提高,而计算精度却减少得很少。与 MV-GME(TSS)方法相比,本文方法求出的平均 PSNR 明显要高,同时计算时间只占其 50%~60%左右,在较大提高计算精度的同时,也明显加快了计算速度。Pix-GME2 方法虽然计算时间上优于本文方法,但本文算法中包含了块匹配算法计算时间,如

3 dB,说明当视频帧中像素结构特征复杂时,其全局运动估计性能不稳定。

4 结 论

结合像素法和运动矢量法提出一种新的快速有

效的全局运动估计算法,该算法的主要特点是:
 1) 基于背景、前景具有不同的运动,同时背景区域具有一致运动的运动特征,利用运动矢量直方图求出初始的全局运动方向和全局运动参数;2) 根据运动矢量间距离,引入类间方差区分不同类运动,自适应地分割了前景、背景区域,有效地去除了外点区域;3) 根据块梯度和的大小,在背景块中选取一到两个像素点递归求取运动参数,从而大大地节约了参数迭代计算时间,而计算精度却得到了有效保证。通过对不同的视频序列测试,实验结果表明,提出的方法具有很好的鲁棒性,可对全局运动信息进行准确而快速的估计。

参考文献 (References)

- [1] Qi B, Ghazal M, Amer A. Robust global motion estimation oriented to video object segmentation [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2008, 17(6) : 958-967.
- [2] Keller Y, Averbuch A. Fast gradient methods based on global motion estimation for video compression [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2003, 13(4) : 300-309.
- [3] Li H J, Tang J H, Wu S, et al. Automatic detection and analysis of player action in moving background sports video sequences [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2010, 20(3) : 351-363.
- [4] Haller M, Krutz A, Sikora T. Evaluation of pixel- and motion vector-based global motion estimation for camera motion characterization [C]// Proceedings of 10th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services. WIAMIS, London, UK: IEEE Press, 2009: 49-52.
- [5] Dufaux F, Korad J. Efficient, robust and fast global motion estimation for video coding [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2000, 9(3) : 497-501.
- [6] Alzoubi H, Pan W D. Efficient global motion estimation using fixed and random subsampling patterns [C]// Proceedings of the International Conference on Image Processing. San Antonio, Texas, USA: IEEE Press, 2007: 477-480.
- [7] Guo S X, Qiu C G, Ye X F. A kind of global motion estimation algorithm based on feature matching [C]// Proceedings of the IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. Washington, DC, UAS: IEEE Press, 2009: 107-111.
- [8] Huang Y R, Chau Y. A fast recursive algorithm for gradient-based global motion estimation in sparsely sampled field [C]// Proceedings of Eighth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2008: 84-88.
- [9] Su Y P, Sun M T, Hsu V. Global motion estimation from coarsely sampled motion vector field and the applications [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2005, 15(2) : 232-242.
- [10] Corrigan D, Kokaram A, Coudray R. Robust global motion estimation from MPEG streams with a gradient based refinement [C]// Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Toulouse, France: IEEE Press, 2006: 285-288.
- [11] Nikitidis S, Zafeiriou S, Pitas I. Camera motion estimation using a novel online vector Field model in particle filters [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2008, 18(8) : 1028-1039.
- [12] Chung Y C, He Z H. Reliability analysis for global motion estimation [J]. IEEE Signal Processing Letters, 2009, 16(11) : 977-980.
- [13] Press W H, Teukolsky S A, Vetterling W T, et al. Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing [M]. 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1992: 362-383.
- [14] Guo L, Gong S R, Cui Z M. A fast global motion estimation algorithm [J]. Journal of Image and Graphics, 2007, 12(12) : 2119-2126. [郭丽, 龚声蓉, 崔志明. 一种快速全局运动估计算法 [J]. 中国图象图形学报, 2007, 12(12) : 2119-2126.]
- [15] Chen Y M, Bajic I V. Motion vector outlier rejection cascade for global motion estimation [J]. IEEE Signal Processing Letters, 2010, 17(2) : 197-200.
- [16] He Y W, Feng B, Yang S Q, et al. Fast global motion estimation for global motion compensation coding [C]// Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Sydney, Australia: IEEE Press, 2001: 233-236.