

文章编号:1001-9081(2005)08-1946-02

## 基于扩展的 Kanade-Lucas 的背景运动参数估计

张留洋, 张桂林

(华中科技大学 图像识别与人工智能研究所, 湖北 武汉 430074)

(zlyadvocate@163.com)

**摘 要:**复杂背景下运动分析首先需要进行背景运动参数估计。提出一种采用 KLT 算子并结合 Kanade-Lucas 跟踪算法来计算帧间特征点的匹配,然后利用帧间特征点间的匹配关系采用 RANSAC 算法来进行背景运动参数估计。实验结果证明这种方法具有计算量小,能实时实现并提供可靠的背景运动模型估计。

**关键词:**KLT 算子;特征点;图像匹配;背景运动参数估计;Affine 模型

**中图分类号:**TP391.41 **文献标识码:**A

## Background motion model parameters estimation based on extended Kanade-Lucas tracker

ZHANG Liu-yang, ZHANG Gui-lin

(Institute for Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan Hubei 430074, China)

**Abstract:** Background affine model parameters estimation is a key problems in image registration between frames. Extended Kanade-Lucas tracker and RANSAC algorithm were combined to solve the background affine model parameters. Background features were detected using outlier voting frame. As solving an affine model only need three corresponding points, the algorithm can run in real time and generate reliable results.

**Key words:** kanade-lucas tracker; feature point; image registration; background motion model parameters estimation; Affine model

### 0 引言

在摄像机运动的条件下,尤其当场景非常复杂时,仅仅依靠单一的检测算法很难检测出完整的运动目标。为了便于有效地提取目标,需要配准不同时刻图像中的场景。场景是与摄像机的成像位置和角度一一对应的。不同的成像位置及角度会拍摄到不同的场景。配准场景的过程就是消除摄像机运动对图像序列影响的过程,因此需要对背景运动参数进行估计。

配准场景的方法与摄像机采集图像的工作方式密切相关。一种工作方式是在监视过程中,摄像机的镜头固定,在这种方式下场景基本保持不变。例如,在监视某一路口时,如果镜头可以将整个关心区域都包括进来,镜头就可以固定不动。这种情况下目标检测工作可以跳过场景配准这一步骤,直接提取目标的运动信息。另一种较普遍采用的工作方式摄像机的镜头在监视过程中不断作匀速或随机扫描。这种情况就必须配准场景。

在监视过程中摄像机拍摄的是大视场,成像距离远远大于摄像机的焦距。图像中场景的移动可以近似为仿射运动模型。同时,摄像机的移动是比较缓慢的,邻近帧场景之间的二维平移小。文献[6]中提出采用求将图像按区域分成小块,然后计算块与块之间最大相关的方法来配准邻近帧的场景。对整个图像来说是由运动目标和运动背景组成的,目标和背景的运动模型往往不一致。但是对于运动背景,基本可以认为其满足仿射运动模型。因此我们采用了如下的算法:首先用一段图像来训练得到可信度较高的背景特征点,然后在后续帧中找到这些背景特征点的对应点。利用二者之间的关系

求解仿射运动模型参数(只需要三个有效点)。我们的算法能轻松求解背景运动估计仿射运动模型参数。

**特征点选取:**选用了 KLT 算子来选取图像中的特征点。KLT 算子首先计算每点的  $\delta$  矩阵的特征值,  $\lambda_1, \lambda_2$ , 如果  $\min(\lambda_1, \lambda_2) > H$  (阈值) 则该点为有效特征点。 $\delta$  矩阵定义为:

$$\begin{bmatrix} I_x I_x & I_x I_y \\ I_y I_x & I_y I_y \end{bmatrix}$$

$I_x$  为一阶  $x$  方向导数,  $I_y$  为一阶  $y$  方向导数。

由 KLT 算子得到的是图像中的角点,如图 1。

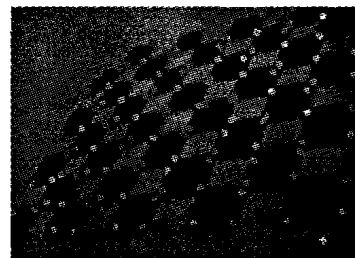


图 1 图像中的角点

### 1 特征点匹配算法

文献[5]中提出:即时在满足 Affine 运动模型的前提下,要精确得到这六个参数也很困难。文献[5]认为在图像帧之间运动的变化很小,运动模型可以简化为:

$$I_i(x+d) = I_i(x) \quad (1)$$

在实际中要确切找到满足上述方程的目标像素点几乎不可能。任务转化为:

收稿日期:2005-01-20;修订日期:2005-04-26

**作者简介:**张留洋(1973-),湖北仙桃人,硕士研究生,主要研究方向:图像目标识别与跟踪、数字图像处理系统;张桂林(1944-),男,天津人,教授,博士生导师,主要研究方向:自动识别、人体生物统计特征识别、图像处理算法与系统性能评估。

$$\varepsilon = \iint_W [I_r(x+d) - I_t(x)]^2 \omega(x) dx \quad (2)$$

$W$  是目标区域,  $w(x)$  是窗函数。窗函数可以是需要来进行选择。

将  $\varepsilon$  运用拉格朗日法求极值, 得到下列方程:

$$\frac{\delta \varepsilon}{\delta d} = 0 \quad (3)$$

$$\text{即: } ZD = e \quad (4)$$

$Z$  是  $2 \times 2$  的矩阵:

$$Z = \iint_W g(x) g'(x) w(x) dx \quad (5)$$

$e$  是  $2 \times 1$  的矢量:

$$e = 2 \left( \iint_W [I_r(x+d) - I_t(x)]^2 \omega(x) dx \right) g \quad (6)$$

$$g = \begin{pmatrix} \frac{\delta}{\delta x} (I_r + I_t) \\ \frac{\delta}{\delta y} (I_r + I_t) \end{pmatrix} \quad (7)$$

应用 Newton-Raphson 迭代法求解方程(4)。

## 2 背景特征点集合的获取

RANSAC 算法是一种鲁棒性的参数估计方法。它的基本思想是, 首先根据具体问题设计出某种目标函数, 然后反复提取最小点集估计该函数中参数的初始值, 利用这些初始参数值把所有的数据分为所谓的内点 (Inliers, 即满足估计参数的点) 和外点 (Outliers, 即不满足估计参数的点), 最后反过来用所有的内点来重新计算和估计模型的参数。RANSAC 算法和传统的优化方法的区别在于: 传统的方法首先把所有的数据点作为内点而计算出模型参数, 然后再计算内点和外点; RANSAC 最开始是利用部分数据作为内点得到初始值, 然后寻找数据集中所有别的内点。

为了求取背景特征点集合, 首先需要去取一段运动目标较少的阶段对算法进行训练。每帧按照 KLT 算法提取特征点组成特征点集合  $An[p_1, p_2, \dots, p_n]$ , 在下一帧图像中寻找与该特征点集合中每点对应的点  $An+1[q_1, q_2, \dots, q_n]$ 。对应点间的运动由分析可知对应点间的运动大部分满足一个仿射运动模型, 因此可以采用 RANSAC 算法来提取仿射运动模型参数。对连续多帧 (初步选取为连续 5 帧中大于 3 次) 都划分为内点的可以认为是有效背景点, 可以用来估计背景的运动参数。

(上接第 1945 页)

## 5 实验仿真

为了验证该文所提算法的有效性, 作者在做仿真实验时用 Matlab 6.1 进行实验仿真, 所用的原始图像是灰度级为 256 级, 大小为  $512 \times 512$  的 Lena 图像, 而所要嵌入的水印是灰度级为 256 级, 大小为  $32 \times 32$  的 plane 图像。然后按照本文所提的水印嵌入算法和水印检测算法进行实验, 为了验证算法的鲁棒性又对利用该算法嵌入水印后的原始图像用高斯低通滤波、加入高斯噪声、椒盐噪声、进行中值滤波、对比度增强、JPEG 压缩等方式进行攻击, 然后用本文所提的水印检测算法进行检测, 所得结果如图 1 所示。

## 6 结语

提出了一种基于离散余弦变换和奇异值分解的新的灰度

仿射运动模型:  $I_t$  帧  $I_{t+1}$  与帧之间的仿射运动模型为, 需要求解  $a, b, c, d, f, h$  六个参数。

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax + by + f \\ cx + dy + h \end{bmatrix}$$

## 3 运动特征点判定

重新检测新图像中的特征点, 剔除和背景特征点集合距离相近的特征点。对所有的特征点找到在下一帧图像中的对应点。运动特征点集合投影到背景运动模型时得到的点和其实际对应点的偏差要比背景点大。设定一个阈值  $H$ , 偏差大于  $H$  的可以认为是运动候选点。由于我们选用了仿射模型, 在求取对应点时采用了泰勒展开,  $H$  不宜过大 ( $H = 2$ )。运动候选点同样才取了多帧校验的方法。

为了验证算法的正确性, 使用 VC++ 和 OpenCV 编写了整个算法实验程序。图 2 为实验结果图像。

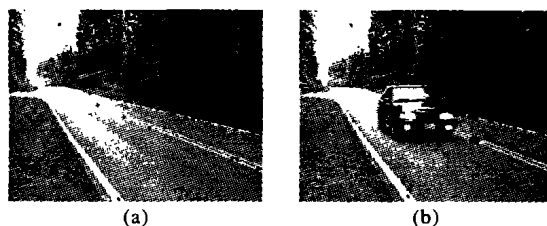


图2 实验结果

由此可见, 用此算法来估计运动背景参数是简单而高效的, 非常适用于实时处理。

## 参考文献:

- [1] BIRCHFIELD S. KLT: An Implementation of the Kanade-Lucas-Tomasi Feature Tracker [EB/OL]. <http://vision.stanford.edu/~birch/klf/>, 2005-01.
- [2] LINKÄOPING. Tracking by Image Processing in a RealTime System [D]. 2003.
- [3] JEAN-YVES BOUGUET. Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker [EB/OL]. <http://graphics.stanford.edu/courses/cs448a-00-fall/bouget00.pdf>, 2005-01.
- [4] Computer Vision Laboratory. Wallenberg laboratory on Information Technology and Autonomous Systems [EB/OL]. <http://www.isy.liu.se/cvl/Research/Robot/WITAS/index.html>, 2005-01.
- [5] SHI J, TOMASI C. Good features to track [A]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition [C]. 1994. 593-600.
- [6] 张迁, 刘政凯, 庞彦伟, 等. 基于 SUSAN 算法的航空影像的自动配准 [J]. 测绘学报, 2003, 32(3).

水印嵌入算法, 经过仿真实验可以看到, 该算法非常有效, 并且很好地满足了数字水印系统的透明性和鲁棒性, 能够经受住加入各种噪声、中值滤波、低通滤波、对比度增强以及 JPEG 压缩等方式的攻击。该方法对于在静态图像中加入数据量大的水印信息具有很好的可行性。

## 参考文献:

- [1] COX IJ, KILIAN J, LEIGHTON T, et al. Secure spread spectrum watermarking for multimedia [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1997, 6(12): 1673-1687.
- [2] BARNI M, BARTOLINI F, CAPPELLINI V, et al. A DCT-domain system for robust image watermarking [J]. IEEE Signal Processing, 1999, 66(3): 357-372.
- [3] 黄继武, SHI YQ, 程卫东. DCT 域图像水印: 嵌入对策和算法 [J]. 电子学报, 2000, 28(4): 57-60.
- [4] 刘瑞桢, 谭铁牛. 基于奇异值分解的数字图像水印方法 [J]. 电子学报, 2001, 29(2).