

# 基于区域划分的角点检测<sup>①</sup>

张茂峰, 段 锦, 祝 勇, 张天行, 刘晓敏, 刘元琳

(长春理工大学 电子信息工程学院, 长春 130022)

**摘 要:** 本文主要研究角点检测中全局/局部的搜索算法, 针对该算法效率较低的情况提出了改进的角点检测算法. 该算法采用相似金字塔计算原理构造多层图像, 同时采用多尺度 Harris 算子分层搜索并提取图像特征角点, 经过分层图像、分区域图像的特征角点进行融合计算, 实现了目标特征点寻找. 该算法主要在角点检测上考虑不同层次的图像和单张图像区域关系, 并且通过特征点周围像素的变化参数来实现目标的定位. 实验结果表明, 本文提出的改进算法提高了总体定位的速度, 降低了误定位的概率.

**关键词:** 角点检测; Harris; 目标定位; 区域划分; 分层搜索

## Zoning Based on Corner Detection

ZHANG Mao-Feng, DUAN Jin, ZHU Yong, ZHANG Tian-Hang, LIU Xiao-Min, LIU Yuan-Lin

(Changchun University of Science, Electronic and Information Engineering, Changchun 130022, China)

**Abstract:** This paper studies the global or local search algorithm detection, and an improved corner detection algorithm is proposed for the case of low algorithm efficiency. The algorithm uses the similar pyramid calculation principle to construct multilayer images, it also uses multi-scale Harris operator to search hierarchically and extract image feature corner. Fusion calculations are taken by the feature corner of layered images and subregional images to look for the target feature points. The algorithm mainly considers the regional relations of images between different levels and single image in corner detection. And it uses the changing parameters of pixels around the feature points to achieve the positioning of goals. Experimental results show that the proposed algorithm improves the positioning speed and reduces the probability of false positioning.

**Key words:** corner detection; Harris; targeting; zoning; hierarchical search

## 1 引言

复杂背景中的目标定位在工业流水线、工业监控、交通控制管理等领域有着重要的应用. 而在图像定位中常常用到特征点来克服模板匹配时间上的缺点.

常用的特征点识别采用 BOW(Bag-of-Words)模型转换, 它是一种基于类的物体识别方法, 它在识别中需要较大的视觉词典模型(例如 SIFT)<sup>[1]</sup>. 文献[3]中引用的边缘匹配算法对噪声非常敏感, 使得此方法具有较低的精度. 文献[2]采用极线约束的灰度相关算法优化了文献[3]的缺点, 但是引进的算法计算量很大. 文献[4]利用视差方向梯度实现了快速边缘匹配但是需要

精准的同轴图像. 文献[2-3]是利用全局的搜索方法, 特别在图像较复杂情况下全局同时搜索比较慢的特点. 而文献[4-5]采用的非极大值约束及均值算法去除的群聚特征点包含了许多有用的集聚特征角点. 本文所改进的算法是针对文献[5]中的算法进行的一种改进, 即在特征点的选取上进行有效的选取加速, 因此在速度上有了明显的提高, 同时增加了稳定性.

## 2 算法思想

本文主要研究内容是对特征角点的检测及怎样去除重复、群聚的特征角点, 保留少数具有代表性的特

<sup>①</sup> 收稿时间:2013-08-20;收到修改稿时间:2013-09-10

征点. 预处理的目的是减少噪声对边缘检测的影响. 它主要通过高斯平滑及形态学运算去除噪声和平滑边缘作用. 图 1 本文算法的流程图.

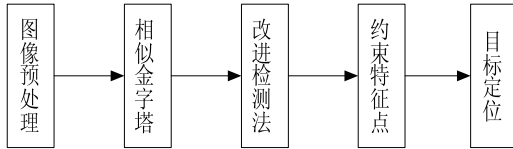


图 1 算法的流程图

本文算法是利用相似金字塔计算原理实现多层图像的提取, 通过检测不同分辨率图像的特征角点实现较稳定的特征角点的获取, 得到每层具有代表性的特征点. 经过本文改进的分区域约束条件可以得到较少并且稳定的特征角点, 同时利用文献[3]中极坐标特性可以从低维的图像中较快的选取目标坐标关系, 从而确定目标参数. 其中, 本文的约束条件主要通过检测之前层次和区域的划分, 检测之后区域和层次特征点融合. 通过确定区域角点个数和边界特征角点距离值来实现.

### 3 算法的实现

#### 3.1 预处理

利用 Gauss 窗口函数进行数去除噪点, 二维 Gauss 函数的表达式为:

$$\omega(x, y) = \exp\left[-(x^2 + y^2) / 2\sigma^2\right] \quad (1)$$

根据 Gauss 函数特点<sup>[5]</sup>, Gauss 具有旋转对称性、可分离性来剔除噪声从而得到较好的图像边缘, 能避免二值函数带入噪声的可能性和振铃现象.

#### 3.2 金字塔分层检测

像素点  $\text{Pix}(x, y)$  在像素级上的偏移  $\text{Mov}(\nabla u, \nabla v)$  所得到自相关函数的变化量  $D(\nabla u, \nabla v)$  的公式如下:

$$D(\nabla u, \nabla v) = \sum_{x, y} \omega(x, y) [I(x + \nabla u, y + \nabla v) - I(x, y)]^2 \quad (2)$$

其中  $I(x, y)$  为图像灰度的函数值.

公式 3.2 利用二阶泰勒级数算法展开, 并且在  $I(x + \nabla u, y + \nabla v)$  和  $I(x, y)$  很接近的条件下, 利用随机数学思想去掉高阶因项, 可以得到简易公式:

$$D(\nabla u, \nabla v) = [\nabla u + \nabla v] H \begin{bmatrix} \nabla u \\ \nabla v \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中, 自相关矩阵  $H$  可以化为  $2 \times 2$  的实对称矩阵,  $H$  矩阵反应了图像局部邻域的灰度结构, 可表示成如下形

式:

$$H = \sum_{x, y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$= e^{-\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}} * \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix}$$

其中, 对于梯度值  $I_x I_y$ , 可多次利用高斯平滑去除杂波噪声, 减少由于中间运算产生的较大噪声的影响.

根据曲率的定义可知, Harris 特征角点的值可以用  $H$  矩阵特征值的近似领域值表示, 角点响应函数(也称角点强度函数)可设计如下<sup>[3]</sup>:

$$f(x, y) = \frac{\det H(x, y)}{\text{trace} H(x, y)} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (5)$$

相似金字塔是利用金字塔原理来构造不同分辨率图像, 本文只利用 3 层结构图像, 利用分层的数据进行特征点检测. 原理是利用图像在不同解析度下与高斯核  $G(t)$  的卷积, 表示如下<sup>[4]</sup>:

$$L(X, t_1) = K(X) * G(t_1) \quad (6)$$

其中:  $t_1$  表示高斯的方差值,  $\sigma_N$  为图像的卷积核的标准差.

对每幅输入图像, 首先构造出它 Gauss 图像金字塔  $P_1(x, y)$ , 然后从每一层 Gauss 图像金字塔中提取兴趣点<sup>[4]</sup>, 点在第  $I$  层 Gauss 图像金字塔中的 Harris 矩阵定义为:

$$H_1(x, y) = \nabla_{\sigma_i} P_1(x, y) \nabla_{\sigma_d} P_1(x, y)^T * W_{\sigma_i}(x, y) \quad (7)$$

其中,  $\sigma_i$  为整合尺度,  $\sigma_d$  为导数尺度,  $W_{\sigma_i}$  为二维 Gauss 函数,  $\nabla$  为梯度算子, 即

$$\nabla P(x, y) = \begin{bmatrix} I_x(x, y) & I_y(x, y) \end{bmatrix}$$

#### 3.3 改进的角点特征约束

针对分层后的图像, 本文利用提取后的高(height)和宽(width)进行区域划分, 原始图像每个区域大小为 (height/4\*width/4), 后两层分别分成  $3 \times 3$  和  $2 \times 2$  个区域, 对于高和宽不是 4 的倍数时候进行补足. 再利用公式 3.7 进行 Harris 特征角点检测. 下图 2 为改进的角点检测框架图.

利用 PCA 原理关系可知, 决定匹配是否成功的点只是少数的关键点. 如果使图像分区后的特征点在处在稀疏均匀状态下, 不仅减少了计算量, 还大大的提高了匹配精度. 文献[5]中利用公式(8)实现非极大值抑制, 不足是在整张图中计算每个特征点距离来均匀选取, 忽略了许多关键特征点.

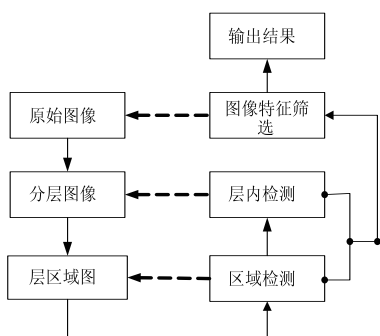


图2 改进的角点检测框架图

$$f(X_j) < \max(c, f(X_i)), \quad (8)$$

$$X_j \in I, I = \{X \mid \|X - X_i\| \leq r\}$$

自适应非极大值和均匀的抑制效果主要集中在特征角点群聚的小区域中，并非是在特征角点少的区域。为了改善区域与区域之间的特征角点的选取，保证某个区域关键的特征角点。

本文首先通过优化三层图像特征点融合后进行区域划分并设定区域特征点最低数 num 来保证特征点数少而



(a) 背景图

靠近群聚的特征点的存在，然后利用单个区域特征点进行非极大值抑制和不同区域间进行均匀处理，增加了关键点的稳定性。本文利用不同区域间特征点的最小距离进行分离选取均匀的特征点。原理如图3所示。

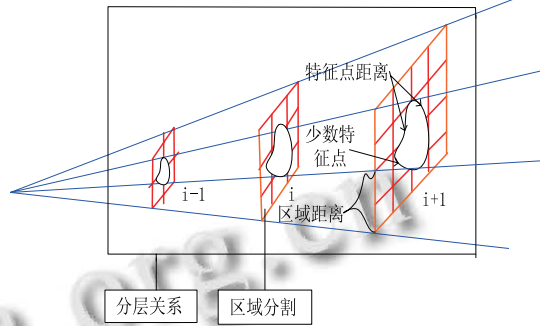


图3 分层区域原理图

公式(8)可以改成如下形式:

$$num \leq \max(\max(c, f(X_i)), dis), \quad (9)$$

$$X_j \in I, I = \{X \mid \|X - X_i\| \leq r\}$$

其中 r 等于区域边的最小距离 dis.  $X_i$  为特征点坐标值。



(b) 目标图

图4 改进的自适应非极大值抑制对各层检测结果的影响

图4显示了改进的自适应非极大值抑制对各层检测结果的影响，(a)为背景图,(b)为目标图。图4(a)为分层搜索的第一层到第三层角点图像，图像检测特征点个数分别为 50、100、200。图4(a)，(b)中的角点非常合理地分布在图像的整个区域内，这对估计图像间的变换模型的后续步骤是非常有利的，因为它增强了鲁棒性。两幅图都是采用自适应非极大值抑制获取的结果。

将一幅图像分成对应的若干块(通常选择的块数越多，得到的角点就越多，本文选择的是 5×5)。以下为实验的结果图和所对应的能量分布图，从图中可知道对应能量块的地方角点分布较准确，能量直方图显示无论是能量高的还是能量低的位置都能利用此算法进行均匀的选取，而且并没有因为均匀化而产生对边缘信息特征丢失的问题。

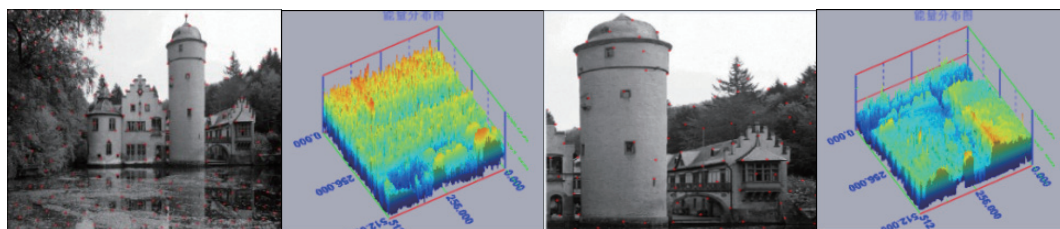


图5 均匀化结果图和能量三维图

定位算法采用了亚像素定位目标, 角点响应函数  $f$  如下:

$$f(X) = f + \frac{\partial f}{\partial X} X + \frac{1}{2} X^T \frac{\partial^2 f}{\partial X^2} X \quad (10)$$

其中,  $X$  表示角点的位置  $(x, y)$ . 对上式求导并令其为零, 得到极值点位置的偏移量  $X'$  为:

$$X' = -\frac{\partial^2 f^{-1}}{\partial X^2} \frac{\partial f}{\partial X} \quad (11)$$

如果偏移量的  $x$  分量或  $y$  分量中的任一值大于 0.5, 则表示真正的极值点位于距离当前点较近的一个样本点处. 此时, 极值点的位置需要迭代地进行更新, 直到  $x, y$  每个方向上的偏移量都小于 0.5 为止; 否则, 则视为不稳定点排除. 具体可以参考文献[1]和文献[5].

#### 4 实验结果与数据分析

以下图像是基于 Microvision 维视图像的采集摄像

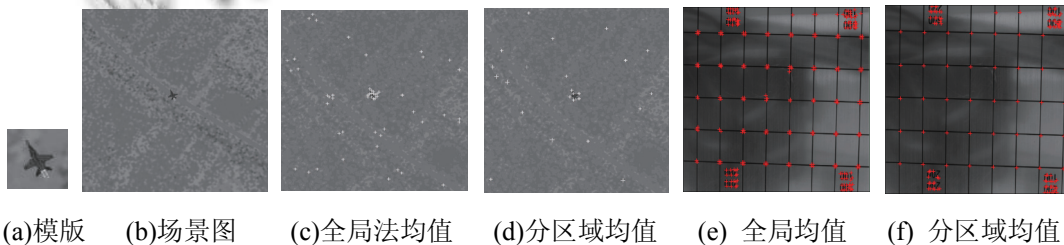
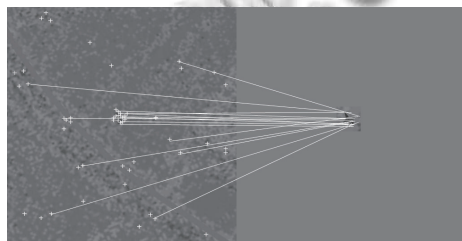


图 6 实验对比图

表 1 所得数据是在原算法和本算法未加任何加速策略上得到. 并且是在序列图像上实验所得的平均数据.

从图 7 图 8 可以得到较稳定的特征角点, 并且特征角点分布在较具有代表性的区域, 无论是全局检测后的匹配图还是局部旋转的特征图都可以得到稳定的对



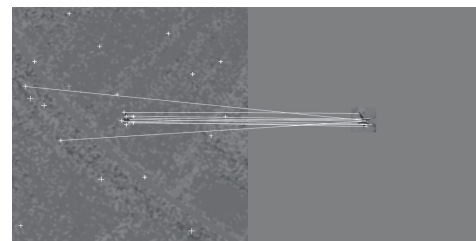
(a)采用全局均匀法匹配

机 MV-1300UM 系列所得到的实验图像. 大小为 512\*512, 颜色深度为 8 位. 在判定定位错误率时利用的是松弛法<sup>[6]</sup>.

实验环境的 CPU 主频为 2.5G, 内存 2G, 编译工具为 VC++6.0. 采用 Harris 对两幅图像进行角点检测. 在参考图中根据角点定位, 按照提出的方法比较未划分区域和划分区域约束的结果差异性. 在图 6 中, (a)(b) 为初始模版和源背景图, 模板图像是在原序列图上截取所得. (b) 为序列图像中的第 10 帧图像, (c)(e) 中可以看出利用非极大值抑制和全局均值的结果无法去除重叠和群聚的点, (d)(f) 采用的分区域均值抑制的结果同样利用非极大值抑制结果却能去除很多非典型特征的特征角点, 并且分布合理, 提取的稳定特征角点为定位做了比较好的基础. 图 7(a) 采用全局均匀法匹配结果图, 图 7(b) 采用分区域均匀法匹配结果图.

结果如下图.

应极线. 从表 1 数据分析, 本文算法的误点数比起原全局算法的误点数减少了, 降低了误定位的概率, 并且在总体时间上减少了, 从而达到了提高速度的要求. 实验结果表明, 本算法在速度和稳定性都比全局均匀抑制有所改善提高, 从而更适合移植在识别中.



(b)采用分区域均匀法匹配

图 7 采用分区域均值抑制匹配定位图

#### 5 结论

从理论到实验结果表明, 无论是检测时间还是定位时间, 通过改进的区域划分的算法在尺度方向上取

函数极值作为各图像解析层的 Harris 角点, 提取的特征点具有较高的稳定性和计算速度. 它有效的解决了在尺度空间中, 对于提取的尺度规格化 Harris 角点的

数量较少、群聚现象, 最终的检测定位结果具有较高等的代表性和稳定性.

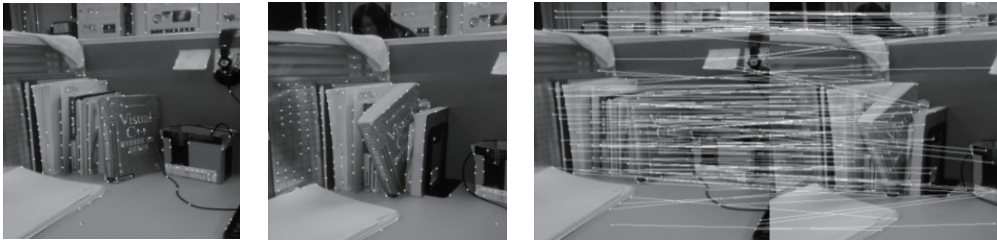


图8 采用分区域均值抑制匹配定位图

表1 图7与图8的实验结果比较

	初始点数		检测时间(s)		定位时间(s)		误点数	
	原算法	本算法	原算法	本算法	原算法	本算法	原算法	本算法
图7	58	29	0.89974	0.78895	1.34565	0.96463	12	4
图8	164	122	1.14047	1.10644	1.97245	1.43552	29	11

### 参考文献

- 1 Naikal N, Yang AY, Shankar S. Informative feature selection for object recognition via sparse PCA. Sastry Department of EECS, 2010, (2): 818-825.
- 2 杨恒,王庆.一种新的局部不变特征检测和描述算法. 计算机学报,2010,33(5)
- 3 李忠新,茅耀斌.基于对数极坐标映射的图像拼接方法. 中

国图象图形学报,2005,10(1)

- 4 高健,黄心汉.基于 Harris 角点和高斯差分的特征点提取算法. 模式识别与人工智能, 2008,21(2)
- 5 葛永新.图像匹配中若干关键问题的研究[学位论文]. 重庆:重庆大学,2011.
- 6 田建东.基于几何特征的快速高精度角点检测算法. 仪器仪表学报,2009,30(2).

(上接第 106 页)

基础.本文通过创建企业生产资源知识库, 综合应用信息处理技术, 以 MES 实施和组织异构产品的协同化生产, 有效地实现了服装大规模定制环境. 显然, 这种以信息化改造为手段, 促使企业实现生产模式转型的方法, 顺应了当前传统劳动密集型的服装企业产业更新和产业升级的发展趋势.

### 参考文献

- 1 约瑟夫.大规模定制--企业竞争的新前沿.北京:中国人民大学出版社,2000,7:50-230.
- 2 尹增明.ASP.NET Web 应用开发.北京:机械工业出版社, 2008,1:103-310.
- 3 王倩.服装大规模定制的发展态势分析.轻纺工业与技术,2011,40(1):39-41.
- 4 吴迪冲,顾新建.服装大规模定制特性分析.纺织学报, 2005,26(3):150-152.

- 5 刘辉. workflow 技术在中小企业 ERP 系统的应用.煤炭技术,2010,29(6):239-240.
- 6 张曼,裘建新.面向大批量定制的服装生产策略与模式研究.上海纺织科技,2006,34(6):78-80.
- 7 纪鹏,张红华.基于 PLM 的服装企业信息化系统分析.现代商贸工业,2009,21:265-266.
- 8 李仁旺等.大规模定制生产及其实施方法初探.中国机械工程,2001,12(4):405-408.
- 9 王晓云等.服装定制裁剪方案优化系统软件的开发研究.天津工业大学学报,2010,29(2):56-59.
- 10 凌晨等.基于 Web 的远程服装定制系统的设计与实现.计算机工程与设计,2005,26(2):375-379.
- 11 金周银,李仁旺.服装企业度身定制的客户订单管理系统的设计与实现.工业控制计算机,2010, 23(3):79-81.
- 12 刘北林,牟维哲.面向服装大规模定制的产品族模型研究.哈尔滨商业大学学报,2008,1:61-63.