

基于 SIFT 的边缘局部仿射的图像拼接算法

王楠楠, 王存睿, 段晓东, 焉德军

(大连民族学院, 辽宁 大连 116600)

摘 要: 本文针对累计误差形成的多幅图像拼接产生畸变的问题, 提出了一种基于边缘局部仿射的拼接算法, 在拼接过程中逐步衰减仿射变换, 使得图像在拼接过程中逐渐降低过仿射带来的畸变. 同时为从视觉上分析图像拼接过程特征点的变化情况, 本文还提出了一种基于特征点的骨架图算法, 通过拼接后骨架图的图像来分析各种拼接算法. 可以广泛应用于拼接算法的测试过程.

关键词: SIFT; 仿射变换; 拼接算法

中图分类号: TU391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)01-0035-03

A Edge-Local Image Mosaic Algorithm Based on SIFT

WANG Nan-nan, WANG Cun-rui, DUAN Xiao-dong, YAN De-jun

(Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

Abstract: In this paper, we present an edge-local image mosaic algorithm based-on SIFT feature. construct a local affine edge-based mosaic algorithm for reducing the cumulative error for stitching multiple images, and we gradually decay affine transformation in the mosaic process, make the mosaic image decreasing the distortion with over affine transformation. For the better analysis from visual about the process of change of feature points in image mosaic, this paper presents a skeleton graph algorithm based on feature points, skeleton graph can intuitive analyze the mosaic algorithms, this method can be widely used in the testing process of the image mosaic algorithm.

Key words: SIFT; affine transformation; image mosaic algorithm

1 引言

图像拼接是将具有部分相互重叠一组图片拼合成一副宽视角图像的过程, 图像拼接技术在空间探测、海洋勘测、医学影像、气象、地质勘测、军事侦察、视频压缩和传输, 视频的索引和检索, 三维重建, 刑事取证和超分辨率处理等领域都有广泛的应用^[1-4].

SIFT 作为图像的局部特征描述是 1999 年 D. G. Lowe 提出的, SIFT (Scale Invariant Feature Transform) 是具有里程碑意义的图像局部特征描述算子^[5-6], 这是一种基于尺度空间的, 对图像缩放、旋转甚至仿射变换保持不变性, 具有良好抗噪能力的图像局部特征描述算子. 如图 1 所示, 该方法通过

高斯金字塔模拟多对尺度下的图像, 并构建差分金字塔 DoG (Difference of Gauss), 检测 DoG 金字塔下的极值点来获取稳定的特征点. 2006 年 Bay 在此基础上提出了 SURF (Speeded Up Robust Features) 局部特征^[7], 提高了特征提取的速度.

在图像拼接过程中, 局部配准只能较为精确地对齐两幅图像. 如果多幅图像拼接, 会由于多幅图像叠加的误差积累导致拼接图像产生较大的偏差和重影.

本文提出一种边缘局部仿射的拼接算法解决问题, 在拼接过程中使得仿射变换随拼接边缘垂直方向进行衰减仿射变换, 进而提高多幅图像拼接效果; 同时, 本文还提出一种基于特征点的骨架图生成

收稿日期: 2011-05-12; **修回日期:** 2011-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (61040054, 60573124); 辽宁省自然科学基金项目 (20072197); 中央高校科研基金项目 (DC10020111)

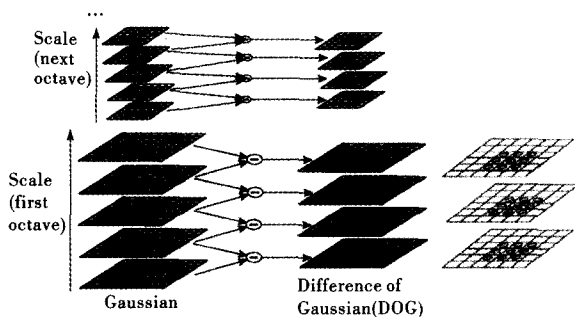


图1 多尺度金字塔和局部极值点

算法来可视化分析拼接过程和拼接效果。

2 边缘拼接仿射拼接算法

本文以尽量保留图像原始信息为原则,首先提取图像的 SIFT 的特征点,并进行匹配,采用 RANSAC 算法对匹配点对进行一致性过滤^[8-10],并确定拼接边缘及其边缘特征点.采用拼接边缘局部仿射的方法进行图像的变换.然后以拼接边缘为基准将后续图像进行仿射变换,具体步骤如下:

Step 1:通过特征点匹配和过滤找到稳定的匹配特征点.

Step 2:以拼接边缘上的特征点为基点,在稳定特征点几何中找到两个匹配对.

Step 3:以公式(1)为仿射变换公式,以 Step 2 得到的匹配对代入公式(1),求取相应参数.

$$\begin{bmatrix} \varphi_1(x, y) \\ \varphi_2(x, y) \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Step 4:将待拼接图像以公式(1)和 Step 3 得到参数值形成的方程组为仿射变换,每完成一行像素,则 $r = kr$, $k \in (0, 1]$, k 为衰减系数,根据图像大小而设定;

Step 5:完成仿射变换后,将其与基图像在拼接边缘进行拼接.

3 可视化拼接骨架图构建算法

图像拼接过程实际是两幅图像特征点整体和局部协调对齐的过程.为在实验中从视觉上能够清晰地观察匹配特征点在拼接前后的变换,本文构建了一种在特征点之间勾画直线,生成特征点之间的骨架图,利用骨架图拼接前后的对比来对拼接过程和仿射变换过程中特征点的偏移进行分析.具体步骤如下:

Step 1:从匹配图像中选定一副图像作为基准

图像,匹配的特征点为基准特征点.

Step 2:将基准特征点集沿一个方向进行排序,定义与拼接线平行方向为基准方向.

Step 3:定义一个空数组 P .

Step 4:按 Step 1 生成次序,以起始遍历点对特征点进行遍历,如果特征点加入数组 P 形成的数组 $P(y)$ 与未加入该点的数组 $P(x)$ 满足公式(2),则该特征点加入数组 P ,其中 $\theta = 0.5236$ (30°),第一次循环起始遍历点序号为 0;

$$\frac{\max(P(y)) - \min(P(y))}{\max(P(x)) - \min(P(x))} < \theta \quad (2)$$

Step 5:对每次得到的数组 P ,将排序后的每组内特征点依次连接构建邻居点.然后数组 P 内特征点从基准特征点集中剔除,以上次数组 P 内最后一个特征点为起始遍历点,重复 Step 3,直到起始遍历点为最后一个特征点.

通过上述算法得到的特征点骨架有以下特点:(1)每次得到的骨架结构是唯一的;(2)通过骨架结构描绘的图,线与线之间不交叉,结构清晰.

如图 2 所示,给出原始图片如图 2(a)所示,通过匹配和过滤得到稳定的匹配特征点如图 2(b),构建相应的仿射变换后拼接出图 2(c),利用本文提出的骨架图生成算法,对拼接后的图像依据原有图像进行骨架图绘制,如图 2(d)所示.

图中可以清晰地看出拼接后两幅图像在特征点的对齐情况,在拼接边缘,特征点对齐较好,在远离拼接边缘,骨架图中的偏差也逐步增大,同时两幅图像中的骨架图中连线保持平行,这也说明仿射变换保持原有图像中的物体的相对位置.

4 实验及结果分析

为验证本文提出基于边缘仿射的拼接算法的有效性,进行以下实验.图 3(a)是本文的实验图像,共计 6 幅不同角度拍摄的远景图像.利用传统完全仿射变换对图像拼接的效果如图 3(b)所示,在完全仿射变换拼接结果中可以看出,误差累计在增加,将图 3(a)的第 6 幅图片与图 3(b)中的高楼进行比较可以看出,图 3(b)已经产生了严重的仿射畸变.

本文提出的方法在实验中,其中衰减系数为 $k = 0.92$,如图 3(c)所示.可以看出一定程度解决了累计变换产生的误差,图像在拼接过程中衰减仿射变换,一定程度地保留原有图片的信息,具有较好的拼接效果.

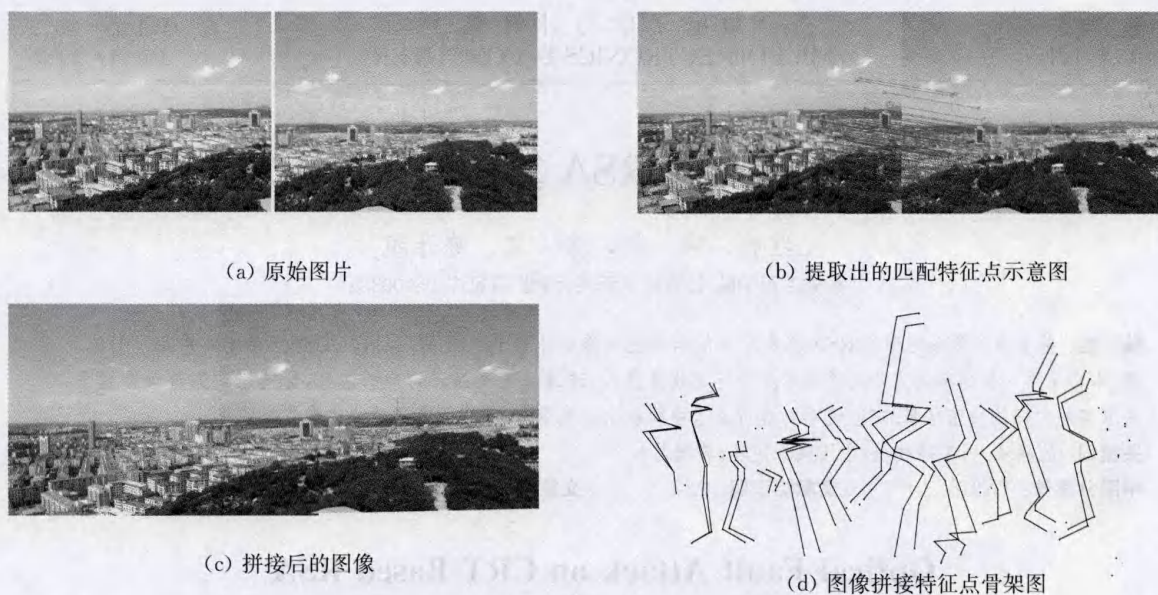


图2 特征点通过仿射公式变换后投影结果



图3 全景拼接

5 结束语

本文针对累计误差形成的多幅图像拼接产生畸变的问题,提出了一种基于边缘局部仿射的拼接算法,在拼接过程中逐步衰减仿射变换,使得图像在拼接过程中逐渐降低过仿射带来的畸变。

同时为从视觉上分析图像拼接过程特征点的变化情况,本文还提出了一种基于特征点的骨架图算

法,通过拼接后骨架图的图像来分析各种拼接算法,可以广泛应用于拼接算法的测试过程。

参考文献:

- [1] Brown M, Lowe D G. Recognizing panoramas[C]// the Ninth IEEE International Conference on Computer Vision. Washington, DC, USA, 2003: 1218-1225.
- [2] Shum H Y, Szeliski R. Panoramic image mosaics[R]. Microsoft Research Center, MSR-TR-97-23.

(下转第 41 页)

验,故障注入到计算 C_p 过程,观察到在功耗轨迹上有一个明显的尖峰.这样计算 C_p 出现错误,而计算 C_q 正确,能够使用前面介绍的攻击模型对系数 n 进行分解.

5 结束语

实验证明了能够通过激光照射开封后的微控制器,针对运行 CRT-RSA 算法的密码系统达到故障注入攻击的目的.本实验不需要十分昂贵的设备,而且攻击模型对故障注入点的精确度要求不高,这对 CRT-RSA 算法的安全性构成了很大的威胁,这类算法的防护工作值得商榷.

参考文献:

- [1] Paul Ckocher, Joshua Jaffe, Benjamin Jun. Differential power analysis [C] // 19th Annual International Cryptology Conference. California: Advances in Cryptology, 1999.
- [2] 邹程,张鹏,邓高明,等.差分功率分析攻击中的信号对齐方法研究[J].微电子学与计算机,2009,26(7):227-229.
- [3] Dakshi Agrawal, Bruce Archambeault, Josyula R, et al. : Cryptographic hardware and embedded systems

[C]// The EM Side-channel(s). California: Springer, 2003.

- [4] 邓高明,张鹏,赵强,等.针对密码芯片的电磁模板分析攻击[J].微电子学与计算机,2010,27(1):1-4.
- [5] Paul C koher. Timing attacks on Implementations of diffie-hellman, RSA, DSS, and other systems [C] // 16th Annual International Cryptology Conference. California: Advances in Cryptology, 1996.
- [6] Korobogatov S. Semi-invasive attacks-a new approach to hardware security analysis[D]. London: University of Cambridge, Computer Laboratory, 2005.
- [7] Skorobogatov S, Anderson R. Cryptographic hardware and embedded systems workshop 2002 [C] // Optical fault Induction attacks. California, 2002.
- [8] Boneh D, Demill R A, Lipton RJ. On the importance of checking cryptographic protocols for faults [C] // Proc. of Advances in Cryptology - EUROCRYPT'97. Konstanz, Germany, 1997, LNCS 1233: 37-51.

作者简介:

王红胜 (1968—),博士,副教授.研究方向为军事信息安全.

宋凯 男,硕士.研究方向为军事信息安全.

张阳 男,硕士,助教.研究方向为军事信息安全.

陈开颜 女,博士,副教授.研究方向为军事信息安全.

(上接第37页)

- [3] Szeliski R, Kang S. Direct methods for visual scene reconstruction [C] // IEEE Workshop on Representations of Visual Scenes. Cambridge, Massachusetts, USA, 1995: 26-33.
- [4] 赵向阳,杜立民.一种全自动稳健的图像自动拼接融合算法[J].中国图象图形学报,2004,9(4):417-422.
- [5] David G Lowe. Object recognition from local scale invariant features [C] // International Conference on Computer Vision. Greece, Corfu, 1999:1150-1157.
- [6] David G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant key points[J]. International Journal of Computer Vision, 2004,60(2):91-110.
- [7] Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, et al SURF: speeded up robust features[J]. Computer Vision and Image Understanding (CVIU), 2008, 110(3): 346-359.
- [8] Fishchler M A. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with app location to image analysis and automated cartography [J]. Communication

Association Machine, 1981, 24(6): 381-395.

- [9] 张炜,刘伟,普杰信.一种基于 SIFT 和区域选择的图像拼接方法[J].微电子学与计算机,2010,27(6):205-208.
- [10] 何小诚,黄凯,谭毅华,等.基于 Mean Shift 的自适应尺度变化跟踪算法研究[J].微电子学与计算机,2010,27(4):69-72.

作者简介:



王楠楠 女,(1980—),讲师.研究方向为图形图像处理技术.

王存睿 男,(1980—),讲师.研究方向为智能优化.

段晓东 男,(1963—),教授.研究方向为模式识别;

焉德军 男,(1965—),教授.研究方向为控制理论.