

一种改进的快速全景图像拼接算法^{*}

常 伟 刘 云

(青岛科技大学信息学院 青岛 266061)

摘 要: 全景图拼接是将具有共同部分的多幅图像进行组合,实现一幅全景图的过程。针对基于传统 SIFT(scale-invariant feature transform)算法全景拼接中的特征点匹配计算消耗时间过长和存在冗余错误的不足提出了改进。其中,传统算法的特征点匹配计算是基于 KD-tree 算法的树结构,由近及远地逐个查找并计算特征点的匹配度;改进后的最近邻搜索算法(best-bin-first, BBF)是先根据每个特征点的多维度分量特性对其进行优先级排序,查询时总是从优先级高的开始,来提高匹配计算效率。冗余错误问题则是通过随机采样一致算法(RANSAC)的优化迭代计算错误概率,代替传统方法的阈值筛选法来减低错误匹配点的出现次数。实验中分别对简单纹理图像和复杂纹理图像进行了拼接实验并与原算法比较,证明本算法的拼接精度和时效性的提升。

关键词: 全景图拼接; SIFT 算法; 最近邻搜索算法; RANSAC 算法

中图分类号: TP242.2; TN081 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4050

Improved rapid algorithm of image mosaic

Chang Wei Liu Yun

(College of Information and Technology, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: Image mosaic aims to accomplish a complete image with stitching multiple images which overlap with useful image features. The paper introduces an improved algorithm which is to overcome the drawbacks of long-time-costing in feature point matching and high rate of wrong matching points based on SIFT algorithm. In order to improve search efficiency when matching image features, the paper uses BBF (Best-Bin-First) search algorithm instead of KD-tree algorithm, because BBF matching method is carried out according to the priorities of SIFT features, which is established based on the significance of sub-feature within SIFT; While KD-tree matching algorithm is based on space position from nearness to farness. Furthermore, this paper applies modified RANSAC algorithm to purify wrong matched SIFT features by calculating their error probabilities; while the traditional way adopts a threshold to filter out these wrong matched feature points. Comparing test results with the original algorithm in terms of image mosaicking quality on simple texture images and complex texture images, the test results show that the proposed method can improve the accuracy and speed of image stitching.

Keywords: image mosaic; SIFT algorithm; BBF search algorithm; RANSAC algorithm

1 引 言

全景图像拼接算法的提出有其重要的实际意义,当需要对大视场区域进行图像检测时,因为摄影设备、光线和角度等各种因素的影响,一张图片很难包含所有的场景信息,需要组合两幅或者多幅具有相互重叠区域的图片来合成一幅完整的场景图^[1]。因此全景图像拼接在遥感、医学、军事等领域都有重要应用。

全景图像拼接是在图像处理领域占据重要地位,常用的全景图像拼接算法有 Harris^[2]、SURF^[3]、SIFT^[4] (scale-

invariant feature transform)等几种特征点检测算法。其中,基于 Harris 角点的拼接算法,由于 Harris 角点的尺度敏感性,使得特征角点的稳定性不足,造成拼接的图像有虚假错位现象。基于 SURF 的拼接算法,虽然 SURF 计算速度优于 SIFT,但当纹理丰富的图像细节缝合拼接时,由于 SURF 的纹理表达精度稍逊于 SIFT,因而,会造成匹配点误匹配较高。基于 SIFT 算法的图像拼接,虽然特征点具有尺度不变性和特征描述精准性的优势,但存在特征点搜索时间过长和错误匹配特征点优化过滤不足的问题。鉴于上述方法存在的问题,提出了一种改进基于 SFIT 的快速

收稿日期:2016-12

^{*} 基金项目:国家自然科学基金(61472196)、山东省自然科学基金(ZR2015FM012 资助项目)

全景图像拼接算法,使拼接效率得到提高,并且对于一些误匹配点进行提纯改进,有更强的鲁棒性。

2 改进的快速全景图像拼接算法概述

全景图像拼接的实现流程具体如图 1 所示。

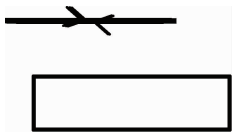


图 1 全景图像拼接基本流程

目前全景图拼接技术已经形成比较系统的方法,每一步骤都已经成型。首先要利用相机或手机拍摄需要的场景图,得到待拼接的图像,对拍摄的图像进行预处理以减弱干扰;接着对已经处理过的图像进行操作,分别搜索各自的特征点,找到特征信息并提取出来;然后对特征信息进行挑选和分类;利用信息得到待处理图像的参数,进行特征信息的配准;最后将匹配得到的图像进行图像拼接融合,用来消除和减弱拼接缝隙。在上述步骤中最关键的是图像配准,因此,针对加速配准速度和如何提高匹配精度提出了改进算法。

3 改进的图像配准算法

在全景图像拼接算法中图像配准是指对于同一场景,拍摄时间不一致,从不同的角度拍摄,相同或不同的传感器拍摄的两幅或多幅图像进行对准和叠加^[5-6]。本文对图像配准的性能进行改进,采用改进的 SIFT 算法进行图像配准,主要针对搜索特征点的低效率和出现的误匹配情况。

3.1 最近邻搜索 (Best-bin-firs, BBF) 算法代替 KD-tree 算法

针对传统的 SIFT 算法在搜索特征点时使用 KD-tree^[7-8]算法低效率的缺点,使用了 BBF 算法搜索特征点。BBF 算法基于最小优先级队列,根据节点与被查询点之间的距离由近及远地进行查找。这种算法规定了搜索的最大次数,能较快地找到最近邻点和次近邻点。KD-tree 算法是在树结构由近及远地查找特征点,并没有考虑这些点的本身特性,而 BBF 算法利用每个点的自身特性对其进行优先级排序,查询时总是从优先级高的开始^[9]。对比 KD-tree 算法的盲目查询,BBF 算法提高了搜索相似特征点的效率。

3.2 随机采样一致 (Random sample consensus, RANSAC) 算法代替距离比值法

传统的 SIFT 算法利用距离比值法与阈值的比较进行特征点的过滤,但由于阈值的设置与图像特征点间的特征并没有直接关系,大都采用一个统计经验值^[10]作为阈值。这种方法的缺点是如果设置的阈值过大就会有误匹配点,而如果设置的阈值过小就会使很多正确的匹配点被认为是误匹配点而丢弃,因此一般会采用比较大的阈值,此时得到的匹配点存在很多误匹配的情况。

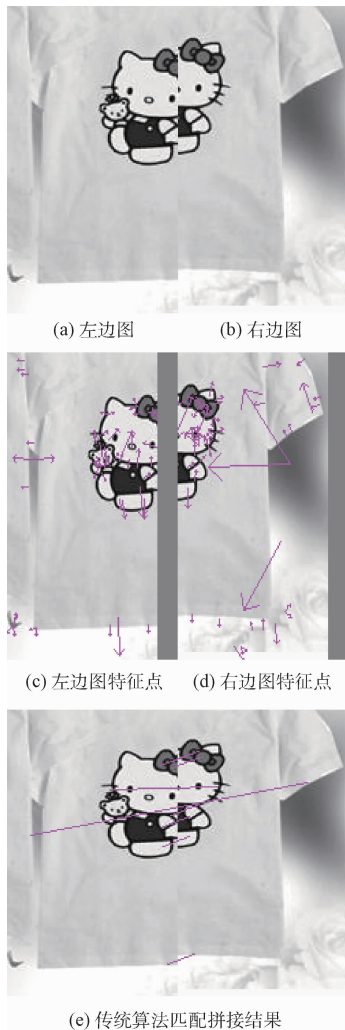
针对这种方法的不足,本文提出了一种提纯特征点的算法,或 RANSAC 算法。这种算法具体实现方法是在一组包含不准确点的观测数据集中,通过迭代方法估计数学模型的未知参数^[11]。根据图像特征点的特征确定错误度量函数,通过不断的迭代,当 RANSAC 算法计算出的变换矩阵错误概率小于错误度量函数的值时停止迭代^[12],以此可以完成对误匹配点的提纯。

4 实验设计

本实验是在 Windows7 系统下利用 VS2010 和 OpenCV2.4.7 平台完成。为了验证该算法的鲁棒性,分别选取了 3 幅简单纹理图像和 3 幅复杂纹理图像,并对它们实现拼接运算,观察拼接的效果。

4.1 简单纹理的图像拼接

图 2 选取的是 110×202 的两幅图像,通过 9 个特征点进行匹配,拼接用时为 1 s。图 3 选取的是 160×170 的两幅图像,通过 72 个特征点进行匹配,用时为 2 s。图 4 选取的是 220×288 的两幅图像,通过 45 个特征点进行匹配,用时为 3 s。



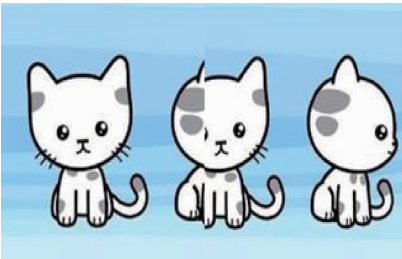


(f) RANSAC算法进行匹配

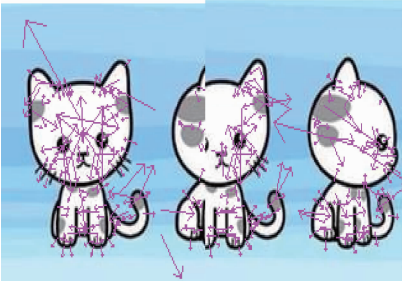


(g) 本文算法拼接结果图像

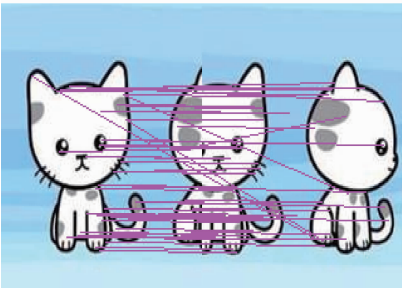
图 2 第 1 幅图的拼接过程和结果比较



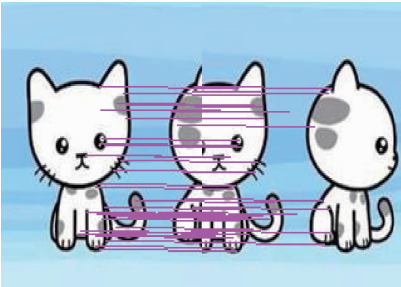
(a) 左边图 (b) 右边图



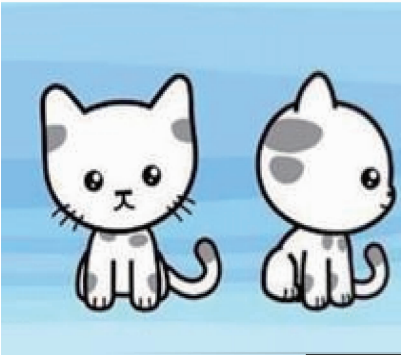
(c) 左边图特征点 (d) 右边图特征点



(e) 传统算法匹配拼接结果

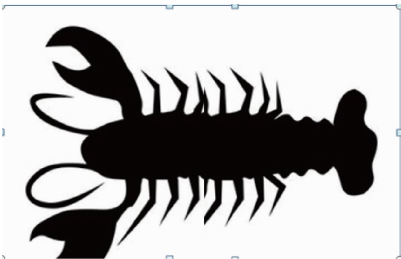


(f) RANSAC算法进行匹配

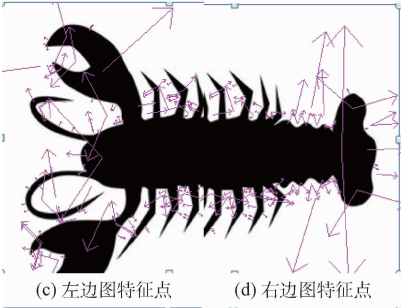


(g) 拼接目标图像

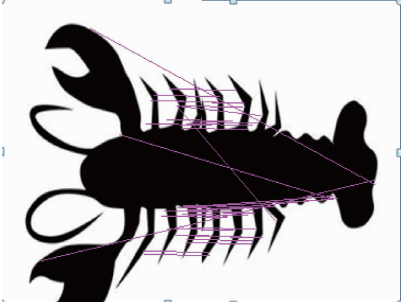
图 3 第 2 幅图的拼接过程和结果比较



(a) 左边图 (b) 右边图



(c) 左边图特征点 (d) 右边图特征点



(e) 传统算法匹配拼接结果

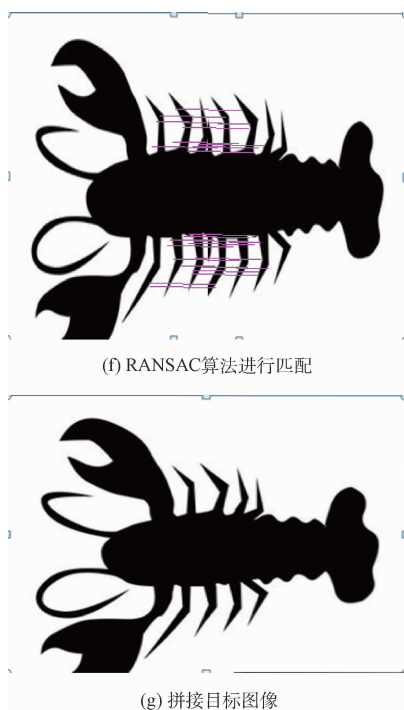


图 4 第 3 幅图的拼接过程和结果比较

实验数据分析,图 2(e)传统方法的拼接结果图像中有上下错位的错误,这是误匹配特征点导致的结果,经过 RANSAC 算法优化后,误匹配点得以排除,调整了对应点的缝合,重新匹配结果如图 2(g)所示,可以看到“T 恤衫”图像的精准配位。类似结果在图 3 和图 4 均有体现,图 3(e)传统方法的拼接结果图像中“小猫”图像被误拼接为“3 只小猫”,而实际上是只有“两只小猫”如图 3(g)所示。总之,经过分析这 3 对图像的拼接过程,可以观察到利用 RANSAC 算法可以有效地减少误匹配点,而且利用该方法进行全景图像的拼接能实现接缝处的平滑过渡,且对于特征点不是很明显的简单纹理图像也有较好的拼接效果。

4.2 复杂纹理的图像拼接

对于复杂纹理图像的拼接,仍然选取了 3 对需要拼接的图像,分别找到每幅图像的特征点,复杂纹理的图像特征点较多,所以对找到的特征点进行匹配时, RANSAC 算法的优势就更加明显。其中图 5 选取的是 270×375 的两幅图像,通过 104 个特征点进行匹配,用时为 7 s。图 6 选取的是 260×289 的两幅图像,通过 173 个特征点进行匹配,用时 7 s。图 7 选取的是 480×640 的两幅图像,通过 457 个特征点进行匹配,用时最长为 44 s。

由复杂纹理图像纹理丰富,因而复杂纹理图像存在着更多点的误匹配点,利用改进的算法可以有效地减少较多的误匹配点,比较图 5~7 中的图(e)和(f),经过 RANSAC 算法优化后,匹配对应点精简了许多,很多误匹配点被排除了,而且拼接效果较好,看不到融合部分的拼接缝,能较好地实现接缝处的平滑过渡。



图 5 第 1 幅复杂图像的本文拼接结果

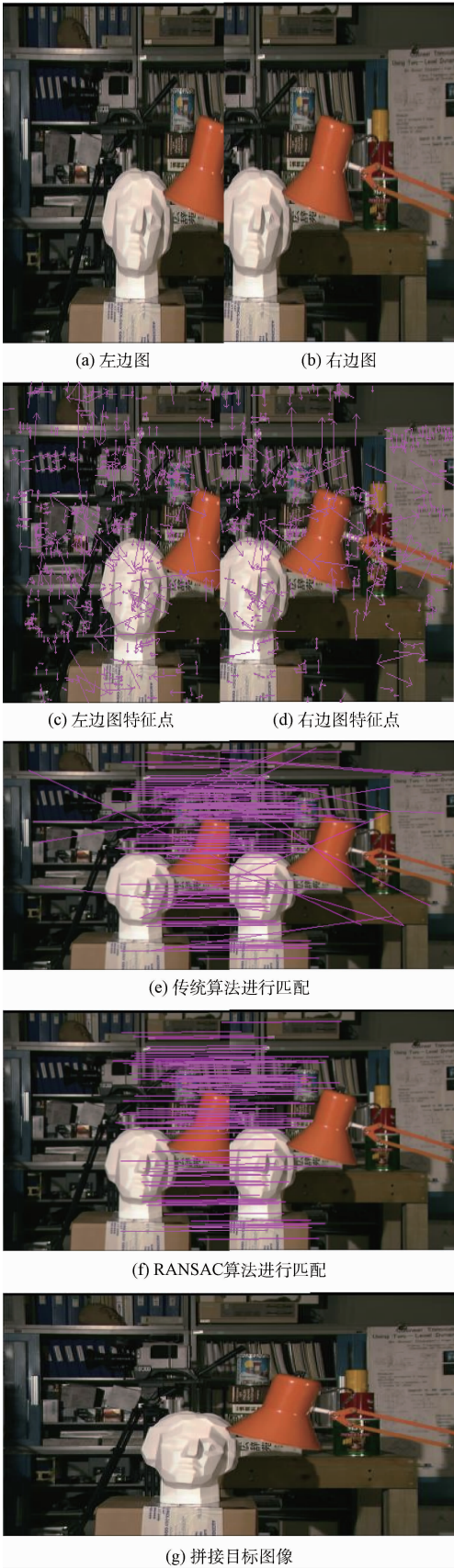


图 6 第 2 幅复杂图像的本文拼接结果

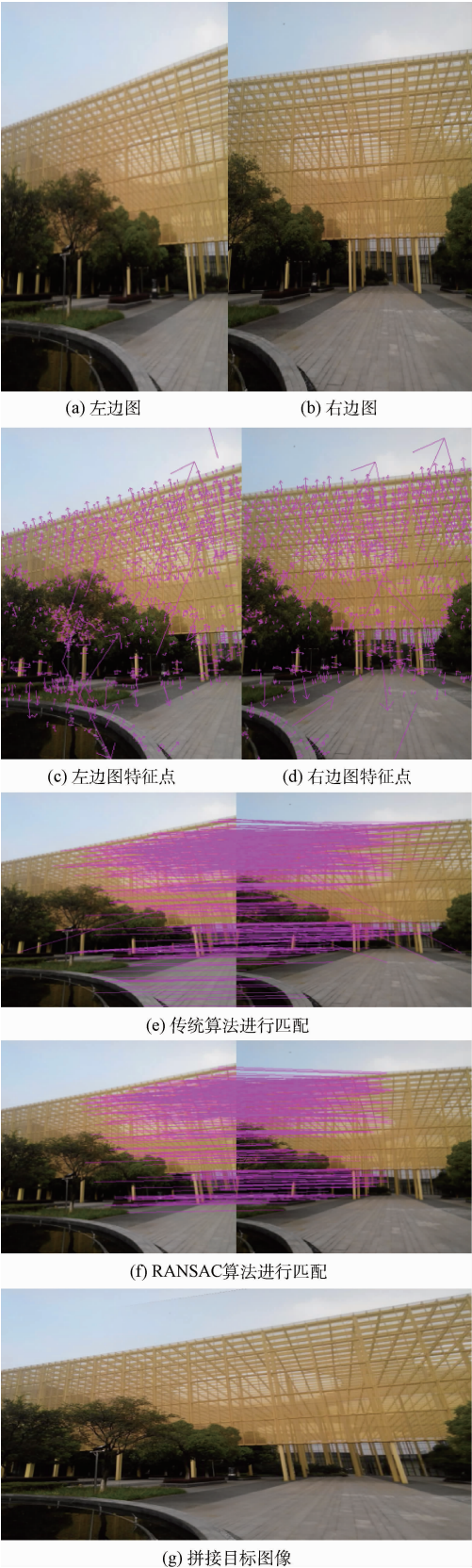


图 7 第 3 幅复杂图像的本文拼接结果

(下转第 99 页)