

# 基于相位相关法的图像拼接系统设计\*

周美丽 白宗文 延小进  
(延安大学 延安 716000)

**摘要:** 图像拼接技术可以将一组相关的图像碎片依据一定的方法进行拼接使其形成一幅完整的、高清的图像技术。为了快速、准确的对这些图像碎片进行拼接,研究了大量的图像拼接算法,并对这些算法进行实验测试,通过对各种算法进行比较、分析发现基于相位相关法的图像拼接算法其程序实现简单且具有好的鲁棒性。最后利用 MATLAB 语言开发了基于相位相关法的图像拼接系统,通过仿真、测试表明开发的系统与现有的图像拼接系统相比较具有较好的稳定性和准确性。可推广到实际生活中,具有一定的应用价值。

**关键词:** 图像拼接;图像配准;图像融合;图像分割

**中图分类号:** TN919 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

## Design of the image mosaic system based on phase correlation method

Zhou Meili Bai Zongwen Yan Xiaojin  
(Yanan University, Yan'an 716000, China)

**Abstract:** Image mosaic technology can make a group of mutually overlapping image sequence to match, take sample and fusion according to certain steps, which finally become a complete and HD image. In order to joint the image fragments quickly and accurately, a mount of image mosaic algorithm is studied in this paper. It is found that the image mosaic algorithm based on the phase correlation method is easy to realize and stitching accuracy through experiments. And finally the image mosaic system is developed in MATLAB. It proves that the system has good feasibility and accuracy through the simulation experiments. This system can be applied to real life, and have certain application value.

**Keywords:** image mosaic; image registration; image fusion; image segmentation

### 1 引言

近年来对于图像拼接(image mosaic)技术的研究已经日益的完善与成熟,应用也越来越广泛。尤其在计算机视觉和计算机图形学领域中,图像拼接技术就像一个枢纽把这两个领域紧密结合在一起。在计算机视觉领域中,图像拼接技术可以实现可视化场景描述;在计算机图形学领域中,它可以实现静态背景与真实物体的完美合成。不止如此,图像拼接技术也可广泛应用于军事领域和实际生活中,无论在军事方面还是在现实生活中,很多时候都需要全方位的立体场景图片,只有通过全方位的立体场景图片才能使观察者可以作细致的观察分析或宏观掌控。利用图像拼接技术就可以得到 360°全方位无死角的全景图

像。这一技术也可用于红外预警中。综上图像拼接技术已经深入军事、航空、生活等各大领域,是一项值得深入研究课题。

随着图像拼接技术应用的日益广泛,大量的图像拼接算法被研究并改进,主要工作是围绕图像的配准程度方面进行的,利用数学方法计算待配准图像区域和参考图像区域的灰度值差异,并对此差异进行分析、比较从而判断 2 幅图像重叠区域的相似程度实现图像配准;也可以通过 FFT 变换将图像进行时频变换,然后再进行配准。若在变换过程中位移量变化比较大时,可以对图像先校正后再建立 2 幅图像之间的映射关系从而进行配准;在基于特征相关的图像拼接方面,主要根据图像像素特征,对待配准图像对应特征区域进行配准,这种方法一直以来都很受青

收稿日期:2015-01

\* 基金项目:陕西省自然科学基金(2014JM8357,2014JQ2-6031)、延安市科学技术研究发展计划(2012kg-07,2013kg-15)、延安大学自然科学基金(YD2011-16)项目

睐,因为它具有较高的可靠性和鲁棒性<sup>[1]</sup>。近年来基于特征匹配的算法有很多,对比了大量有关特征匹配的图像拼接算法,并对这些算法进行了研究。最终对基于相位相关法的图像拼接技术进行改进,并利用 MATLAB 语言开发了基于相位相关法的图像拼接软件系统。

## 2 图像拼接流程

实现图像拼接的3个关键步骤是图像预处理、图像配准和图像融合。该文所设计的图像拼接系统流程如图1所示。

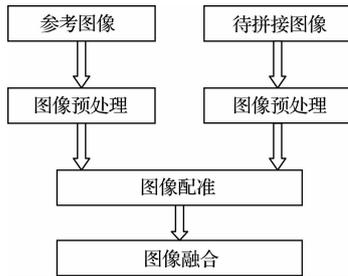


图1 图像拼接流程

图像预处理模块主要对2幅图像进行初步的处理从而为图像配准作准备,比如纠正待拼接图像和参考图像存在的明显几何畸变以及抑制噪声对图像的影响等情况。通常图像如果存在几何畸变,则要找出图像发生畸变的原因。采用纠正畸变的相应算法从被污染或发生畸变的图像信号中提取相关的信息,分析使图像污染或产生畸变的原因和步骤,按照其被污染的逆过程来恢复图像本来面貌。实际的复原过程是设计一个滤波器,使其满足预先规定的误差准则,最大程度地接近真实图像<sup>[3]</sup>。如果图像被噪声污染,通常是采用概率统计的方法对其进行分析,然后根据噪声情况,利用相应的去噪技术对图像进行处理。纠正图像几何畸变和抑制噪声是十分关键的问题,要尽量使图像质量处在一个较理想的情况下,从而避免影响图像配准的精确性而导致出现误匹配的情况。图像配准则是对预处理之后的2幅图像进行信息提取作比较,进而根据信息的相关性来实现图像的对齐与匹配问题。同时这也是整个图像拼接过程中最重要的步骤。该文着重研究了图像配准算法;图像融合是将完成了图像配准、对齐后的图像实现无缝隙拼接,从而将2幅图像合二为一。图像融合是图像拼接中最后一个环节,它利用各种图像处理技术来提高图像信息的利用率、改善计算机解译精度和可靠性、提高原始图像的空间分辨率和光谱分辨率,最终使融合图像形成一幅高质量的图像,此外在这一环节中还涉及图像边界处理,使的图像缝合处自然过渡,无视觉差异。数字图像拼接技术已经被广泛应用于数字地图拼接、全景图、虚拟现实等领域。综上即是图像拼接的步骤。

## 3 系统设计原理

图像拼接技术中的3个环节,每一个环节都有很多实现算法或方式,主要针对配准这一关键步骤做了研究。图像配准实际上就是将处在不同时间、不同角度的多幅图像,利用不同的方法获取并进行图像对齐的技术。通常在进行图像对准时要建立数学模型,取任意一待配准图像作为参考图像,余下的为搜索图像。然后在参考图上选取任一图像子块作为图像配准的模板并计算它的相位,将这一模板顺序在搜索图上移动并计算搜索图中的对应图像块的相位,比较二者的相位来判断是否相匹配。

这里选择了基于相位相关法来实现图像配准问题是因为这一方法编程简单且具有很好的稳定性。相位相关度法是基于频域的配准常用算法<sup>[7]</sup>。该算法利用了图像互功率谱中的相位信息进行图像配准,因此不受图像的亮度变化的影响,具有一定的抗干扰能力。由于频率谱尖锐突出,且位移检测范围较大,因此该方法也具有较高的匹配精度。设 $s, t$ 表示时域待配准数字图像。则其配准原理就是利用傅里叶变换的位移性质,对于2幅数字图像 $s, t$ 进行傅里叶变换如式(1):

$$S = F\{s\} = |S| e^{j\phi_s}, T = F\{t\} = |T| e^{j\phi_t} \quad (1)$$

若 $s, t$ 为在时域相差一个平移量,则在频域可表示如式(2):

$$S(\xi, \eta) = e^{-j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} T(\xi, \eta) \quad (2)$$

若两幅图像在频域中具有相同的幅值不同的相位,则两幅图像的相位差可以通过其互功率谱的相位来等效表示。图像的互功率谱表示如式(3):

$$\frac{T(\xi, \eta) S^*(\xi, \eta)}{|T(\xi, \eta) S^*(\xi, \eta)|} = e^{j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} \quad (3)$$

综上所述由式(2)和式(3)可知图像互功率谱的相位在幅频特性相同时可用来表示图像相频特性,故该方法称作相位相关法。相位相关法的优点是算法简单、运行速度快,对于亮度变化不敏感,且抗干扰能力强。其缺点是对于利用该算法进行图像配准时,它对于有50%左右的重叠区域的待配准图像有很好的效果,但当图像重叠区域很小时,它的配准容易造成误匹配。此外,从其原理式中可以得出该算法对于那些存在旋转、平移、比例缩放等问题的图像配准效果较好。

## 4 实验仿真与分析

该文利用相位相关法对待配准图像如图2(同一图像的分割结果)进行了配准,然后将配准之后,对待拼接图像进行边缘处理,然后进行图像融合,融合结果如图3所示。

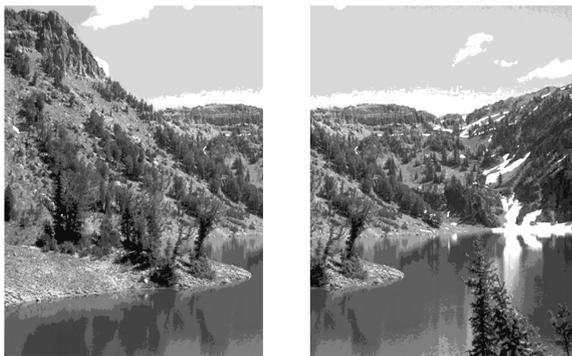


图2 待配准图像



图3 完成的拼接图像

由图像拼接测试结果可以得出。采用该文所开发的基于相位相关法的图像拼接系统进行图像配准后的拼接图像具有很好视觉效果。并且这里对具有不同比例重叠区域的平移图像拼接实验结果进行了统计,统计结果如表1所示。

表1 统计结果

重叠区域(%)	60	50	40	30
配准率(%)	98.41	87.65	75.56	55.79

通过对上述实验结果分析、总结得出,利用该系统进行图像拼接的图像配准率有所提高,而且具有很好的图像拼接效果,尤其是对具有旋转、平移、比例缩放等变换的图像进行配准,其匹配效果很好,可信度也很高。但也存在一定的局限性,比如对于一些发生扭曲的图像或不完整的图像,利用该系统进行配准就会存在误匹配。因此利用该图像拼接系统实现图像拼接问题时选择合适的图像很重要。

## 5 结论

利用 MATLAB 语言对图像拼接中的各个算法步骤设计了相关模块,从而开发了图像拼接系统,此系统通过实验仿真验证,结果表明与现有的图像拼接系统相比较,开发的基于相位相关法的图像拼接系统具有编程简单、鲁棒性好且图像配准率也有所提高,尤其对于平移、旋转等图像的拼接具有很好的效果。但该系统也存在一定的局限性,要使其得到更加广泛的应用,还需要在图像预处理模块给予更多的考虑或者对图像配准模块进一步改进。

## 参考文献

- [1] 武风波,汪峰. 基于 HVS 的小波变换数字图像水印算法[J]. 应用光学,2014,31(2):254-258.
- [2] 杨帆,白宝兴. 基于多视点云拼接算法研究[J]. 长春理工大学学报:自然科学版,2014(3):124-127.
- [3] 付春平. 一种基于 HVS 和 DCT 的数字水印算法的研究[D]. 苏州:苏州大学,2008.
- [4] 赵齐月,毛征,张庆龙,等. 基于局域熵值分布图的目标分割及质心计算[J]. 国外电子测量技术,2014,33(2):33-36.
- [5] 牛涛,沈为,张之江,等. 基于图像间相关性的光场压缩感知[J]. 电子测量技术,2014,37(3):58-61.
- [6] 王勇,王宇庆,赵晓晖,等. 图像质量客观评价的复数矩阵结构相似度方法[J]. 仪器仪表学报,2014,35(5):1118-1129.
- [7] 尹玉萍,刘万军,张冲,等. 基于动态聚类的文档碎纸片自动拼接算法[J]. 计算机工程与应用,2014(18):162-166.
- [8] 朱琳,王莹. 基于改进快速鲁棒特征的图像快速拼接算法[J]. 计算机应用,2014(10):2944-2947.
- [9] 李高西,曹军,张福元. 基于视觉灵敏度及粗集的彩色图像滤波算法[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(2):211-217.
- [10] 刘敏. 全景图自动拼接生成系统研究[D]. 南宁:广西大学,2014.
- [11] 徐光勇,蒲桃园,母轩. 红外搜索系统视频图像拼接算法及其应用[J]. 数字技术与应用,2014(3):108-109.

## 作者简介

周美丽,1981 年出生,硕士研究生,讲师。主要研究方向为图像处理、信号检测。

E-mail:zml\_beauty@sina.com