

基于图切割的多频带融合图像拼接

欧阳宁, 翟紫伶, 首照宇, 张彤, 袁华

(桂林电子科技大学 信息与通信学院, 广西 桂林 541004)

摘 要: 由于在视频帧间隔不大的图像拼接过程中, 重叠区域存在运动物体和配准误差时, 简单的融合会产生融合鬼影和拼接缝隙. 针对上述两个问题, 首先利用 SURF 提取特征点, 经过配准求单应性矩阵得到图像的重叠区域, 再通过基于网络最大流的图切割查找到全局最优的缝合线, 最后使用多频带融合得到宽视野的全景拼接图. 实验结果表明, 该方法在消除鬼影和拼接缝隙方面具有很好的效果.

关键词: 特征匹配; 图切割; 最大流; 多频带融合; 图像拼接

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)07-0107-04

Image Stitching of Multi-band Blending Based on Graph Cut

OUYANG Ning, ZHAI Zi-ling, SHOU Zhao-yu, ZHANG Tong, YUAN Hua

(School of Information and Communication Engineering,
Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: As the image stitching process between the small interval video frame, a simple integration will produce fusion ghosting and the stitching gap in the overlapping regions when there is the moving object and the registration error. for resolving these two problems, First, use of the SURF to extract the feature points, and the overlapping areas of the image to be gotten by homography matrix after the feature registration, and then there is the global optimum suture to be found by graph cut based on the maximum flow of network. the last, it is used to the multi-band blending to have a panorama stitching image with wide view. Experimental results shows that this method has a good effect in eliminating ghosting and stitching gap.

Key words: feature registration; graph cut; maximum flow; multi-band blending; image stitching

1 引言

图像拼接技术是研究如何利用几幅小视角的图像拼接成一幅大视角的图像^[1], 消除鬼影和拼接缝隙更是图像拼接中研究的热点和难点. 鬼影(Ghosting)是指在全景图的拼接中, 由于同一物体部分重叠而导致融合后产生双重图像的现象. 鬼影分为两种: 配准鬼影和融合鬼影. 配准不准确而使融合后产生双重图像, 因此要尽量提高配准精度来减小配准鬼影, 文献[2-3]已经较好的消除了配准鬼影. 而融

合鬼影是由于重叠区域含有运动物体, 导致融合后运动物体叠加, 这可以通过在运动物体区域取一幅图像中的像素进行合成来彻底消除. 基于网络最大流的图切割(graph cut)算法就是寻找一条全局最优的缝合线来缝合含运动物体的图像.

拼接缝隙的消除可采用多频带拼接融合算法(multi-band blending)^[4-5]. 由于多频带融合是通过将图像分解成多幅尺度图像再合成, 不仅可实现整图范围内的融合过渡, 并可降低对配准误差的敏感度. 因此, 在提取具有旋转不变性和尺度不变性的

收稿日期: 2012-10-17; 修回日期: 2012-11-13

基金项目: 广西自然科学基金(2011GXNSA018158, 2010GXNSFC013014, 2012GXNSFAA053231, 2012GXNSFBA053014, 桂科攻 11107006-45, 桂科能 10183006-2); 广西教育厅科研项目(201202ZD040, 201204LX146); 桂林市科技开发项目(20120104-10)

SURF 特征点之后,进行高精度的特征匹配计算几何变换模型,从而得到图像之间的重叠区域,并采用一种基于图切割的多频带融合的全景图拼接,即基于网络最大流的图切割将重叠区域分割成两个子图像,最后进行多频带融合,实现重叠区域的平滑过渡。

2 特征匹配

当提取出图像的兴趣点之后,就要在两幅图像之间完成兴趣点的匹配,即把反映相同物理位置的兴趣点之间建立对应关系,然后计算出两幅图像间的几何变换模型,从而完成后面的图切割与拼接工作。实现流程如下:

第一步,取视频中相邻帧或相隔几帧的两幅图像 A 和 B,利用 SURF^[6] 分别提取特征点标记为 F_A 和 F_B ,由于是 SURF 特征点,因此本系统能够处理旋转和尺度变换的图像。

第二步,采用 K 最近邻(K-Nearest Neighbor, KNN) 分类算法匹配先前提取的特征点 F_A 和 F_B ,这里设置 $K = 2$,计算最邻近匹配对距离 m_0 和次邻近匹配对距离 m_1 。为了提高匹配率,设置一个距离比系数 $match_conf$ (这里 $match_conf = 0.3$),当满足以下条件时,则最近距离匹配对保留,否则剔除。

$$m_0 < (1 - match_conf) * m_1 \quad (1)$$

第三步,利用 RANSAC^[7] 估计单应性矩阵 H ,并通过单应性矩阵 H 将图像 A 映射到图像 B 求得重叠区域 Ω_{AB} 。

3 最佳缝合线搜索

3.1 图切割简介和最大流问题

图切割是一种图论方法,是将图像映射为带权的无向图,表示为图 $G = (V, E)$ 。其中, V 表示整个图 G 中所有像素点的集合, E 表示图 G 中连接相邻两像素点的有向边的集合。文献[8] 将图切割算法应用到了物体的分割且将移动物体顺序保留。图切割解决的能量问题,函数的一般形式为:

$$E(f) = E_{smooth}(f) + E_{data}(f) \quad (2)$$

其中, $E_{smooth}(f)$ 表示相邻两个像素间的相似度, $E_{data}(f)$ 表示标记值与实际观察值之差。

文献[9] 将相应的连续最大流最小割的约束模型应用到交互式图像分割/标签的问题,最优化某些重要的能量函数,并根据能量函数的结构建立了一个具有两个终点的网络图,通过求解网络图的最小切割获取二元标号的全局最优解。如图 1 所示,对

3×3 的图像区域用两个标记源点(s) 和汇点(t) 进行划分以达到能量差最小。图 1(a) 中存在两种弧,分别是源点或汇点发出权值为 $E_{data}(f)$ 的 t 弧和连接相邻像素的权值为 $E_{smooth}(f)$ 的 e 弧。图切割就是要将这幅带权有向图分成两部分,也就是要找到能量最小的一个切割。图 1(b) 中的 cut 线就表示这样的切割。

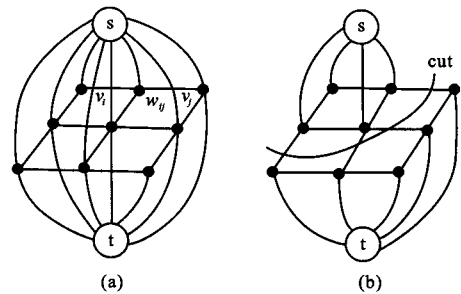


图 1 图切割示意

3.2 最佳缝合线的建立

在两幅图像 A 和 B 重叠区域 Ω_{AB} 使用基于网络最大流的图切割技术寻找最佳缝合线的基本过程如下:

首先,构建与两幅图像 A 和 B 的重叠区域 Ω_{AB} 对应的加权图。图中节点代表重叠区域中对应的像素点,边是两相邻像素之间连接的边,增加二元标记源点 S 和汇点 T,它们分别与两幅图像的边缘像素点连接。

其次,根据式(3) 计算所有边的权值,并初始化重叠区域有向图 $G = (V, E)$ 。假设一条边所连接的两个像素点分别为 a 和 b ,则该边的权值定义为:

$$W(a, b) = \|A(a) - B(a)\|_2 + \|A(b) - B(b)\|_2 \quad (3)$$

其中, $\|\cdot\|_2$ 表示 2-范数, $A(a), B(a)$ 分别是图 A 和图 B 在节点 a 对应的像素值。权值计算两幅图像在 a 和 b 两点的相似度,由于在边界上的梯度较大,所以鼓励在边界上切割。连接 S 和 T 的边的权值设为 ∞ ,表示连接 S 的像素必须来自图像 A,连接 T 的像素必须来自图像 B,这样可以保证切割线不穿过重叠区域的边界。

最后,采用网络最大流方法将该图分割成两个子图,其中一个子图包含源点 S,另一个子图包含汇点 T,而且连接这两个子图的边的加权和为最小。

图 2 表示一个大小为 3×3 的重叠区域图,虚线表示得到的最佳切割线的位置。图 3 是一幅具体图像找到的最佳缝合线的示意图。白色区域表示图像 A 保留的像素,黑色区域表示图像 B 保留的像素。

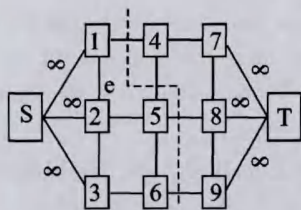


图2 重叠区域的图切割线



图3 图切割的缝合线

4 多频带融合

特征融合方法是在图像配准精度较高时,效果良好.文献[10]中采用的特征融合方法的前提就是重叠区域内进行加权叠加的像素点是正确对应的.所以在配准精度不高,存在几何错位时,特征融合会产生拼接缝隙.多频带融合弥补了特征融合的缺陷,该方法基本思想就是把两幅待拼接图像在重叠区域经过图切割分割成A和B,并把这两部分分别分解成不同频段的一组图像,构建出两个Laplacian金字塔,然后在金字塔的不同层面进行拼接,拼接之后再重构出图像,完成拼接图像的显示.具体实现步骤如下(这里只做两层,band=2):

(1) 图像A、B之后经过图切割之后的图像分别标识为 I_A 和 I_B ,如图4所示.

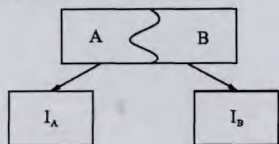


图4 图切割后的图像标识

(2) 构建高斯金字塔。 I_A 和 I_B 作为金字塔第一层,表示为 GA_0 和 GB_0 。分别对第一层进行2倍降采样,经过高斯滤波就得到 GA_1 和 GB_1 ,如式(4)所示.

$$GA_1 = w * (GA_0 \downarrow 2) \quad (4)$$

(3) 构建Laplacian金字塔。 LA_1 和 LB_1 就是 GA_1 和 GB_1 。 LA_0 、 LB_0 由如下得到:

$$LA_0 = GA_0 - w * (GA_1 \uparrow 2) \quad (5)$$

(4) 重构拼接图像.利用 LS_A 和 LS_B 重构原图像:

$$LS_A = LA_0 + w * (LA_1 \uparrow 2) \quad (6)$$

5 实验结果及分析

实验测试平台为VS008,CPU Intel(R) Core(TM)2 Duo,内存为2.2GB.对含多运动物体的教学楼全景图拼接.

图5~图7显示了采用基于图切割的多频带融合方法得到的拼接图.图切割方法较好的避开了运动物体,使运动物体在切割之后只出现一次,消除了模糊现象,且看不出任何的拼接缝隙.因此,图切割方法不仅能消除单一运动物体,也能消除多运动物体,使适用性更广泛.



图5 图切割+多频带融合拼接



图6 含单一运动物体的图像



图7 含单一运动物体的图切割+多频带融合拼接

6 结束语

对于帧间隔不大,含运动物体的图像拼接存在的鬼影和拼接缝隙问题,采用具有旋转不变性和尺度不变性的SURF算法提取特征点,通过特征匹配求取单应性矩阵并得到重叠区域,在重叠区域采用基于网络最大流的图切割算法.避开了运动物体,找到一条最佳的缝合线.同时使用多频带融合,消除了拼接缝隙和模糊效果,不仅对单一运动物体还是多运动物体都达到明显的效果.因此在追求拼接效果

方面具有实际应用价值。

参考文献:

- [1] 郭李云, 欧阳宁, 莫建文. 长视频序列拼接[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(14): 183-185.
- [2] Yingen Xiong, Kari Pulli. Fast panorama stitching for high-quality panoramic images on mobile phones[J]. IEEE Transaction on Consumer Electronics, 2010, 56(2): 298-306.
- [3] Koo H I, Cho N I. Feature-based image registration algorithm for image stitching applications on mobile devices[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2011, 57(3): 1303-1310.
- [4] Matthew brown, david g lowe. Automatic panoramic image stitching using invariant features[J]. International Journal of Computer Vision, 2007, 74(1): 59-73.
- [5] Allene C, Pons J P, Kerive N R. Seamless image-based texture atlases using multi-band blending[C]// Proc of International Conference on Pattern Recognition. Tampa, Florida, USA: [s. n.], 2008: 1-4.
- [6] 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.
- [7] Luo J, Gwun O. Surf applied in panorama image stitching[J]. Image Processing Theory Tools and Applications (IPTA), 2010: 495-499.
- [8] Liu Xiao-qing, Veksler O, Samarabandu J. Order-preserving moves for graph-cut-based optimization[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2010, 32(7): 1182-1196.
- [9] Jing Yuan, Egil Bae, Xue Cheng Tai. A study on continuous max-flow and min-cut approaches [J]. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010: 2217-2224.
- [10] 王会峰, 刘上乾, 汪大宝, 等. 旋转扫描序列图像的全景图拼接方法[J]. 光学学报, 2009, 29(5): 1211-1215.

作者简介:



欧阳宁 男, (1972—), 硕士, 教授. 研究方向为图像处理、数据融合、智能信号处理.



翟紫伶 女, (1986—), 硕士研究生. 研究方向为图像与智能信息处理.

首照宇 男, (1974—), 硕士, 副研究员. 研究方向为图像融合与拼接、图像识别.

张彤 男, (1973—), 硕士, 副教授. 研究方向为数字图像处理.

袁华 男, (1975—), 硕士, 讲师. 研究方向为图像处理、智能信号处理.