

块拼接纹理合成算法在图像拼接中的应用

侯顺风,张佑生,江 涛

(合肥工业大学 计算机与信息学院,安徽 合肥 230009)

摘要:小面积图像往往满足不了人们在工作中的需求,很多时候人们需要是大面积的图像,因此就需要一种算法来将相关的小范围拍摄的图像拼接成大图像,即实现全景图拼接。文中从块拼接纹理合成出发,并对块拼接纹理合成算法进行改进,将块拼接的原理应用到图像拼接上,并对像素加入与人视觉有关的权值进行接缝处理。实验结果表明,该方法简单实用,对于基本的由不同方位拍摄的图像都可以通过本算法进行拼接,并通过对接缝处的处理,取得了较好的结果。

关键词:纹理合成;块拼接;图像拼接

中图分类号:TN911.73

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)07-0247-03

Application of Patch - Based Texture Synthesis in Image Creating

HOU Shun-feng, ZHANG You-sheng, JIANG Tao

(School of Computer Science, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Small images always can't satisfy people's requirements in our works, because we need larger images in most time. So an algorithm that can create bigger images from small ones is desired, namely, panoramic creating technology. This paper presents an application based on patch - based texture synthesis. Optimize the algorithm, apply the theory to panoramic creating and add some weights related to our vision in pixels. Some experiment results show that this algorithm is easy and useful, and works well on bigger images creating screened from different orientation which are dealt with in seams.

Key words: texture synthesis; patch - based; image creating

0 引言

在人们日常工作中,很多时候需要视野广阔的图像,而普通相机拍摄出来的图像显得视野比较狭窄,无法满足使用者的需求。虽然现在的很多数码相机有图像拼接功能,但也只是简单粗糙的拼接,效果往往不佳,这时就需用一种算法来将相机拍摄出来的局部图像合成全景图,这就是全景图拼接技术。目前使用的方法主要是通过一些强大的数字图像处理软件(例如photoshop等)来对数字图像进行专业的特效处理,但却需要有经验的专业人员进行复杂的手工操作,并不能达到“智能计算机”自动处理的目的^[1]。全景图像拼接的算法主要有基于灰度和基于特征的方法。基于灰度级的方法是一种非线性优化技术^[2],需要上百次的迭代,因此计算量很大;基于特征的方法是通过计算两

组图像的特征相关性,利用匹配点估算出图像间的变换关系,进而通过变换矩阵将图像投影到参考图像中去。近年来,由Lowe提出的比例不变性的特征点(SIF)^[3],取得了很好的拼接效果,并对视点变换、光照、噪声等具有鲁棒性。

笔者认为,由于图像中各种场景都可以视为纹理,拼接区域通常也都在纹理当中,因此可以用纹理合成的方法来消除拼接过程中出现的接缝问题,并能取得较好的效果。

基于样图的纹理合成(Texture Synthesis From Sample, TSFS)是近年来计算机图形学研究的热点之一,它既克服了传统纹理映射技术造成的纹理接缝和纹理扭曲现象,也避免了过程纹理合成中参数的繁琐调试过程,在纹理填充、图像编辑及真实感图形绘制等方面有着广泛的应用^[4,5]。TSFS的基本思想是:基于给定的小样图的纹理特征,生成大面积相似并且连续的曲面纹理。基于样图的纹理合成算法可分为基于点和基于块的方法。基于点的合成方法每次只合成一个像素,因此需要花费大量的时间;基于块的合成方法在

收稿日期:2006-09-11

作者简介:侯顺风(1980-),女,河南南阳人,硕士研究生,研究方向为图像处理、纹理合成;张佑生,教授,博士生导师,研究方向为计算机图形学、图像识别与理解、智能CAD等。

时间上具有一定的优越性,但如果接缝处理不好,效果往往不理想。对于大多数的纹理,马尔可夫随机场模型(MRF)是一种很好的逼近。

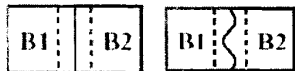
在 1999 年的 ICCV 会议上 Efros 和 Leung 提出的非参数采样算法^[6]就是基于点的合成算法,虽然对大多数纹理都取得了很好的效果,但耗时过长,并不实用。在 SIGGRAPH 2000 会议上 Wei 对其进行改进,提出了一种基于像素点的 L 形邻域搜索纹理合成算法^[7],并采用多分辨率模型进行匹配,同时利用树形矢量量化技术(Tree Structure Vector Quantization, TSVQ)加速合成过程。Wei 的算法合成速度快、效果好。在 SIGGRAPH 2001 会议上, Efros 又提出了一种基于块拼接的纹理合成算法^[8],不仅对大多数纹理合成取得很好的效果,并且合成速度很快。同年在 ACM 图形学报上, L. Liang 等人得出了基于块采样的实时纹理合成^[9],也取得了很好的效果。

笔者在研究过程中发现,将基于块拼接的纹理合成算法应用到图像拼接中,可以将不同方位检测的小范围图像拼接为用户需要的大面积图像,同时在边界接缝处理过程中对像素加入与人视觉相关的权值进行融合处理,可以取得较好的合成结果。

1 基于块拼接的纹理合成

块拼接纹理合成的基本思想是:通过给定样本纹理中划分不同的纹理基元,纹理在拼接时相互重叠,重叠部分通过查找误差最小的路径以实现拼接。

纹理基元以能表现样本纹理的基本特征为宜。这里以两块纹理的拼接为例简述块拼接过程,用 B1、B2 表示两纹理块,重叠拼接后如图 1(a)所示。在对重叠区域进行处理时,选取误差最小的路径作为两块纹理的分界线,左边采用 B₁ 的纹理块,右边则采用 B₂ 的纹理块,最优路径的最终选择如图 1(b)所示。



(a) 重叠的相邻纹理块 (b) 最小误差路径

图 1 纹理块重叠区域示意图

Efros 是这样选取最优路径的:图 2 为重叠区域中最优路径表示,图 3 为符号化图表。图 2 和图 3 之间是重叠区域的一一对应,这里用符号进行表示,以便说明。

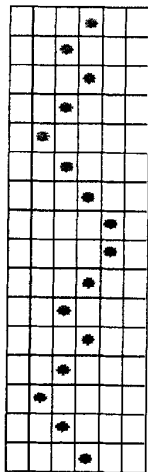


图 2 最优路径示意图

E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}
E_{21}	E_{22}	E_{23}	E_{24}

图 3 重叠区域符号化图表

E_{ij} 的计算公式如下:

$$E_{ij} = \begin{cases} e_{ij}, & i = 1 \\ e_{ij} + \text{Min}\{E_{i-1,j-1}, E_{i-1,j}, E_{i-1,j+1}\}, & i > 1 \end{cases}$$

其中 e_{ij} 是重叠区域对应像素的欧氏距离,计算公式如下:

$$e_{ij} = \sum \sqrt{(R(p_{ij}) - R(q_{ij}))^2 + (G(p_{ij}) - G(q_{ij}))^2 + (B(p_{ij}) - B(q_{ij}))^2}$$

式中, R, G, B 分别表示邻域中像素的红、绿、蓝特征分量。

得到所有的 E_{ij} 值后,按行依次比较,每行取 E_{ij} 最小的像素点作为分界点,由此得到最优路径,然后按最优路径对图像进行拼接。图 4 为用块拼接方法生成的大样图纹理。

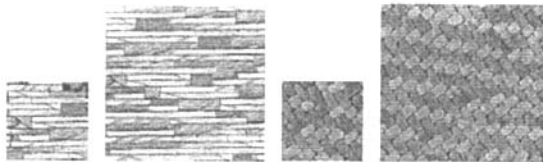


图 4 利用块拼接方法得到样本纹理 2 倍尺寸的输出

2 相位相关法

在相机拍摄过程中并不能保证所得图像在同一水平视角,这就需要用一种方法将它们转换成同一水平视角。相邻两幅图像间的位移、旋转和比例的变换,可以通过图像傅里叶变换的特性得到^[10]。假设两幅图像为 f_1, f_2 , 它们的傅里叶变换分别为 F_1, F_2 , 则有 $F_1 = |F_1| \cdot e^{j\alpha}, F_2 = |F_2| \cdot e^{j\beta}$ 。设 f_1, f_2 之间的位移为 (x_0, y_0) , 那么 F_1, F_2 之间的对应关系是:

$$F_2(\xi, \eta) = e^{-j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} * F_1(\xi, \eta)$$

相邻两幅图像的互能量谱(Cross - power Spectrum)是:

$$\frac{F_1(\xi, \eta) F_2^*(\xi, \eta)}{|F_2(\xi, \eta) F_2^*(\xi, \eta)|} = e^{j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)}$$

这里 $F_2^*(\xi, \eta)$ 是 F_2 的复共轭阵, $e^{j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)}$ 的反傅里叶变换是一个冲击函数。找出函数最大值的位置,即得到两幅图像的大致相对位移。

3 接缝处理

由于通过相位相关法得到的图像相对位移并不是精确的,所以在用块拼接纹理合成的方法拼接后会有—定的缝隙,通常用图像融合进行处理。

图像融合是把来自不同时间或不同成像设备对同一目标检测的多幅图像数据采用某种方法进行处理,生成一幅能够有效表示出该图像的检测信息。虽说现在的很多数码摄像机都有此功能,但需要很严格的手动操作,再加上外界条件的影响,拼接出来的效果往往不是很理想。并且,简单的融合技术只是淡化拼接区域的像素值,会引起接缝的模糊现象出现。这里采用给利用最优路径得到的像素点加权值的方法进行优化。

当人们从视觉角度观察图像时,每个像素对肉眼和心理的刺激是不同的,人往往对图像中变化尖锐的地方反应敏感,而对图像中变化平缓的地方反应相对迟钝^[11]。基于这一点,可以通过对接缝处像素增加相应的权值来进行边界处理。在这里,先选取一个窗口,窗口的大小根据边界点的位置进行变化,以保证边界点在窗口中所处位置的均衡性,假设边界点的取值范围为 $0 \leq P \leq h$ (图像的高度),那么窗口的选取为:

$$W_{n \times m} = \begin{cases} m = N/2 + P, & P \leq N/2 \\ m = N, & N/2 < P \leq h - N/2 \\ m = N/2 + h - P, & h - N/2 < P \leq h \end{cases}$$

在每个窗口中,边界上的点定义为 P 点,相对于 P 点的窗口内的其它点定义为 Q 点,则 P 、 Q 的颜色误差定义为:

$$C_{pq} = \sqrt{(R_p - R_q)^2 + (G_p - G_q)^2 + (B_p - B_q)^2}$$

P 、 Q 的距离定义为:

$$L_{pq} = \sqrt{(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2}$$

根据以上两公式, P 点的权值可按如下公式定义:

$$\omega_p = 1 + \frac{1}{N} \sum_{\substack{q \in W_p \\ q \neq p}} \frac{C_{pq}}{L_{pq}} \times \gamma$$

式中, N 是除 P 点外的窗口内像素个数, γ 是控制像素点的权值受周围像素影响程度的因子。当确定了接缝处像素点的权值后,可以根据权值利用如下公式对边界进行融合处理:

$$P_{out} = \alpha P_{in} + (1 - \alpha) P_{match}$$

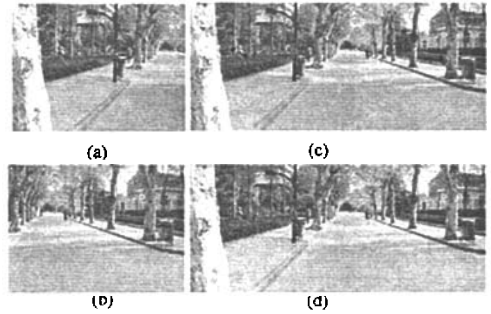
4 实验结果

图5为用数码摄像机在不同方位拍摄的两幅图像用此算法进行拼接的结果,在不考虑光照等因素的情况下实验结果还是让人满意的。

5 结束语

文中从图像拼接的要求出发,结合纹理合成的方法,对块拼接纹理合成算法进行了改进,并将其拼接原理应用到图像拼接。实验结果表明,本方法简单实用,

在不要求光照条件的情况下,对不同方位拍摄的图像可以实现较好的拼接。



(a)、(b)为待拼接的图像;(c)为用文中算法拼接结果;

(d)为用融合修复后的结果

图5 实验结果

参考文献:

- [1] 王毅,周世生. 图像 Inpainting 自动修复技术及其应用探讨[J]. 印刷杂志, 2005(5): 37-39.
- [2] Shum H Y, Szeliski R. Systems and experiment paper: Construction of panoramic mosaics with global and local alignment [J]. International Journal of Computer Vision, 2000, 36(2): 101-130.
- [3] Lowe D G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 40(2): 90-110.
- [4] 徐晓刚, 鲍虎军, 马利庄. 纹理合成技术研究[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(11): 1405-1411.
- [5] 陈云飞. 基于样图的纹理技术研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(9): 42-45.
- [6] Efros Alexei A, Leung Thomas K. Texture synthesis by non-parametric sampling [C]//In: International Conference on Computer Vision. Greece: IEEE press, 1999: 1033-1038.
- [7] Wei LiYi, Levoy M. Fast texture synthesis using tree-structured vector quantization [C]//In: Proceedings of SIGGRAPH'2000. New Orleans: [s. n.], 2000: 479-488.
- [8] Efros A A, Freeman W T. Image quilting for texture synthesis and transfer [C]//In: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM SIGGRAPH. Los Angeles: ACM Press, 2001: 341-347.
- [9] Liang Lin, Liu Ce, Xu Ying-qing, et al. Real-time texture synthesis by patch-based sampling [J]. ACM Transaction on Graphics, 2001, 20(3): 127-150.
- [10] Reddy B S, Chatterji B N. An FFT-based technique for translation, rotation, and scale-invariant image registration [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1996, 5(8): 1266-1271.
- [11] 周刚, 彭群生. 一种基于自适应块拼接的纹理合成方法 [J]. 计算机工程与科学, 2004, 26(7): 56-59.