

基于全局优化的图像块填充修复方法

陈中贵 刘利刚 王国瑾

(浙江大学数学系 杭州 310027)

(浙江大学 CAD & CG 国家重点实验室 杭州 310027)

(ligangliu@zju.edu.cn)

Exemplar-Based Image Completion Using Global Optimization

Chen Zhonggui, Liu Ligang, and Wang Guojin

(Department of Mathematics, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

(State Key Laboratory of CAD & CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract Image completion, which aims to remove objects or recover the damaged portions in a given image, is an important task in photo editing. Recently, exemplar-based methods are considered to complete images with large portions removed. However, structure inconsistency of the reconstructed texture often appear when using those methods. In this paper, a new exemplar-based algorithm is proposed to obtain global texture consistency by using global optimization. First, an energy function is defined for measuring the quality of the reconstructed region. Then, the image completion problem is formulated as minimization of the energy function which is done in an iterative form. Finally, the slight color differences between the known region and the filled region are revised by the Poisson image editing method. Compared with the existing exemplar-based methods which do greedy region-growing, the proposed method not only reconstructs the local color texture of missing region, but also preserves the global structural texture of the image. An adaptive sampling method, which is based on the saliency map of the image, is also adopted to construct the searching space. It dramatically reduces the searching space and accelerates the nearest neighbor searching. The effectiveness of the proposed method is demonstrated on several examples and comparisons.

Key words image completion; object removal; texture synthesis; global optimization; adaptive sampling

摘要 图像修复问题公式化为一个能量函数的最优化问题,设计了合理的能量函数度量修复结果的质量,并通过迭代方法得到最优解。全局优化方法不仅保持像素局部颜色的连续性,而且也很好保持了图像整体纹理结构在修复区域内的连续性。在构建像素邻域的搜索空间时,采用了自适应的采样方法,减小了搜索空间的大小,大大提高了搜索最佳匹配邻域的速度。实验结果表明,算法对大面积的图像缺失的修补和复杂背景图像上多余物体的去除,都达到了很好的效果。

关键词 图像修复;对象移除;纹理合成;全局优化;自适应采样

中图法分类号 TP391.41

收稿日期: 2007-04-22; 修回日期: 2008-07-10

基金项目: 国家自然科学基金委员会与微软亚洲研究院联合资助基金项目(60776799)

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

祛除图像上的物体, 再将祛除物体后图像上的空白区域填充完整, 称为图像修复或图像补洞问题, 这是数字图像处理或数字视频后期处理中的重要问题.

以往已经有一些文章处理图像修复问题. 有通过基于偏微分方程方法来做图像修复^[1-2]. 这些文章的目的是去除图像上比较小的裂缝、污迹、划痕或文字覆盖等. 用这些文章的方法来修复图片上大面积的空白区域时会产生严重的模糊现象^[3].

还有一类基于样本的图像修复方法^[4-8]和纹理合成技术^[9-10]密切相关, 该类方法有效地避免了模糊现象的发生. 文献[5-6, 8]用图像的纹理信息来引导纹理合成的过程, 有效地提高了图像修复质量, 保持了图像结构纹理. Criminisi 等人^[5]根据自信度映射和图像的等照度线方向定义了块填充顺序的优先级, 促使结构信息强的块先填充. Drori 等人^[6]先对空白区域的颜色做光滑拟合, 由此来引导迭代的修复过程, 块的大小根据图像的纹理信息自适应决定. Jia 等人^[8]基于纹理分割, 并引进了张量投票法 (tensor voting) 来保持修复后图像纹理结构的连续性. Shen 等人^[3]先修复图像的梯度图像, 再通过求解离散泊松方程^[11]恢复原图像的颜色信息, 并给出新的块匹配的度量, 改进了文献[5]的结果. Sun 等人^[12]在算法中利用手工交互, 用户事先用画线的方法在图像上提示需要优先修复的图像结构. 线上的空白区域由已知区域内线附近的块来填充, 这样就完成了图像纹理结构的传递. 这个结构传递的过程可以公式化为能量函数极小化问题, 如果用户只画了一条线, 可以用动态规划算法求解, 如果用户画了多条交叉的线, 则用信息传递方法 (belief propagation) 来求解. 最后图像其他空白区域用纹理合成的方法修复. Pavić 等人^[13]考虑了图像场景的深度信息来对块进行透视矫正, 并给出一个用户可以实时交互的系统, 显示了算法在处理透视场景图片的能力.

不同于贪婪的块填充方法, Komodakis 等人^[14]把图像修复问题看成是一个目标函数下的离散整体最优化问题, 并通过改进信息传递方法, 使之能更有效地得到离散最优解.

本文的方法是利用新的纹理合成技术^[15]来做图像修复. 我们把图像修复问题公式化为一个能量函数求极小值问题. 我们用迭代的方法极小化这个能量函数, 迭代的方法类似于最大化数学期望的方法^[15]. 以往的图像块填充修复方法是局部逐块填充, 没有考虑图像整体结构, 这会导致图像中纹理结构的破裂. 本文方法是基于全局优化的, 所以有效

地解决了这个问题, 确保修复区域中的每一个块都有已知区域中的一块与之非常相似. 我们也给出了基于图像内容的自适应采样方法, 有效地减小了搜索空间的大小, 提高了算法速度.

1 全局优化的块填充方法

给定一张图片 I 和空白区域 Ω , 如图 1 所示, 现在的任务是如何利用图像已知区域 $I \setminus \Omega$ 的信息来填充未知区域 Ω , 得到一张完整的似是而非的图片. 假设区域 Ω 已经填充完毕, 怎么来评判填充结果的好坏呢? 我们知道填充区域 Ω 内的颜色信息只能来自于已知区域 $I \setminus \Omega$. 基于这样的观察我们可以认为, 如果填充区域 Ω 内每个像素点邻域的小块都有已知区域 $I \setminus \Omega$ 内的一小块与之非常相似, 那么填充结果是好的. 下面我们阐述算法的详细过程.

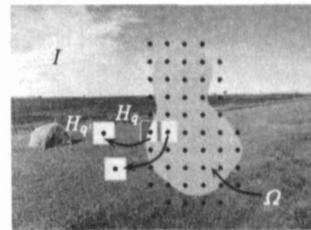


Fig. 1 Energy minimization.

图 1 能量极小化

1.1 能量极小化

如图 1 中的黑色点, 我们在区域 Ω 上均匀采样一些点, 我们称这些点为锚点, 设锚点的集合为 Q . 我们只考虑以这些锚点为中心的边长为 w 的方块邻域而不是所有像素点的方块邻域. 相邻锚点的间距小于 w , 于是这些方块间互相重叠, 完全覆盖了整个填充区域 Ω . 不是所有的锚点都在区域 Ω 内, 只要它的方块邻域和区域 Ω 的交集非空就可以. 我们用 H_q 表示以锚点 $q \in Q$ 为中心的方块, $H_{q'}$ 表示已知区域 $I \setminus \Omega$ 中与 H_q 最相似的块. 两个块之间的相似程度我们用两个块的逐对像素颜色差的平方和来衡量, 即

$$d^2(H_q, H_{q'}) = \sum_p \|H_q(p) - H_{q'}(p)\|^2, \quad (1)$$

其中 $H_q(p)$ 表示块 H_q 在点 p 的 RGB 颜色. 根据前面的想法, 我们定义能量函数:

$$E(X, \{H_{q'} \in Q\}) = \sum_{q \in Q} d^2(H_q, H_{q'}), \quad (2)$$

其中 X 表示我们要填充到区域 Ω 上的颜色. 这个能量函数度量了填充结果的好坏, 极小化这个能量

函数就使得填充区域内每个方块邻域都有已知区域内的一个方块与之非常相似, 填充区域和已知区域边界处的光滑过渡由边界附近的方块保证.

能量函数 $E(X, \{H_q\}_{q \in Q})$ 可以看做是关于 X 和 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 两个变量的函数, 我们用迭代的方法极小化这个函数, 在每一步的迭代过程中先固定一个变量去优化另一个变量. 开始时 X 是未知的, 我们先用线性插值的方法初始化 c , 然后对每一点 $q \in Q$ 的方块邻域在区域 $I \cap \Omega$ 中寻找最相似的方块邻域 H_q , 找到所有的 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 后我们更新 X 使能量极小. 当 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 已知时, 式(2)中能量函数 E 是关于 c 的二次函数, 极小化这个函数只要关于 X 求导, 转化为一个线性系统, 很容易就求出 X . 更新 X 后又去找搜索所有最相似的 $\{H_q\}_{q \in Q}$, 如此不断迭代下去直到收敛. 迭代过程停止的准则是搜索到的 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 不再有变化.

1.2 鲁棒的迭代过程

在寻找边界附近的方块邻域的最相似方形邻域时, 由于这些方块邻域和已知区域 $I \cap \Omega$ 有交集, 如图 1 中矩形中的深色区域. 深色区域内的颜色信息是已知的确定的, 我们在搜索最佳匹配时要优先考虑这些区域的匹配程度. 我们修改式(1)中两个块邻域的相似性度量如下:

$$d^2(H_q, H_q') = \sum_p \omega \|H_q(p) - H_q'(p)\|^2, \quad (3)$$

$$\omega = \begin{cases} 1, & p \in I \cap \Omega \\ A(H_q \cap \Omega) / A(H_q), & p \in \Omega \end{cases}$$

其中 $A(H_q)$ 表示区域 H_q 的面积.

在搜索最佳匹配的 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 过程中, 有可能存在一些块的匹配程度非常差, 特别是在迭代刚开始时. 通过简单的计算我们可知, 当 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 固定时, 能量函数式(2)的极小值点 X , 实际上是覆盖 Ω 的 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 重叠部分的平均值. 为了减少匹配程度差的块在更新 X 时的干扰, 我们修改式(2)中能量函数为

$$E(X) = \sum_{q \in Q} \lambda_q d^2(H_q, H_q'). \quad (4)$$

这样, 最佳的 X 变成 $\{H_q\}_{q \in Q}$ 重叠部分的加权平均. 我们希望匹配程度差的块对 X 的贡献是比较小的, 于是可以取

$$\lambda_q = 1/d^2(H_q, H_q').$$

注意到式(3), 和已知区域相交的块与它的最佳匹配块间的相似性度量总是相对比较小的, 这有利于图像的颜色纹理信息更快地从填充区域的边界向内传递, 减少迭代次数.

1.3 颜色修正

由于填充区域内的块只能来自已知区域, 如果已知区域内的颜色信息有限, 那么填充结果就不理想, 特别是在填充区域边界会出现明显的颜色不连续现象. 这里我们对算法运行结束后填充区域内的颜色做一个修正, 使之与已知区域能连续过渡.

我们采用文献[11]的方法, 保留填充区域内图像的梯度信息, 利用边界处已知区域的像素点的颜色, 通过求解离散泊松方程, 重新计算得到填充区域内像素点的颜色. 经过颜色修正后, 填充区域内图像的颜色和周围颜色能连续过渡.

2 自适应的采样方法

在我们的算法中涉及到寻找块 H_q 的最相似块 H_q' , 这个过程可以理解在搜索空间中寻找给定点的最近点. 这里的搜索空间由已知区域内每个像素点的方块邻域组成. 假设已知区域的面积为 256×256 , 方块邻域的宽度 $w = 20$, 我们把每个方块邻域写成一个长向量, 向量的坐标是方块邻域内每个像素的 RGB 颜色值, 那么这个搜索空间就是由 1200 维空间内的 65536 个点组成. 虽然可以利用现成的 ANN 库^[16] 快速地搜索给定点的最近点, 但在这么大的一个空间搜索还是比较耗时的, 而且在我们算法中多次调用这个操作, 所以减小搜索空间对加快我们算法运行速度是非常有意义的.

注意到, 一般图片中有些区域颜色单一, 纹理特征也不明显, 如图 2(a) 中人物的背景. 在这些区域每个像素都采样没有必要, 我们只要采样少数像素点即可. 在每个像素点上定义一个特征量 $M(p)$, 它

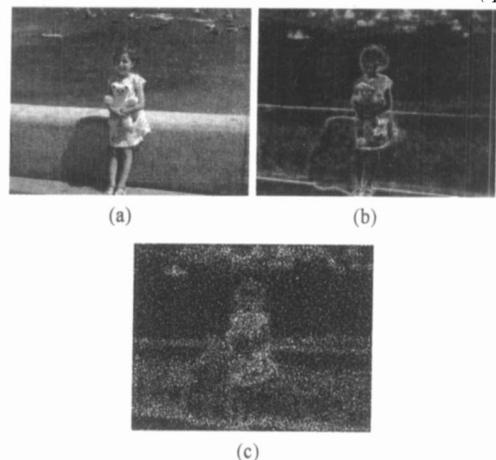


Fig. 2 Adaptive sampling. (a) Original image; (b) Saliency map; and (c) Samples.

图 2 自适应采样. (a) 原图; (b) 特征映射; (c) 采样结果

由两部分组成: 一是 p 点邻域颜色信息熵; 二是 p 点处的梯度值; 即

$$M(p) = Entropy(p) + \| Gradient(p) \|.$$

计算 $Entropy(p)$ 时, 我们考虑 p 点 32×32 的邻域, 把 RGB 颜色空间转换到 Lab 颜色空间, 求出它在 ab 通道上的直方图. 这里的直方图在 ab 通道上离散化为 16×16 个容器. p 点的颜色信息熵的直观理解是 p 点邻域像素包含颜色种类数量的多少, 包含颜色数越多熵越大. $Entropy(p)$ 和 $\| Gradient(p) \|^2$ 都用它们各自的最大值正规化到 $[0, 1]$ 之后再相加.

给定一幅图像, 如图 2(a) 所示, 我们计算每个像素点的特征量, 这样就得到了该图像的一个特征映射, 如图 2(b) 所示, 越亮的像素表示特征量越大. 根据特征映射, 我们可以决定图像区域采样率的高低: 特征量越大的区域采样率越高, 采样率正比于特征量. 图 2(c) 是根据采样率, 采用蒙特卡洛随机采样的方法得到的采样结果, 白色像素点表示采样点.

利用我们自适应的采样方法, 搜索空间可以减小为原来的十分之一, 而不影响最终的图像修复结

果. 算法的运行时间也由平均几十分钟降到几分钟, 本文实验例子的具体运行时间如表 1 所示:

Table 1 Running Time

表 1 算法运行时间

Example	Resolution	Removed Region/%	Iterations		Time /min
			First Round	Second Round	
Fig. 3	412 × 616	13.9	32	5	4.5
Fig. 4	572 × 450	6.9	21	3	2.3
Fig. 5	640 × 840	11.6	37	3	7.6

3 算法实现与结果

我们在 Intel Pentium IV 2.8 GHz 处理器和 1GB 内存的计算机上用 C++ 语言实现了本文算法, 并且测试了各种具有复杂背景颜色的图片, 都得到了令人满意的结果.

图 3 是我们算法的一个运行结果. 图 3(a) 是原始图像, 图 3(b) 是用户指定需要填充的区域. 在算法中有两个参数需要设置: 方块邻域的宽度 w 和锚点

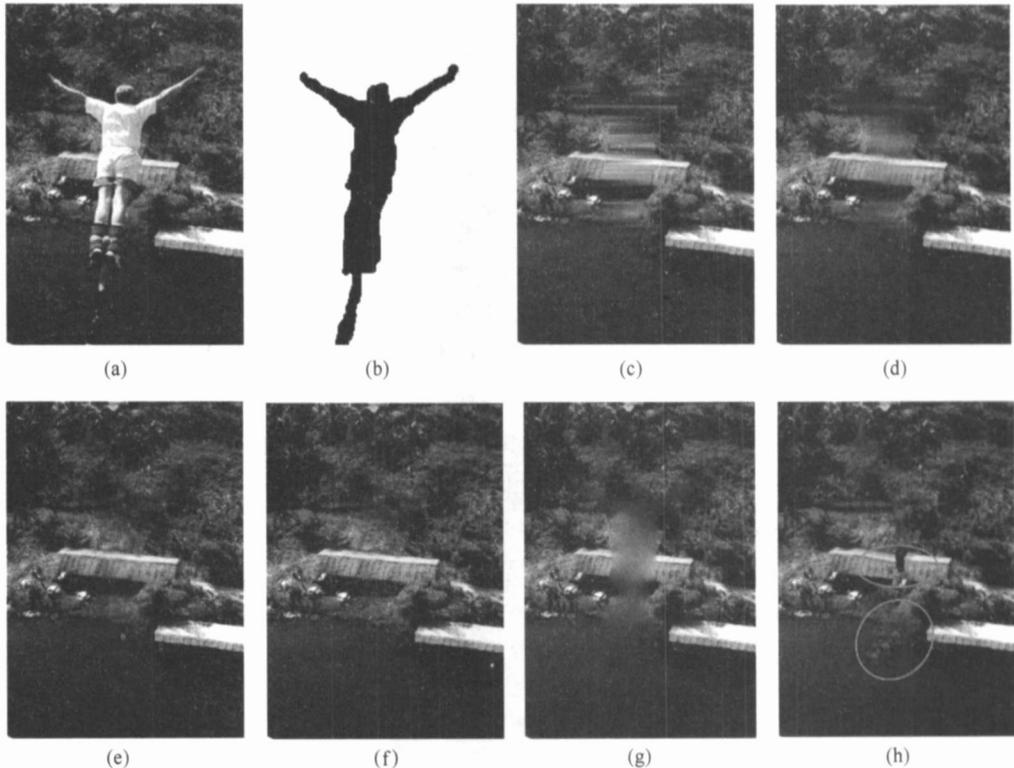


Fig. 3 Algorithm overview. (a) Original image; (b) Removed region; (c) Initialization of linear interpolation; (d) Filled region after 5 iterations; (e) Result after first round of optimization; (f) Our final result; (g) Result by [1]; and (h) Result by [5].

图 3 算法总览. (a) 原图; (b) 填充区域; (c) 横向线性插值初始化; (d) 迭代 5 次后的结果; (e) 算法第 1 遍运行结果; (f) 颜色修正后我们算法的最终结果; (g) Bertalmio 等人的^[1]算法结果; (h) Criminisi 等人的^[5]算法结果

间距. 我们设置不同的邻域宽度 w 和锚点间距, 多次运行本文算法. 在实验例子中, 我们运行算法 2 遍: 第 1 遍设 w 为 20 个像素, 锚点间距为 $w/4$; 第 2 遍设 w 为 10 个像素, 锚点间距为 $w/2$. 在算法运行前采样横向线性插值的方法, 赋予填充区域一个颜色初值, 如图 3(c) 所示. 算法第 1 遍时设 w 比较大是为了方块领域能更好地捕捉到图像的结构纹理信息; 设锚点间距比较小是为了相邻方块邻域有更多的重叠部分, 使图像颜色信息迅速地由已知区域向填充区域内传递. 算法经过第 1 遍以后我们已经都得一个比较好的填充结果, 但有一些模糊现象, 纹理细节不是很清楚, 如图 3(e) 所示. 第 2 遍时设 w 比较小, 可以向填充区域添加纹理细节; 设锚点间距比较大, 可以避免像素点被太多方块区域覆盖, 减少模糊现象. 图 3(f) 是算法第 2 遍运行结束后, 并经过颜色修正得到的最终结果. 图 3(g) 是基于偏微分方程的方法^[1]的结果, 显然该方法不适合大面积图像缺失的修复问题, 因为它不能修复纹理的细节信息. 图 3(h) 是我们实现 Criminisi 等人^[5]算法的结果. 注意到图中画圈的部分出现了纹理结构的断裂和不光滑现象, 而我们的算法结果没有出现这个现象.

图 4 是我们算法的另一个运行结果, 我们算法也能保持非线性结构纹理的整体连续性, 注意到修复后得到的山的轮廓线具有一定光滑的弧度, 而 Criminisi 等人^[5]算法不能光滑拼接非线性结构的纹理, 导致山的轮廓线出现了锯齿, 并且 Criminisi

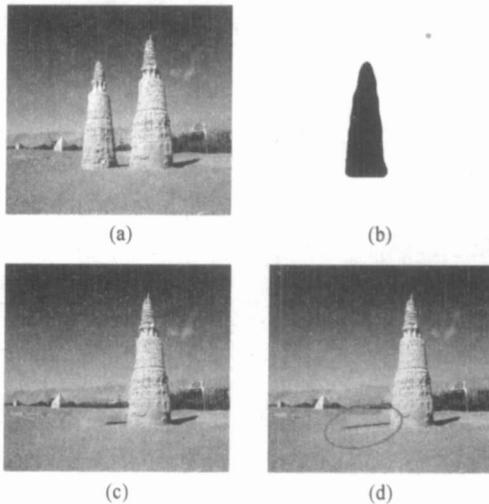


Fig. 4 Comparison with structure-guided filling^[5]. (a) Original image; (b) Removed region; (c) Our result; and (d) Result by Ref^[5].

图 4 与“结构引导的填充方法”^[5]比较. (a) 原图; (b) 填充区域; (c) 我们算法的结果; (d) Criminisi 等人^[5]算法的结果

等人^[5]算法优先填充纹理结构强的块, 这样使得图中圆圈中的黑色纹理结构被过度延长.

图 5 中我们将真实场景和利用本文修复算法得到的场景做比较. 图 5(a), (b) 的图片为真实的照片, 图 5(c) 是将图 5(a) 中的人物抠除并自动修复后的结果. 可见, 我们算法修复得到的图像信息和真实图像非常相近, 修复结果真实自然. 关于本文算法的运行效率可以参见表 1, 从表 1 可见, 采用了自适应的采样方法后, 算法运行时间下降了一个数量级. 算法运行时间由图片大小、填充区域占图片面积的比例以及迭代次数决定.

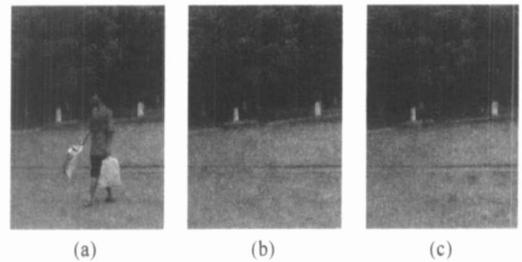


Fig. 5 Comparison with real photo. (a) Original photo; (b) Real photo without the person; and (c) Our method result with object removed.

图 5 与真实照片比较. (a) 原图; (b) 真实场景照片; (c) 将图(a)中人物抠除后修复的结果

4 结 论

本文利用新的纹理合成技术提出了一个基于全局优化的图像块填充修复方法. 与以往的贪婪地块填充方法相比, 本文方法不仅保持图像局部颜色纹理的一致性, 也保持了图像整体结构纹理的连续性. 在算法加速上, 我们提出了基于图像内容的自适应采样方法, 明显减小了搜索空间的大小, 而不影响修复的最终结果.

今后我们将会把本文方法推广到数字视频修复问题^[17]和三角网格曲面的补洞问题^[18], 相信这样的推广不是那么直接, 而且非常意义.

参 考 文 献

- [1] Bertalmio M, Sapiro G, Ballester C, *et al.* Image inpainting [C] // Proc of ACM SIGGRAPH'00. New York: ACM, 2000: 417-424
- [2] Wu Jiying, Ruan Qiuqi. A curvature driven image inpainting model based on Helmholtz vorticity equation [J]. Journal of Computer Research and Development, 2007, 44(5): 860-866 (in Chinese).

- (件冀颖, 阮秋琦. 曲率驱动的基于亥姆霍兹流量方程的图像修复模型[J]. 计算机研究与发展, 2007, 44(5): 860-866)
- [3] Shen J B, Jin X G, Zhou C, *et al.* Gradient based image completion by solving the Poisson equation [J]. *Computers & Graphics*, 2007, 31(1): 119-126
- [4] Bornard R, Lecan E, Laborelli L, *et al.* Missing data correction in still images and image sequences [C] //Proc of ACM Multimedia'02. New York: ACM, 2002: 355-361
- [5] Criminisi A, Pérez P, Toyama K. Region filling and object removal by exemplar-based image inpainting [J]. *IEEE Trans on Image Processing*, 2004, 13(9): 1200-1212
- [6] Drori I, Cohen-Or D, Yeshurun H. Fragment-based image completion [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2003, 22(3): 303-312
- [7] Harrison P. A non-hierarchical procedure for re-synthesis of complex texture [C] //Proc of Int Conf in Central Europe Computer Graphics and Visualization'01. Plzen, Czech Republic: Plzen Czech Republic University of West Bohemia, 2001: 190-197
- [8] Jia J, Tang C K. Image repairing: Robust image synthesis by adaptive ND tensor voting [C] //Proc of Conf on Computer Vision and Pattern Recognition'03. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2003: 643-650
- [9] Liang L, Liu C, Xu Y Q, *et al.* Real-time texture synthesis by patch-based sampling [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2001, 20(3): 127-150
- [10] Wei L Y, Levoy M. Fast texture synthesis using tree-structured vector quantization [C] //Proc of ACM SIGGRAPH'00. New York: ACM, 2000: 479-488
- [12] Sun J, Yuan L, Jia J, *et al.* Image completion with structure propagation [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2005, 24(3): 861-868
- [11] Pérez P, Gangnet M, Blake A. Poisson image editing [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2003, 22(3): 313-318
- [13] Pavić D, Schödl V, Kobbelt L. Interactive image completion with perspective correction [J]. *Visual Computer*, 2006, 22(9): 671-681.
- [14] Komodakis N, Tziritas G. Image completion using global optimization [C] //Proc of Conf on Computer Vision and Pattern Recognition'06. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2006: 442-452
- [15] Kwatra V, Essa I, Bobick A, *et al.* Texture optimization for example-based synthesis [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2005, 24(3): 795-802
- [16] Mount D M. Ann programming manual [R]. College Park, Maryland: Department of Computer Science, University of Maryland, 1998
- [17] Jia Y T, Hu S M, Martin R M. Video completion using tracking and fragment merging [J]. *The Visual Computer*, 2005, 21(8-10): 601-610
- [18] Sharf A, Alexa M, Cohen-Or D. Context-based surface completion [J]. *ACM Trans on Graphics*, 2004, 23(3): 878-887



Chen Zhonggui, born in 1982. Received his B. A's degree in mathematics from Zhejiang University, Hangzhou, China, in 2004. Since 2004, he has been a Ph. D. candidate in mathematics from Zhejiang

University, Hangzhou, China. His current research interests include digital image processing and computer graphics.

陈中贵, 1982年生, 博士研究生, 主要研究方向为数字图像处理、计算机图形学。



Liu Ligang, born in 1975. Received his Ph. D. degree in mathematics from Zhejiang University in 2001. Associate professor and Ph. D. supervisor of the Department of Mathematics, Zhejiang

University. His current research interests include computer graphics, mesh processing, and image processing.

刘利刚, 1975年生, 博士, 副教授, 博士生导师, 主要研究方向为数字几何处理、计算机辅助几何设计与计算机图形学。



Wang Guojin, born in 1944. Professor and Ph. D. supervisor of the Department of Mathematics, Zhejiang University. His current research interests include CAGD, geometric approximation, and computer

graphics.

王国瑾, 1944年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为计算机辅助几何设计、几何逼近与计算机图形学。

Research Background

Image completion, which aims to remove objects or recover the damaged portions in a given image, is an important task in the digital image editing. The early works placed emphasis on removal of small gaps, scratches, or superimposed text in the image. For example, image inpainting technique could fulfill this task by solving partial differential equation. Recent works place more emphasis on removal of relatively large objects in the image. It raises more challenges, and can't be fulfilled by traditional inpainting technique. Some exiting methods turn to the texture synthesis technique. However, structure inconsistency of the reconstructed texture often appear due to the local searching approach used in these methods. In this paper,

we propose a new exemplar-based algorithm to obtain global texture consistency by using global optimization. An energy function is defined for measuring the quality of the reconstructed region. And the image completion problem is then formulated as minimization of the energy function. Compared with the existing exemplar-based methods which do greedy region-growing, the proposed method not only reconstructs the local color texture of missing region, but also preserves the global structural texture of the image. An adaptive sampling method, which is based on the saliency map of the image, is also adopted to construct the searching space. It dramatically reduces the searching space and accelerates the nearest neighbor searching. The effectiveness of our method is demonstrated on several examples and comparisons in the paper. In the future, we will try to extend our method to be suitable for the problem of video completion or mesh surface completion. We believe that the extension is worthwhile and nontrivial. Our work is supported by the National Science Foundation of China and Microsoft Research Asia under grant No. 60776799.

研发动态

石墨烯晶体管延续摩尔定律

由英国曼彻斯特大学物理和天文学系的安德烈·K·海姆(Andre Geim)教授和科斯佳·诺沃谢洛夫(Kostya Novoselov)研究员率领的英国科学家开发出的世界最小晶体管仅1个原子厚10个原子宽,所采用的材料是由单原子层构成的石墨烯。他们采用标准的晶体管工艺,首先在单层石墨膜上用电子束刻出沟道,然后在所余下的被称为“岛”的中心部分封入电子,形成量子点。石墨烯晶体管栅极部分的结构为10多纳米的量子点夹着几纳米的绝缘介质。这种量子点往往被称为电荷岛。由于施加电压后会改变该量子点的导电性,这样一来量子点如同于标准的场效应晶体管一样,可记忆晶体管的逻辑状态。另据报道,他们尚未公布的最新研究成果还有,已研制出长宽均为1个分子的更小的石墨烯晶体管。该石墨烯晶体管实际上是由单原子组成的晶体管(摘自: <http://tech.sina.com.cn/>, 2008-11-13, 新浪科技)。

美国首次实现外太空网络通信

日前,美国航空航天局(NASA)宣布,科学家们首次实现了模仿互联网的外太空网络通信。NASA喷气推进实验室(JPL)工程师利用宽容中断网络通信(DTN)软件,在两千万英里以外的太空探测器和地球之间来回传输了数十幅太空图像。专家介绍,与普通互联网相比,星际互联网必须经得起太空数据传输时频繁的延迟、中断和掉线。例如,当太空探测器运行到行星背面或者遭遇强烈太阳风时传输故障将随时发生。DTN传输信息的方式与人们普遍使用的互联网TCP/IP协议不同,DTN不用假定存在持续的端对端通信。按照设计,如果无法发现目的地路径数据包就不会分发。相应地,每个网络节点都会一直保留信息,直到信息能被安全地送往另一个节点。这种存储转发方式意味着即使出现不存在目的地的即时路径信息也不会丢失(摘自: <http://www.cnw.com.cn/>, 2008-12-01, 网界网)。

超级计算机突破每秒千万亿次计算大关

据报道,科学家最近成功研发出一种超级计算机,这种计算机的运算速度突破了每秒千万亿次大关,将计算机的运算速度推进至一个崭新领域。日前在德克萨斯州奥斯汀举行了一次国际超级计算大会,当世界上运算速度最快的计算机前500名大名单宣布后,IBM公司以微弱优势保住了制高点位置,Cray屈居其后,但两家对手公司的超级电脑均超过了每秒千万亿次计算速度,可以进行每秒1.105和1.059的“千的五次幂”浮点运算,迄今为止只有这两家的超级计算机能够完成该种运算。与其他排名靠后的计算机相比它们使得从前无法实现的一种新型科学成为可能。这些超级计算机能够将模拟技术推进到科学的前沿。科学家利用这样超级计算机可以绘制新的更为精确的有关复杂现象的模型,模型的解析和精确度将会大幅度提高(摘自: <http://tech.sina.com.cn/>, 2008-11-20, 新浪科技)。

中国电子学会云计算专家委员会成立

据报道,中国电子学会云计算专家委员会在中国移动研究院正式成立。中国工程院院士李德毅为中国电子学会云计算专家委员会主任委员,IBM大中华区首席技术总裁叶天正、中国电子科技集团公司第十五研究所所长刘爱民、中国工程院院士张尧学、Google全球副总裁中国区总裁李开复、中国工程院院士倪光南、中国移动通信研究院院长黄晓庆6位为副主任委员。在成立会上,各专家委员就云计算核心技术及趋势、产业现状以及未来发展机遇做了深入交流。接下来,委员会的主要工作将集中在参与制定云计算技术产业规范,跟踪国内外云计算科技研究和产业发展趋势,团结和组织从事云计算科技研究和应用的专家,开展云计算相关领域的国际国内学术交流和与合作等(摘自: <http://www.cnw.com.cn/>, 2008-12-01, 网界网)。