

基于高分辨灰度掩模的图像修复改进设计

王佳欣, 窦小磊

(河南工程学院 计算机学院, 河南 郑州 451191)

摘 要: 图像修复是结合计算机图形学和虚拟现实技术的综合学科, 在文物保存与防护、医学图像资料与影视特效这些方面具备许多的使用意义。以前的图像修复算法采用断点标定和特征提取方法, 当出现不连续破损断点时, 图像修复效果不好。提出一种基于高分辨灰度掩模的图像修复改进算法。首先进行破损待修复图像的边缘检测和灰度特征提取, 提取一个和目前等待修正回复模块中优先级最高的最好样本模块, 然后通过计算得出损坏等待修正恢复图像中的低频系数向量和高频系数向量, 进而得出图像特点的分层提升成果, 通过 Mallat 小波提升方案设计, 基于高分辨灰度掩模处理, 跟踪破损图像的破损区域走向, 提高对破损图像修复的全局搜索能力。仿真结果表明, 该算法的对图像修复质量较高, 信噪比误差较小, 体现了其优越性。

关键词: 高分辨; 灰度掩模; 图像修复

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2015)07-0157-04

Improved Design of Image Repair Based on High Resolution Gray Mask

WANG Jia-xin, DOU Xiao-lei

(School of Computer, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: Image restoration is combined with computer graphics and virtual reality technology comprehensive discipline. In the cultural relics preservation and protection, medical image information and video effects the use of these areas have many meanings. Previous image restoration algorithm using breakpoint calibration and feature extraction method, when there is a discontinuous broken breakpoint, image inpainting result is bad. Based on a high resolution gray mask image restoration algorithm. First damaged to repair the image edge detection and gray feature extraction, extraction and currently waiting for a reply correction module in the highest priority of best sample module, and then calculated the damage wait for correction coefficient of low frequency and high frequency coefficient vector of image vector, image characteristics of layered ascension results are obtained, by Mallat wavelet lifting scheme design, based on high resolution gray mask processing, tracking to the breakage of the damaged image area, improve the global search ability of damaged image restoration. The simulation results show that the algorithm of image restoration quality is higher, signal-to-noise ratio error is small, embodies its superiority.

Key words: high resolution gray-scale mask; image restoration

1 引言

随着计算机、通信和电子技术的发展, 对图形图像的加工技巧也有了进一步的提升, 而且已经普遍运用在医疗、军事和目标识别等领域。图像修复技术

是计算机图像处理学科的一个重要分支, 图像修复是结合计算机图形学和虚拟现实技术的综合学科, 在文物保存与防护、医学图像资料与影视特效这些方面具备许多的使用意义。图像修复算法将 GPU 图形图像处理芯片进行融合, 进而达到图像资料的

收稿日期: 2014-10-13; 修回日期: 2014-11-28

基金项目: 河南省教育厅科学技术研究重点项目(14A520066)

检测与特点修复. 探究图像恢复方法具有一定的前沿性和现实意义, 相关的算法研究受到人们重视^[1].

传统的破损图像修复和特征提取的主要方法可分为基于机器学习的半监督断点定位目标区域泛函算法和基于活动轮廓模型分布的特定点计算机视觉识别算法等, 其中, 提出一种破损待修复图像断点特征 2G-R-B 的复杂背景下图像提取方法, 利用自适应模糊阈值实现对破损待修复图像的有效分割和识别, 但算法在模糊阈值的选取上出现困难, 破损待修复图像的修复点特征提取准确率不高; 基于角点提取的破损病斑识别算法^[2], 然后对图像实施匹配, 算出图形图像中的位移系数, 最后达到使图形图像中特点匹配方法的鲁棒性提高, 但其峰值点中角度特点匹配机能很差; 基于高分辨率灰度投影的破损待修复图像采样方法^[3], 基于区域变分模型实现对破损待修复图像边缘分割和图像识别, 但算法具有基于经验分割的弱点, 不能实现对图像特征的自适应动态监测^[4]. 综合传统方法, 多是基于人工经验判断, 无法有效发现隐性骨骼损伤的破损待修复图像断点, 不能形成合理的修复方案, 修复标定性能较差^[5-6]. 针对上述问题, 本文提出一种基于高分辨灰度掩模的图像修复改进算法, 进行图像修复算法改进设计, 提高了图像修复的精度和性能, 仿真实验验证了本文算法的优越性能在, 展示了较好的应用价值.

2 破损待修复图像边缘检测和灰度特征提取

2.1 基于小波变换的破损待修复图像边缘检测分离

首先进行破损待修复图像的边缘检测和灰度特征提取, 设置破损等待修正恢复图形的系数是 u , 等待修正恢复范围区间的系数是 Ω , 损坏特点传导类型与边界资料的系数是 $\alpha\Omega$, 图形图像中纹理的子空间模块热量传出函数用 $p(x, t)$ 表示, 得到一个和目前优先级最高中等待修正恢复里最好样本模块 (即: 最佳匹配块), 待修复块 Ψ_p 大小为 $s \times s$, 其中 $s \ll n$ 且 $s \ll m$, 计算得到损坏等待修正恢复图像中的低频系数向量和高频系数向量, 进而得出图像特点的分层提升成果, Mallat 小波系数表达式为

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x_i, x_j) + b. \quad (1)$$

在上面的表达式, α_i 描述其中每一个像素点中

具有模值数量, b 描述损坏等待修正恢复的图形图像挖掘沿幅角方向上的模值的极大值点, $K(x_i, x_j)$ 描述其中每一个包括小波类别模块组数中多项算子, 最后得到灰度直方图二进制均衡系数, α_i 与 α_i^* 为由惩罚因子绑定的, 想要提升其 Mallat 小波学习的泛化本领, 可以通过使用多频分离提升方法, 得到对错误分样本的惩罚程度进行管理, 管理区别函数为

$$K_{\min} = \beta K_{\text{poly}} + (1 - \beta) K_{\text{RBF}}, \quad \beta \in (0, 1) \quad (2)$$

式中, $K_{\text{poly}} = [(x \cdot x_i) + 1]^2$ 表示破损待修复图像边缘特征二次多项式核函数, $K_{\text{RBF}} = \exp(-\gamma \|x - x_i\|^2)$ 表示 Mallat 小波提升 RBF 核函数. β 是调整两种核函数对总的混合核函数的影响, 即权系数. 以点 p 的为中心的待修复块 Ψ_p 的置信度和数据项:

$$C(p) = \frac{\sum_{x \in \langle \Phi \cap \Psi_p \rangle} I(x)}{|\Psi_p|}, \quad (3)$$

$$D(p) = \frac{|\nabla I_p^+| \times |n_p| \times \cos \alpha}{M}. \quad (4)$$

进行灰度化图像进行提升分离, 得到破损待修复图像的破损断点区域与非破损区域的二值化分离结果为

$$\begin{cases} V_i^d(t+1) = W \cdot V_i^d(t) + C_1 \cdot R_1 \cdot (P_{\text{best}}^d(t) - P_i^d(t)) + C_2 \cdot R_2 \cdot (G_{\text{best}}^d(t) - P_i^d(t)) \\ P_i^d(t+1) = P_i^d(t) + V_i^d(t+1) \end{cases} \quad (5)$$

式中, $V_i^d(t)$ 、 $V_i^d(t+1)$ 、 $P_i^d(t)$ 、 $P_i^d(t+1)$ 分别表示破损待修复图像多层 Mallat 小波提升特征强度, 通过上述方法, 实现对破损待修复图像的断点区域与非断点区域的二值化分离, 得到了基于小波变换的破损待修复图像边缘检测分离结果, 通过 Mallat 小波提升方案设计, 提高对破损图像修复的全局搜索能力. 由此实现基于小波变换的破损待修复图像边缘检测分离, 为实现图像修复奠定基础.

2.2 待修复块的灰度特征提取

本文采用高分辨灰度掩模的图像修复算法, 对破损待修复图像向量量化信息在 t 时刻的信息度表示为 $\text{Im } a(x_t) = p(x_t | d_0, \dots, d_t)$, 其为 N 个随机样本为

$$S_t = \{s_i^j(x_i^j, w_i^j); i = 1, 2, \dots, N\}. \quad (6)$$

对于 $t = 0, 1, \dots, k$, 对应的破损待修复图像的分段线性回归拟合直方图的测量值 $Z_k = \{z_0, z_1,$

..., z_k }, 用 x_k 表示图像向量量化平滑参数, 即为 $\{x_k, y_k, \theta_k\}$. 从而, 得到破损图像数据的正交多项式密度的轨迹提取系统描述为

$$x_k = f\{x_{k-1}, u_{k-1}, w_{k-1}\}. \quad (7)$$

式中, u_k 表示为破损待修复图像进行 Mallat 小波提升后状态参数的输入数据, 比如图像的边缘轮廓上破损点的数据, w_k 表示过程中的噪声图像信息点, 由于噪声的存在, 导致对图像修复不准, 需要进行模板叠加, 得到叠加拟合系数为

$$z_k = h(x_k, M, v_k). \quad (8)$$

从而, 得到像向量量化信息的信度表达式为

$$\text{Im } a(x_i) = p(x_i | z_i, u_{i-1}, z_{i-1}, \dots, u_0, z_0). \quad (9)$$

进行待修复块的灰度特征提取, 更新修复后点 y 的置信度, 其更新的准则为下式所示:

$$I(y) = C(p) \quad \forall y \in \Psi_p \cap \Omega. \quad (10)$$

上述过程可以采用占空比概率函数表示, 如图 1 所示.

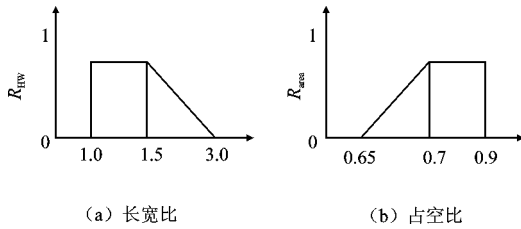


图 1 修复块的灰度特征提取占空比概率函数

$$d_i^{k+1} = (1 - \omega)d_i^k + \frac{\left(\sum_{j \in N^-(i)} \left(\Theta_i \frac{g_i + g_j}{2} + (1 - \Theta_i) \frac{\Psi_i + \Psi_j}{2} \right) d_j^{k+1} + \sum_{j \in N^+(i)} \left(\Theta_i \frac{g_i + g_j}{2} + (1 - \Theta_i) \frac{\Psi_i + \Psi_j}{2} \right) d_j^k - \frac{D_i}{\alpha} \right)}{\sum_{j \in N(i)} \left(\Theta_i \frac{g_i + g_j}{2} + (1 - \Theta_i) \frac{\Psi_i + \Psi_j}{2} \right)}. \quad (12)$$

基于高分辨灰度掩模处理, 从而跟踪破损图像的破损区域走向, 伪轮廓走向方位为

$$\theta(i, j) = \|g(N_i) - g(N_j)\|_{2,a}. \quad (13)$$

式中, $a > 0$ 为高斯核的标准差, 可由高斯加权欧氏距离来度量邻域灰度值向量间的相似性, 最后实现图像修复改进设计求解过程:

(1) 读取待修复图像, 通过粗略搜索和精细搜索相结合提取最佳匹配块;

(2) Ψ_p 被修复后就会得到新边缘像素点, 进而为延续接下来的修复操作提供数据基础, 并根据优先级系数的最大值确定最先被修复的待修复块 Ψ_p .

(3) 最佳匹配块区域确定后, 通过以步长为 1 的

通过图 1 可知, 图像的灰度像素值特征提取, 随着图像向量量化信息破损待修复图像向量量化编码信息的码矢响应增加, 由此可以提高修复性能.

3 算法改进描述与破损图像修复实现

传统的图像修复算法采用断点标定和特征提取方法, 当出现不连续破损断点时, 图像修复效果不好. 提出一种基于高分辨灰度掩模的图像修复改进算法, 算法改进设计描述如下, 选择了规范互相关函数作为能量函数的数据项, 破损待修复图像断点区域选择断点驱动的平滑项, 描述融合结果与源图像的综合相关性, 得到图像的高分辨灰度掩模线性方程组:

$$\frac{\langle \tau_d u', \tilde{u} \rangle_{\varphi_{x_0}}}{\|\tau_d u\|_{\varphi_{x_0}} \|\tilde{u}\|_{\varphi_{x_0}}} - \frac{\langle \tau_d u, \tilde{u} \rangle_{\varphi_{x_0}} \langle \tau_d u', \tau_d u \rangle_{\varphi_{x_0}}}{\|\tau_d u\|_{\varphi_{x_0}}^3 \|\tilde{u}\|_{\varphi_{x_0}}}. \quad (11)$$

通过上述方程进行线性修复, 由于破损待修复图像的断点区域会出现“过分割”现象, 根据 Shannon 信息论原理, 构建超大稀疏线性方程组, 得到能量函数的极小化解, $\|\tau_d u\|_{\varphi_{x_0}}$ 向量组合中的各参数表示代表融合图像与源图像的联合概率密度, 采用了连续过松弛方法进行迭代求解, 破损图像与断点融合图像的进行相关性标定, 得到图像修复结果如下:

精细搜索进行高分辨灰度掩模处理. 寻找一次最佳数匹配块 Ψ_p' 需遍历 $O(mm/a^2 + 9s^2)$, 由此实现图像准确修复.

4 仿真结果及分析

为了测试和验证本文提出的改进算法在实现图像修复中的性能, 进行仿真实验中, 以 Windows XP 的操作系统为实验环境, 电脑配置为 windows XP 系统, AMD 速龙双核处理器, 2.1 GHz 主频, 2 GB 内存, 320 GB 硬盘. 采用 Matlab 7.0 实现破损待修复图像的图像修复仿真实验. 破损待修复图像原始图像为运动员脚踝受伤图像和膝关节图像, 图像大

小分别为 159×159 像素, 213×213 像素图像灰度总级数为 256. 样本模板中, 尺寸 $s \times s$ 分别为: 9×9 , 11×11 , 给出测试样本的图像移除和修复效果的视觉仿真结果, 得到待修复图像的原图、破损图和采用传统方法和本文算法的修复图如图 2 所示.

从图 2 可见, 采用传统修复方法, 图像中出现了严重的结构断裂以及不连续现象, 当破损图像出现不连续破损断点时, 图像修复效果不好. 根据本文提出的基于高分辨灰度掩模的图像修复改进算法, 从图 2 (d) 可得, 采用本文是算法, 修复后图像的都具有良好的视觉效果, 定量分析可知, 进行图像修复后的信噪比误差较小, 保持在 6% 以内, 具有较好的修复质量.

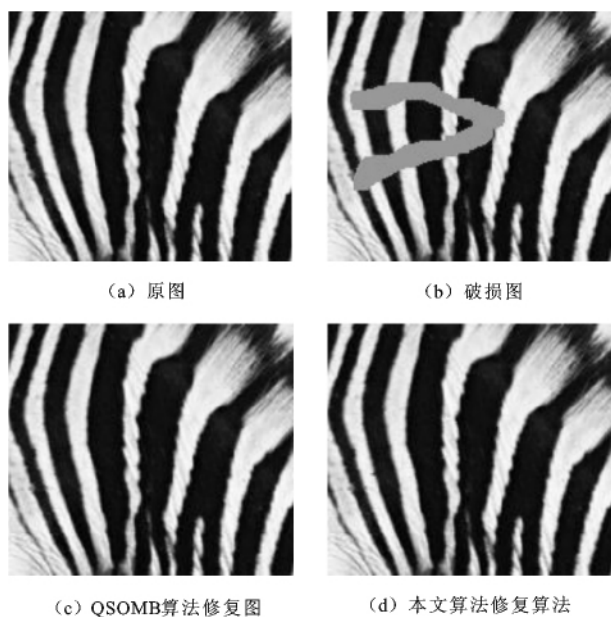


图 2 图像修复仿真结果及对比

5 结束语

图像修复是结合计算机图形学和虚拟现实技术的综合学科, 在文物保护、医学图像信息和影视特效等领域具有较大的应用价值. 传统的图像修复算法采用断点标定和特征提取方法, 当出现不连续破损断点时, 图像修复效果不好. 提出一种基于高分辨灰度掩模的图像修复改进算法. 首先进行破损待修复图像的边缘检测和灰度特征提取, 找出一个与当前

优先级最高的待修复块最优样本块, 计算出破损待修复图像的低频系数向量和高频系数向量, 得到对图像特征的分层提升结果, 通过 Mallat 小波提升方案设计, 基于高分辨灰度掩模处理, 跟踪破损图像的破损区域走向, 提高对破损图像修复的全局搜索能力, 研究得出, 本文算法的对图像修复质量较高, 优越性突出.

参考文献:

- [1] Bertalmio M, Sapiro G, Caselles V, et al. Image inpainting[C]// Akely K, Computer Graphics and Interactive Techniques, Proceedings of the 27th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, New York, USA: ACM, 2000: 417-424.
- [2] Zhou Yatong, Li Lin, Xia Kewen. Research on weighted priority of exemplar-based image inpainting [J]. Journal of Electronics, 2012, 29(1): 166-170.
- [3] Chan TF, Shen JianHong, Vese L. Variational PDE models in image processing [J]. Notices of the American Mathematical Society, 2003, 50(1): 14-26.
- [4] Criminisi A, Perez P, Toyama K. Object removal by exemplar-based image inpainting Zunic J, Computer Vision and Pattern Recognition [C] // Proceedings of the 2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Wisconsin: IEEE Computer Society, 2003: 721-728.
- [5] Wong A, Orchard J. A nonlocal-means approach to exemplar-based inpainting [C] // Cepko J, Image Processing, Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Image Processing, San Diego, CA, USA: IEEE, 2008: 2600-2603.
- [6] 屈磊, 韦穗, 梁栋, 等. 快速自适应模板图像修复算法 [J] 中国图象图形学报, 2008, 13(1): 24-28.

作者简介:

王佳欣 男, (1983-), 硕士, 讲师. 研究方向为计算机应用. E-mail: wjx@haue.edu.cn.

龚小磊 女, (1980-), 硕士, 讲师. 研究方向为计算机控制与应用.