

一种基于倒谱相关特性的散焦模糊图像复原方法

李秀怡

(江苏省电子商务重点实验室, 江苏 南京 210003)

摘要: 由于设备环境、人为因素等诸多原因造成的散焦退化图像, 在天文、交通、医疗等众多领域的实际应用效果受到较大程度的影响。针对散焦模糊图像的盲复原技术进行研究, 以探索一种较好的散焦模糊图像盲复原方法。在退化图像的复原过程中, 点扩展函数(Point Spread Function)的参数估计最为关键。因此, 文中提出的散焦模糊图像复原方法, 基于频域倒谱及其相关特性, 进行散焦模糊图像的PSF估计。通过仿真实验表明, 该算法可以较为准确地估计出散焦模糊图像的模糊半径, 实验证明了估计结果的准确性以及对模糊图像恢复的有效性。可以得出结论: 利用倒谱相关性对散焦模糊图像进行盲复原, 是一条切实可行的研究路线。

关键词: 图像退化; 图像复原; 点扩展函数; 模糊半径

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)04-0098-03

A Restoration Method of Defocused Image Based on Related Characteristics of Cepstrum

LI Xiu-yi

(Jiangsu E-commerce Key Laboratory, Nanjing 210003, China)

Abstract: Defocused images caused by equipment environmental and artificial factors, are greatly restricted in application to areas such as astronomy, transportation, medical, etc. Mainly aims at blind restoration techniques of defocused images, to explore a better blind recovery method of defocused images. In the restoration techniques of degraded images, parameter estimation of Point Spread Function (PSF) plays a vital role. Based on the related characteristics of cepstrum, gave a new method to estimate the parameter of PSF and to restore the defocused images. Through some simulation experiments, it shows that this algorithm can accurately estimate the fuzzy radius of defocused images. And the experimental result shows that it is effective. So can draw a conclusion that cepstrum correlation is a feasible research route in blind restoration of defocused images.

Key words: image degradation; image restoration; PSF; fuzzy radius

0 引言

在人们使用照相机等成像设备获得目标图像的过程中, 由于相机自身性能参数的限制、环境条件的影响, 或人为操作存在偏差, 使实际获取的图像质量不理想。把由于各种因素导致的质量欠佳的图像称为退化图像。为了使这些退化图像能够更好地满足实际需要, 需要利用图像复原技术来提高图像质量, 使相应的退化图像能够更好地满足实际应用的需要。图像复原的整体过程就是由退化图像重构出最接近原始图像的后处理图像。图像复原的后处理技术, 作为模式识别、机器视觉等应用领域的基础, 在天文观测^[1]、遥感成像技术^[2]、医疗成像技术^[3-5]等领域得到了广泛应用, 因

而越来越成为研究热点。文献[6]中提出了一种利用逆滤波器对均匀散焦图像进行复原的方法, 但对字样的复原效果不甚理想; 文献[7]中提出了一种基于维纳滤波的离焦模糊图像复原方法, 但结果表明清晰度不高, 并且恢复图像振铃波纹影响明显。文献[8]中提出了一种基于倒谱分析的散焦模糊图像PSF参数识别方法, 但有效检测范围也不包含模糊半径较小或较大的情况。

1 散焦模糊图像基础理论

1.1 散焦模糊图像成因

使用照相机拍摄照片时, 当所拍摄的目标物体到照相机镜头之间的距离满足式(1)时, 就可以得到理想条件下的清晰图像^[9]。

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

其中 f 为焦距, v 为像距, u 为物距。

收稿日期: 2010-09-02; 修回日期: 2010-12-18

基金项目: 江苏省产学研前瞻性联合研究项目(bj20091005)

作者简介: 李秀怡(1979-), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 主要研究方向为图像处理。

当所拍摄的目标图像成像于焦距以外(即焦外成像),实际像面与理想像面不位于同一平面上,所得到的图像就是散焦模糊图像,如图1所示^[10]。由图可以看出,图像的离焦成像也就是实际波面 w_0 与实际成像点 p_i' 之间的非对应性匹配造成的。在数学公式中, $e^{jkw(x,y)}$ 等于两个球面波的位相偏差,因此离焦也可以看成是广义光瞳函数 $e^{jkw(x,y)}$ 的作用,如式(2)。

$$e^{jkw(x,y)} = \exp\left\{-i\frac{k}{2d_i}(x^2+y^2) - \left[-i\frac{k}{2(d_i+\Delta)}(x^2+y^2)\right]\right\} = \exp[ik\varepsilon/2(x^2+y^2)] \quad (2)$$

其中, ε 表示离焦程度,即 $\varepsilon = \frac{1}{d_i+\Delta} - \frac{1}{d_i} \approx -\frac{\Delta}{d_i^2}$

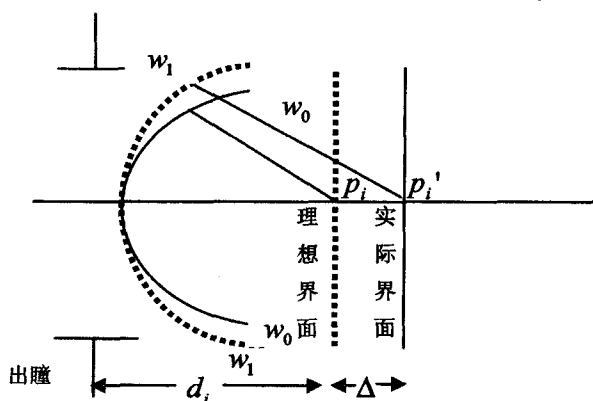


图1 光学离焦成像示意图

1.2 散焦模糊图像的点扩散函数

原始图像中的每个像素值所对应的一个点,在散焦过程中投影到实际成像界面的时候,成为了一个小圆形平面。设 r 为散焦模糊半径,则散焦模糊图像的PSF可以表示为:

$$h(x,y) = \begin{cases} \frac{1}{\pi r^2} & , x^2+y^2 \leq r^2 \\ 0 & , \text{others} \end{cases} \quad (3)$$

对于镜头散焦引起的模糊,PSF的傅里叶变换可表示如下^[11]:

$$H(u,v) = \frac{J_1(ar)}{ar} \quad (4)$$

其中, $r = \sqrt{u^2+v^2}$, J_1 为一阶贝塞尔函数, a 为模型是否为空间不变的修正系数。

散焦模糊图像的点扩散函数对应的频率响应具有圆盘特性,对应的点扩散函数频率响应圆盘模型可以在频域图中清晰地看到。

2 散焦模糊图像复原方法过程描述

2.1 倒谱

倒频谱函数 $C_r(q)$ 的数学表达式为^[12]:

$$C_r(q) = |F(\log S_x(f))|^2 \quad (5)$$

在工程上最常采用的是式(5)的开方形式,即:

$$C_o(q) = \sqrt{C_r(q)} = |F(\log S_x(f))| \quad (6)$$

其中, $C_o(q)$ 称为幅值倒频谱。

在图像复原技术中,倒谱定义形式如下:

设有退化图像 g , G 为 g 的傅里叶变换形式,则 g 的倒谱表达式为:

$$\text{Cep}(g) = \text{FFT}^{-1}(\log(G)) \quad (7)$$

在不计噪声的情况下, $G=FH$ 。因此,根据式(5)

可将式(7)变换为式(8):

$$\begin{aligned} \text{Cep}(g) &= \text{FFT}^{-1}(\log F + \log H) \\ &= \text{FFT}^{-1}(\log F) + \text{FFT}^{-1}(\log H) \\ &= \text{Cep}(f) + \text{Cep}(h) \end{aligned} \quad (8)$$

其中, f 为初始图像, h 为 f 的PSF。

2.2 算法实现过程

- 对模糊图像进行傅里叶变换;
- 求出变换图像的倒谱模值图;
- 对倒谱模值图进行列相关性计算,得出列相关曲线图;
- 找出列相关曲线图的最大相关区域,计算宽度值length;
- 得到散焦模糊半径估计值(length的1/4);
- 根据估计的PSF进行图像复原。

2.3 仿真实验

对一幅大小512x512的文字图像进行仿真实验的结果如图2~图7所示。图2为原始图像,图3为模糊半径为10的图像,图4为相应的倒谱图(在图中可以看到对应于模糊半径的暗圆环),图5为图4的列相关鉴别曲线,图6为相应于图5的估计曲线,图7为对应

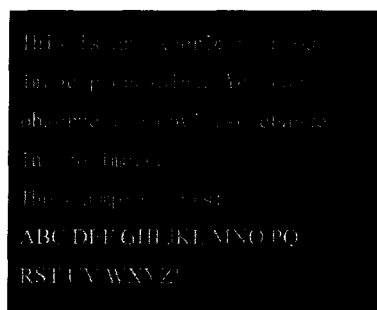


图2 原始实验图像

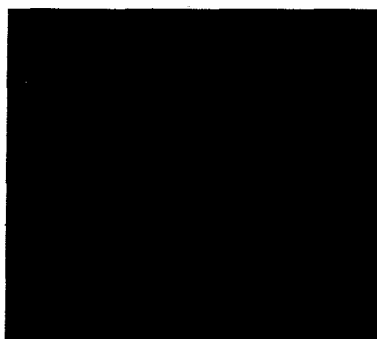


图3 图2的散焦模糊图像($r=10$)

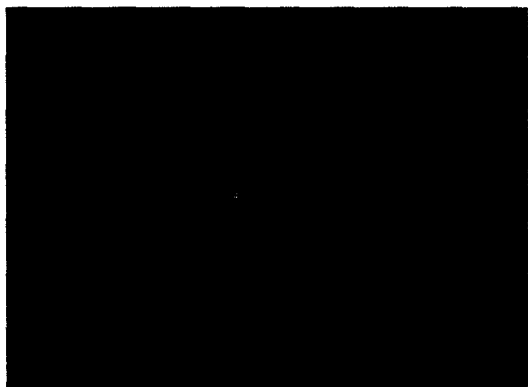


图 4 图 3 的倒谱图

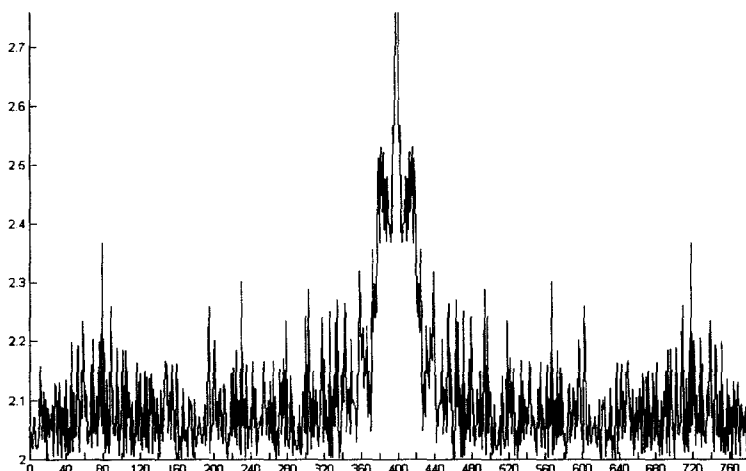


图 5 图 4 的列相关曲线图

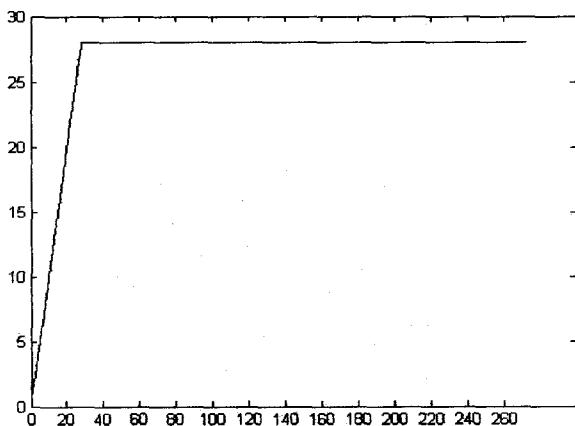
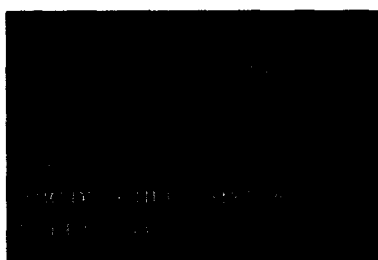
图 6 图 5 的模糊半径 r 估计曲线

图 7 图 3 的复原图像

于图 2 的最后恢复结果。

从实验数据(见表 1)可以看出,该方法可以较

好地估计出一般模糊图像 PSF 的模糊半径值。但在模糊半径比较大时算法性能略有降低。

表 1 算法估计数据记录表

模糊半径实际值	4	6	8	10	12	14	15	16
估计模糊半径值	3.5	5.5	7.5	10.5	11.5	13.5	14	15.5

通过仿真实验表明,利用倒谱及相关性对散焦模糊图像进行恢复,可以恢复出与原始图像清晰度较为接近的图像。对于一般含有噪声的散焦模糊图像,也有比较理想的恢复效果。实验证明了以上方法的有效性。

3 结束语

针对散焦模糊图像,提出一种以频域倒谱其相关性为基础进行图像盲复原的方法。实验分析表明,直接基于频域对模糊信息进行分析比较容易受噪声影响,而采用频域倒谱对相关信息分析法可以有效地避免噪声等不良因素对分析结果的影响,具有较高的估计准确度。但这种算法目前也存在一个不足,就是对高噪声图像的估计不是很理想,但是对一般的图像和信噪比不是非常低的图像都不失准确性,并且也可以在鲁棒性上做进一步研究。因此,是一个值得深入研究的方向。

参考文献:

- [1] Starck J L, Pantin E. Deconvolution in Astronomy: A Review [J]. Publication of the astronomical Society of the Pacific, 2002, 114(800): 1051-1069.
- [2] Muller J P. Digital Image Processing in Remote Sensing [M]. Philadelphia, USA: Taylor & Francis, 1988: 226-269.
- [3] Krishnamurthi V, Liu Y H, Bhattacharyya S, et al. Blind deconvolution of Fluorescence micrographs by maximum-likelihood estimation [J]. Applied Optics, 1995, 34(29): 6633-6647.
- [4] Jean M, Gills P. On-line x-ray focal spot assessment based on deconvolution using standard image devices [J]. NDT&E International, 2003, 36(5): 303-317.
- [5] Skoglund U H, Ofverstedt, Lars-Goran, et al. Maximum-Entropy Three-Dimensional Reconstruction: A Test Application with Adenovirus [J]. Journal of Structural Biology, 1996, 117(3): 173-188.
- [6] 姚芳兵,段震,张铃. 逆滤波器技术复原均匀散焦图像的探讨 [J]. 微机发展(现为:计算机技术与发展), 2004, 14(6): 10-12.
- [7] 武彬. 一种离焦模糊图像的复原方法 [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(1): 74-76.

(下转第 104 页)

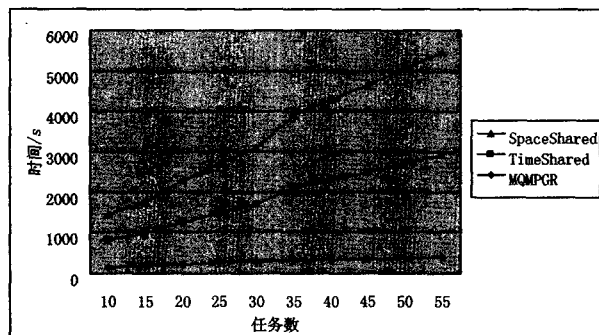


图 2 采用不同算法时对时间的影响

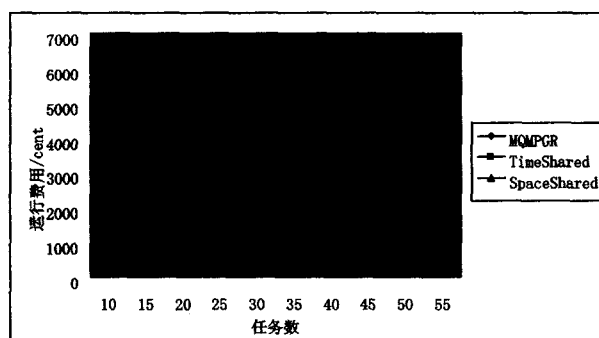


图 3 采用不同算法时对费用的影响

以往进行任务调度的时候,考虑最多的是系统吞吐率,而很少考虑用户自身的需求。总结上面描述的任务调度模型及算法伪码,可以看出,这是一个以用户为核心的调度模型,用户可以根据资源的多维性能为自己的重要性设置不同影响因子得到最优化的资源分派策略^[12],得到比较高的用户满意度。

4 结束语

面向任务和资源调度,基于改进的服务质量建立任务模型和网格服务资源映射模型,根据节点资源的多维性能特性并结合动态规划理论进行资源评价,在资源评价基础上完成任务的映射与调度,提出了一种改进 Qos 的网格资源多维性能调度算法 MQMPGR。理论分析与实验结果表明,算法通过资源综合评价,有效提高了网格系统的利用率和性价比。下一步工作的重点是对调度模型在均衡分配、安全性能等方面作进一步扩展和完善,并在模型基础上研究执行时间预测机制以及提出新的更有效的调度策略,提高算法的移

植性。

参考文献:

- [1] 陈 晶,孔令富,潘 勋. 结合预测机制和 QOS 约束的网格资源调度算法的研究[J]. 计算机研究与发展,2008,45(S):11-16.
- [2] 东 方,罗军舟,宋爱波. 面向 Deadline 约束的网格 Qos 任务调度[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2006,34(9):185-188.
- [3] 陈玉兰,郑 骏,胡文心. 一种多 QoS 约束的网格资源调度算法[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2009(1):111-116.
- [4] 王天擎,谢 军,曾 洲. 网格计算中的资源调度不确定性分析[J]. 计算机应用,2007,27(2):489-491.
- [5] 周 维,罗 泽,南 凯,等. 以策略为机制的网格任务调度模型研究[J]. 计算机工程,2007,33(7):89-91.
- [6] 张然美,杨寿保,申 凯,等. 网格环境下一种 QoS 感知的批调度算法[J]. 小型微型计算机系统,2007,28(6):969-973.
- [7] 陈志刚,杨 博. 网格服务资源多维性能聚类任务调度[J]. 软件学报,2009,20(10):2766-2775.
- [8] 赵 健. 基于 GridSim 的 A-MM 调度算法模拟[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):96-98.
- [9] Freund R F, Gherrity M, Ambrosius S, et al. Scheduling resources in multi-user, heterogeneous, computing environments with Smart-Net[C]//In: Proc The 7th IEEE Heterogeneous Computing Workshop (HCW'98). Orlando, Florida, USA: [s. n.], 1998:184-199.
- [10] Kim J K. Dynamic Mapping in fl Heterogeneous Environment with Tasks Having Priorities and Multiple Deadlines[C]//Heterogeneous Computing Workshop. Nice, France: [s. n.], 2003.
- [11] Shi Jinfa, Jiao Hejun, Sun Jianhui. Research on Collaborative Design System of small and medium-sized enterprises for Networked Manufacturing[C]//in Proc. 38th International Conference on Computers and Industrial Engineering. Beijing, China: [s. n.], 2008:2146-2153.
- [12] Zomaya A Y, Wright M. Observation on Using Genetic-Algorithms for Channel Allocation in Mobile Computing[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed System, 2002, 13(9):948-962.

(上接第 100 页)

- [8] 周 曲,颜国正,王文兴,等. 基于倒谱分析的散焦模糊图像参数识别[J]. 武汉大学学报,2008,33(3):318-321.
- [9] 田 涛,潘俊民. 基于散焦图像深度测量的一种新方法[J]. 机器人,2001,23(1):15-19.
- [10] 张燕妮. 一种离焦图像复原的改进方法[D]. 大连:大连理工大学电子与信息工程学院,2005.
- [11] 张 航,罗大庸. 图像盲复原算法研究现状及其展望[J]. 中国图象图形学报,2004,9(10):1145-1152.
- [12] Krahmer F, Lin Youzuo, McAdoo B, et al. Blind Image Deconvolution: Motion Blur Estimation[M]// In IMA Preprints Series, 2006.