

旋转运动模糊图像的空间差分恢复研究

陈树越,冯 军,邹 凌

(江苏工业学院 信息科学与工程学院,江苏 常州 213164)

摘 要: 通过对退化图像的几何变换,利用模糊函数具有的空间不变性,提出一种基于空间域差分恢复的旋转运动图像的复原方法.首先对模糊图像进行坐标变换,然后在直角坐标空间下采用差分恢复方法,最后反变换得到恢复后的图像.计算机仿真结果和应用实例,表明了该方法的有效性.

关键词: 图像恢复;差分恢复;旋转运动;模糊图像;退化图像

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)01-0120-03

Study of Image Restoration under Rotation Motion Blurring Based on Spatial Difference Technique

CHEN Shu-yue, FENG Jun, ZOU Ling

(School of Information Science & Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

Abstract: Based on spatial difference technique, a method of image restoration in rotation motion is presented, where the geometric transform for the degraded image and the space invariance of the blurred function are applied. Firstly, the coordinate transform of the blurred image is used. Then the image is restored by means of spatial difference restoration in rectangular coordinate system. Finally, the de-blurred image is obtained through inverse geometric transform. The simulation and the actual application are given and it is shown that the technique is effective.

Key words: image restoration; difference restoration; rotation motion; blurred image; degraded image

1 引言

图像恢复即是通过建立图像退化模型,在已有或无先验知识情况下而进行的退化逆过程运算^[1].由于物体运动产生的图像模糊在许多场合出现,对其进行图像恢复成为人们关注的对象^[2].从物体的运动方式来看,所带来的图像退化包括直线运动和旋转运动.通常,在相机曝光过程中,将这两种运动形式视为匀速运动,简化了计算的复杂性,且可得到较好的效果.

旋转运动是随空间改变的运动形式,对于这类运动造成的模糊图像,一种简单而有效的复原方法就是坐标变换复原^[3].其思想是对退化图像进行几何变换,使得到的模糊函数具有空间不变性,采用普通的空间不变复原方法对其进行恢复,再用一个和

先前几何变换相反的逆变换将图像复原为原来的坐标系.文献[4]通过研究受带通滤波器和白噪声影响后的图像,基于线性滤波器和最小均值平方误差标准选用维纳滤波器对图像进行恢复.对于非零边界的旋转运动模糊图像的恢复问题.为了在离散情况下能够沿模糊路径上快速提取像素的灰度信息,将Bresenham算法思想引入到旋转运动模糊图像的恢复工作中,并在此基础上,提出了一种基于模糊路径频域滤波去卷积的恢复算法,同时,为了有效地恢复非零边界区的图像信息,又提出了一种基于邻域知识引导的最小代价恢复算法^[5].把旋转模糊后的图像作为频率响应后的效果并且产生了在不同噪声情况下均值平方最佳估计,采用间隔查找的方法来确定旋转中心,在频率域进行图像旋转恢复^[6].一种比较新颖的运动图像恢复方法^[7]提出应用 hough 变

收稿日期: 2009-11-09; **修回日期:** 2010-01-26

基金项目: 江苏省高校自然科学基金项目(08KJB520002);江苏省青蓝工程

换和自相关函数估计出运动模糊的方向和长度,应用迭代步长自适应的整体变分模型进行图像恢复。

文中首先对模糊图像进行坐标变换,然后在直线运动空间采用差分恢复方法,最后反变换得到恢复后的图像。

2 旋转运动模糊图像空间域差分恢复

2.1 差分恢复方法

假设理想图像 $g(x, y)$ 在被记录的过程中经历了平面运动,其在 x 方向和 y 方向的运动分别用时间函数 $x_0(t)$ 和 $y_0(t)$ 表示。那么,若曝光时间为 T 时,由于运动引起的模糊图像为

$$f(x, y) = \int_0^T g[x - x_0(t), y - y_0(t)] dt \quad (1)$$

若仅在 x 方向上存在匀速直线运动,即

$$x_0(t) = a \frac{t}{T}, y_0(t) = 0 \quad (2)$$

式中, a 为常数,它表示当 $t = T$ 时,图像在 x 方向上移动的距离。将其代入式(1),得

$$f(x, y) = \int_0^T g[x - x_0(t), y] dt \quad (3)$$

因积分和 y 无关,可把图像表示成只是 x 的函数,即

$$\begin{aligned} f(x) &= \int_0^T g[x - x_0(t)] dt \\ &= \int_0^T g\left(x - a \frac{t}{T}\right) dt \quad 0 \leq x \leq L \end{aligned} \quad (4)$$

取变量置换 $\tau = x - at/T$,并略去常数比例因子,可得

$$f(x) = \int_{x-a}^x g(\tau) d\tau \quad 0 \leq x \leq L \quad (5)$$

对其微分后,有

$$g(x) = f'(x) + g(x-a) \quad 0 \leq x \leq L \quad (6)$$

假设 $L = Ka$, K 是整数,于是变量 x 还可写成 $x = z + ma$

式中, $0 \leq z \leq a$, m 是 a 除以 x 所得到的整数部分,当 x 在 0 到 $L = Ka$ 中间取某值时, m 便取 $0, 1, \dots, K-1$ 中某一确定值。

对式(6)离散化,可得到水平方向运动模糊图像差分恢复式

$$\begin{aligned} g(x, y) &= A - \frac{1}{K} \sum_{l=0}^{K-1} \sum_{k=0}^m f'(x - ma + (l-k)a, \\ &y) + \sum_{l=0}^m f'(x - la, y) \\ &0 \leq x, y \leq L \end{aligned} \quad (8)$$

其中, A 可看作常数。

$$A = \frac{1}{K} \sum_{l=0}^{K-1} g(x + la) \quad (9)$$

2.2 旋转运动模糊图像恢复

对旋转运动图像恢复,首先将旋转模糊图像由极坐标变换到直角坐标空间,然后对其应用差分恢复算法,再将其变换到极坐标下得到恢复结果。空间变换主要用来保持图像中曲线的连续性和物体的连通性,一般都采用数学函数形式来描述输入、输出图像相应像素间的空间关系。空间变换的一般定义为

$$f(x, y) = g(x', y') = g[a(x, y), b(x, y)] \quad (10)$$

其中, g 表示输入图像, f 表示输出图像,坐标 (x', y') 指的是空间变换后的坐标,不同于原来的坐标 (x, y) , $a(x, y)$ 和 $b(x, y)$ 分别是图像的 x 和 y 坐标的空间变换函数。

对于旋转运动产生的模糊图像作几何变换,所用的空间变换函数为

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (11)$$

$$\frac{y}{x} = \tan \theta \quad (12)$$

其中,坐标 (r, θ) 相当于空间变换后的坐标 (x', y') 。

实现几何变换有两种方法:(1)前向映射法,即将输入像素的灰度一个个的转移到输出图像中,如果一个输入像素被映射到四个输出像素之间的位置,则其灰度值就按插值法在四个像素之间进行分配;(2)后向映射法(像素填充法),这时将输出像素逐个映射回输入图像中,如果一个输出像素被映射到四个输入像素之间的位置,则其灰度值就按插值法在四个像素之间进行分配。文中采用后向映射法。

3 计算机仿真与实际应用

图1是对Lena图像模拟产生的旋转运动模糊图像,模糊参数为顺时针方向,模糊情况较为严重,图像信息几乎不可辨认。图2是用旋转运动差分恢复方法进行恢复的结果,可以看到,较为清晰的表达了图像的原貌。

图3是由数码相机获取的作逆时针方向旋转运动的实验图像,旋转中心指定并标记。图4为本为方法恢复处理的结果。

由图4可见,经旋转图像恢复,其中的字体信息能够较为清晰地辨认。但图像中出现了伪影,其产生的主要原因是由于物体作旋转运动时,转动中心坐标偏差所引起的。

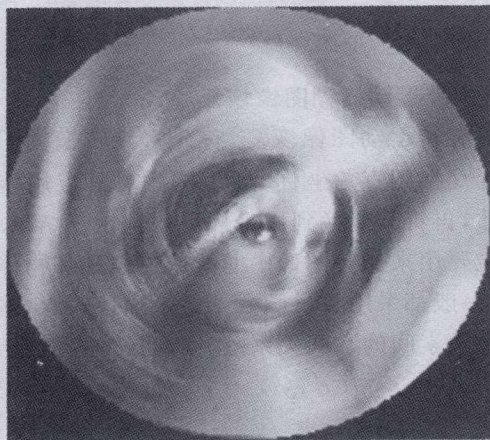


图1 Lena 旋转运动模糊图像



图2 Lena 差分恢复结果

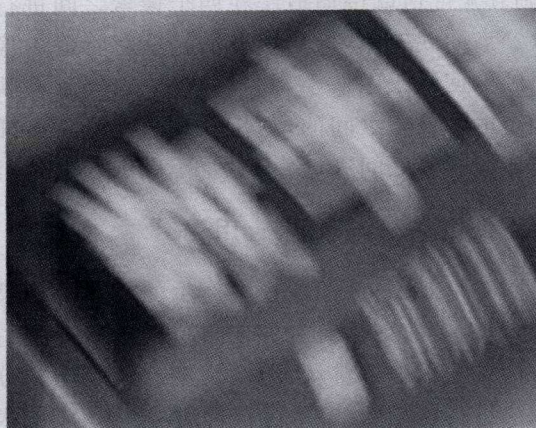


图3 文字旋转运动模糊图像

4 结束语

针对实际情况下遇到的旋转运动产生的模糊图

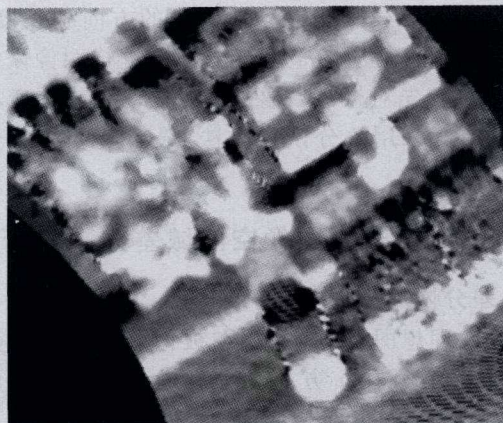


图4 文字差分恢复结果

像恢复问题,文中通过对退化图像的几何变换,利用模糊函数具有的空间不变性,提出一种基于空间域差分恢复的旋转运动图像的复原方法.计算机仿真和实际应用表明了该方法的有效性.

参考文献:

- [1] 刘杰平,余英林. 基于小波变换的盲图像恢复[J]. 微电子学与计算机,2004,21(8):73-75.
- [2] 姜莉,党瑞荣. 基于智能图像处理技术的车型识别[J]. 微电子学与计算机,2006,23(6):71-73.
- [3] Kang S K, Min J H, Paik J K. Segmentation-based spatially adaptive motion blur removal and its application to surveillance systems[J]. IEEE International Conference on Image Processing, 2001(1):245-248.
- [4] Khireddine A K, Benmahammed W Puech. Digital image restoration by wiener filters in 2D case [J]. Advances in Engineering Software,2007(38):513-516.
- [5] 洪汉玉,张天序. 非零边界旋转运动模糊图像的恢复算法[J]. 中国图像图形学报,2004,9(3):266-274.
- [6] Zheng Yuan, Jianxun Li, Zhengfu Zhu. Robust image restoration for rotary motion degradations and the motion parameter identification [J]. IEEE International Conference on Image Processing,2008(15):501-504.
- [7] 陈波. 一种新的运动模糊图像恢复方法[J]. 计算机应用,2008,28(8):2024-2029.

作者简介:

陈树越 男,(1963-),博士,教授.研究方向为计算机视觉与检测技术、信号与信息处理、测试技术.