

通信技术

一种基于 Hough 变换的运动模糊图像复原方法

张变莲

(西安文理学院物理系,西安 710065)

摘要 通过对运动物体图像运动模糊的研究,分析了图像运动模糊的降质过程。针对运动参数未知的情况,提出一种新的运动模糊复原方法,该方法首先运用小波的多分辨分析特性进行图像的消噪处理,然后通过 Hough 变换与频域处理相结合估算点扩散函数(PSF)的方向,利用自相关的方法估算 PSF 的尺度,最后通过维纳滤波还原图像。实验证明,该方法在一定范围内,能够有效地消除运动模糊造成的图像质量下降。

关键词 运动模糊 Hough 变换 小波去噪

中图法分类号 TN911.73;

文献标志码 A

随着科技发展的日新月异,现在人们对数码照片等图像各个方面的质量要求逐渐提高,使得我们必须去解决图像的质量问题。而由于物体的运动使图像产生的运动模糊是常见的图像质量降低原因,消除或削减运动模糊能够有效提高图像的真实性与清晰度,在空间观测、军事摄影、实时监控、医学图像、工业控制的零件加工等领域具有重要的作用和广阔的应用前景。

运动模糊图像的恢复的方法主要有点扩散函数(PSF)法、差分投影法、刃边函数法、盲解卷积法、状态空间法等等^[1],其中最为常用的方法是以点扩散函数已知为前提的^[2]。但实际应用中,PSF 通常是未知的,所以在这种方法中运动模糊复原的关键是对模糊 PSF 的估计,Cannon 等采用了频域法^[3]进行估计,Yitzhak、Kopeika 等采用了空域法^[4]进行估计,陈前荣在此基础上提出了利用微分算子鉴别运动方向的方法^[5],此外还有基于模型的最大似然法等。但是基于频域的方法通常对噪声非常敏感,基于空域的方法对于不存在点或尖锐边缘的图形则失效。基于模型的各算法一般运算量大,且容易陷

入代价函数的局部极值点。实际中,由于物体运动在极短的曝光时间内可近似为匀速直线运动,因此可以通过 Hough 变换确定模糊的方向,再根据自相关计算模糊的长度,最后根据维纳滤波来复原图像。

1 运动模糊

运动模糊是一种图像退化,由于相对运动而引起。其退化模型可用式(1)表示。

$$g(x,y) = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x-s,y-t)h(x,y)dsdt + n(x,y) \quad (1)$$

式(1)中, $f(x,y)$ 表示原始图像, $h(x,y)$ 则表示 PSF 函数, $n(x,y)$ 表示随机噪声。即退化图像为原图像与 PSF 的卷积并叠加了随机噪声(见图1)。



图1 模糊退化图

2010年7月13日收到

作者简介:张变莲(1983—),女,硕士,讲师,研究方向:运动目标检测。E-mail:blzhang@opt.ac.cn。

对于匀速直线运动,图像中目标点灰度不变,

在任意方向 α 的移动 d 的运动模糊都可以认为是该方向上的水平运动。其 PSF 函数可以简化为

$$h(x,y)=\begin{cases}0,y\neq x\tan\alpha,-\infty\leq x\leq\infty\\ \frac{1}{d},y=x\tan\alpha,0\leq x\leq d\cos\alpha\end{cases}\quad (2)$$

根据估算的运动方向角度旋转图像使模糊方向平行于 X 轴,将二维问题转化为一维问题,当转化为水平方向上时,即 $\alpha=0$ 时,有

$$h(x,y)=\begin{cases}0,y\neq0,-\infty\leq x\leq\infty\\ \frac{1}{d},y=0,0\leq x\leq d\end{cases}\quad (3)$$

2 去除噪声

因为退化图像叠加了噪声,所以必须对退化图像进行去噪处理。图像去噪既可以在时域内,也可以在频域内^[6]进行。传统的去噪方法是将信号通过一个低通或带通滤波器;其缺点是在去噪的同时,也会模糊了信号。小波去噪利用了不同中心频率的带通滤波器对信号滤波,把主要反映噪声频率的那些尺度的系数去掉,再把剩余各尺度的系数综合起来作反变换,从而使噪声得到很好的抑制。利用小波变换去除图像噪声的基本流程图如图 2 所示其主要步骤如下。

- 1) 二维图像信号的小波分解。选择一个小波并确定一个小波分解的层次 N ,然后对信号进行 N 层小波分解。
- 2) 小波分解高频系数的阈值量化。对每一层的高频系数,选择一个阈值进行阈值量化处理。
- 3) 二维小波系数的重构。根据小波分解的第 N 层的低频系数和经过量化处理后的第一层到第 N 层的高频系数,进行二维图像的小波重构。

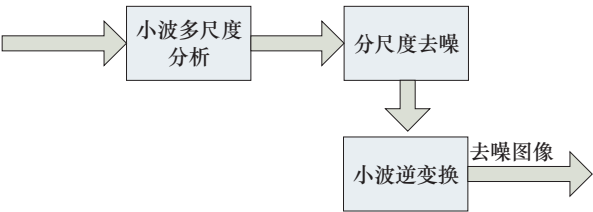


图 2 小波变换去除图像噪声示意图

采用小波阈值法去除退化中叠加的噪声,试验结果如图 3 所示。



图 3 去噪图像

3 模糊方向估计

对模糊方向进行估计时,可以由 PSF 函数得知,在模糊方向上目标任一质点都呈现出直线段的形态。对图像中所有的直线段方向进行检测统计,可以得到运动模糊的方向。但是由于图像中背景或物体可能具有一定的纹理结构,这种结构可能会影响直线的检测,可先进行 Laplace 变换,得到边缘图。对边缘图进行频域变换,在频谱图中,大多数的变换系数为 0,少数的非零系数构成了条纹。对于这些条纹,可以通过 Hough 变换计算这些条纹的倾斜角,该角即模糊方向。图 4 为退化图像的频域

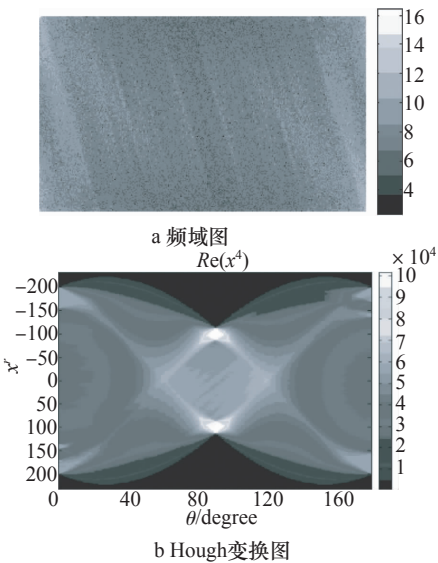


图 4 频域图及 Hough 变换图

图及 Hough 变换图。

4 模糊长度估计

为了方便计算,将图像旋转到模糊方向上。此时可以应用 PSF 的简化形式。设此时的图像为 $F^\theta(x,y)$,该图像中水平方向上的直线段均有可能为模糊造成的点扩散。而垂直方向上的线段则不可能是点扩散的结果。于是,可以对 $F^\theta(x,y)$ 做垂直方向的梯度检测,以便消除图像中背景与目标自身的区域相关性的影响。在此基础上,再进行一次中值滤波,以便消除差分带来的噪声。

选取的图像区域设为 $i \times j$,搜索区域为 $(i+2d) \times (j+2d)$,根据对目标相对位移的估计确定 i,j,d 的取值,计算各行的水平方向的自相关函数值 $s(x,y)$,将 $s(x,y)$ 各列求平均。其结果通常为在水平方向上相关中心左右两侧分别出现一个最小值点。这两点到中心的距离应相等,其距离为模糊长度。

5 图像复原

在计算得到 PSF 的基础上,可以采用维纳滤

波,进行图像复原。
维纳滤波^[7]也叫最小二乘法滤波,其数学形式为

$$M(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{[|H(u,v)|^2 + P_n(u,v)/P_f(u,v)]}$$

(4)

式(4)中 $H^*(u,v)$ 为光学作用函数的共轭, $P_n(u,v)$ 为噪声功率谱, $P_f(u,v)$ 为输入图像的功率谱,复原图像可表示为: $f(m,n) = F^{-1}\{G(u,v)M(u,v)\}$ 。通常,系统信噪比 $P_n(u,v)/P_f(u,v)$ 的取值在未知的情况下可以设为 0.05。

6 实验结果

为了对算法的实用性进行检验,选用了不同的图像进行实验,实验中将不同的图像分别进行不同角度与尺度的模糊退化,然后采用本文的方法进行盲复原,实验结果如表 1 所示,表中内容代表计算所得到的 PSF 模糊方向与长度与实际的模糊方向与长度的差异(单元格的上半部分是角度差异,单位为度,下半部分是长度差异,单位为像素):

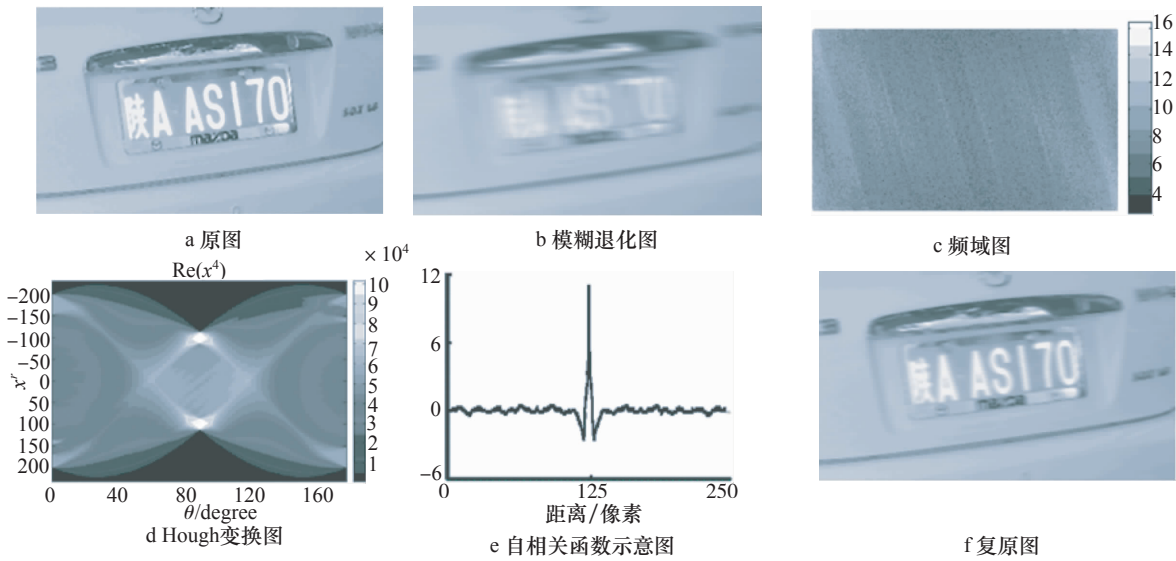


图1 运动模糊的盲复原

7 结论

本文对于运动模糊造成的图像退化,采用了基于频域中 Hough 变换的方法计算模糊的方向,再将图像旋转,进行差分与统计,计算模糊的长度,根据得到的 PSF 参数进行维纳滤波对图像进行了还原。实验证明,该方法在一定范围内能够有效地消除运动模糊的影响,提升图像的可视性,并为后续处理提供较好的基础。但是本方法对于目标相对位移较大,目标结构复杂的情况,可能失效,有待进一步地改进。

参 考 文 献

1 明文华,孔晓东. 运动模糊图像的恢复方法研究. 计算机工程,

2004;30(7):133—135

2 曾志高,谭骏珊. 匀速直线运动模糊图像的恢复技术研究. 陕西理工学院学报,2006;22(2):72—74

3 Cannon M. Blind deconvolution of spatially invariant image blurs with phase. IEEE Trans Acco Speech and Signal Processing,1976;24(1):58—63

4 Y Yitzhaky, Kopeika N S. Evaluation of the blur parameters from motion blurred images. Electrical and Electronics Engineers in Israel, 1996;526. IEEE Press,1996;216—219

5 陈前荣,陆启生,成礼智. 运动模糊图像的运动模糊方向鉴别. 国防科技大学学报,2004;26(1):110—112

6 胡昌华 张军波,基于 MATLAB 的系统分析与设计—小波分析,西安电子科技大学出版社,1999;17—18

7 Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. Digital Image Processing (Second Edition) 电子工业出版社,北京,2003;209—210

A Recovering Approach for Motion Blur Based on Hough Transformation

ZHANG Bian-lian

(Department of Physics,Xi'an University of Art and Science,Xi'an 710065,P. R. China)

[Abstract] The degrading procedure of motion blur is analyzed with research of it. A new recovering method is proposed for the unknown motion parameter. The multi-resolution of wavelet is used for the image preprocessing. After that,Hough transform is made for the direction of the PSF and correlation is calculated for the length of the PSF. At the end,the blurred image is recovered by Wiener filter. It is proved that the degrading for the motion blur can be reduced effectively by this method.

[Key words] motion blur hough tranform wavelet