

基于数学形态学的运动图像模糊长度识别方法*

Application of Mathematical Morphology in Motion Blurred-length Identification

谢 晴¹, 玉振明²

XIE Qing¹, YU Zhen-ming²

(1. 梧州学院计算机科学系, 广西梧州 543002; 2. 梧州学院信号与信息处理实验室, 广西梧州 543002)

(1. Department of Computer Science, Wuzhou University, Wuzhou, Guangxi, 543002, China;
2. Signal and Information Processing Autonomous-Region-Key-Discipline Laboratory, Wuzhou University, Wuzhou, Guangxi, 543002, China)

摘要:基于数学形态学思想提出一种运动图像模糊长度识别方法,并进行仿真实验。该方法通过对模糊图像频谱图进行一系列数学形态学的处理,准确提取频谱图的边缘,再利用频谱图中相邻黑色条纹间距与模糊长度的数量关系计算出模糊长度。该方法在 35 像素范围内能准确识别模糊长度,超过 40 像素范围时需人工辅助才能识别模糊长度。

关键词:数学形态学 模糊长度 频谱图

中图分类号:TP391.41 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2013)02-0125-03

Abstract: A method of motion blurred-length identification is proposed based on mathematical morphology. It detects the edge of the spectrum of graph and identifies the blurred-length by a series of mathematical morphology processing. The simulation results show that the proposed method can identify the blurred-length accurately when its length within 35 pixels, whereas it is necessary to artificial assistance in order to identify the blurred-length when the blurred-length is more than 40 pixels.

Key words: mathematical morphology, blurred-length, spectrum graph

运动模糊图像多由摄像设备和拍摄对象在曝光时间内的相对运动产生。比如,在飞行中的飞机上拍摄静止的物体或用固定摄像设备拍摄运动的汽车,所拍摄的图像就会变得模糊。如何恢复出模糊图像的真实面目,一直都是数字图像处理领域中的研究热点。不少学者根据模糊图像的傅立叶变换频谱图获取模糊长度和模糊方向从而对模糊图像实施复原。模糊方向和模糊长度是模糊图像复原的两个关键参数。文献[1~3]利用模糊图像的频谱特性,使用 Hough 变换或 Radon 变换识别模糊方向和模糊长度。这些方法具有计算量大、速度慢、算法复杂等

缺点。

早在 1976 年,研究已发现模糊图像的频谱图会出现等间隔的零值条纹(黑色条纹)^[4]。王晓红等人^[5~7]论证了模糊长度和频谱图像中心与相邻黑色条纹间的距离存在反比关系,模糊方向与频谱图中的黑色条纹垂直。文献[8]还给出了相邻黑色条纹间距与模糊长度的数量关系,即:

$$\Delta = \frac{L}{a}, \quad (1)$$

其中, Δ 表示模糊长度, L 表示原始图像宽度, a 表示模糊图像频谱图中相邻黑色条纹间的距离。由于频谱图中间白色亮区域最清晰,并且其宽度约为相邻黑色条纹间距的两倍,因此,计算模糊长度可以转换为计算频谱图中间亮区域的宽度 $K(a = K/2)$ 。

数学形态学是一门建立在严格数学理论基础上的学科,其基本思想是用不同形状、不同大小的结构

收稿日期:2012-12-12

修回日期:2013-01-10

作者简介:谢 晴(1981-),女,讲师,硕士,主要从事数字图像处理、计算机应用技术研究。

元素作用于图像,来度量和提取出图像中的对应形状以达到图像分析和识别的目的。而且数学形态学方法可以保持图像的基本形状特征,并除去不相干的结构,已经在图像去噪、边缘检测、目标识别、图像分割等常见图像处理中得到广泛应用^[9]。本文的目标就是利用数学形态学的方法对运动模糊图像的频谱图进行一系列的处理,并获得 K 值,最后根据(1)式计算模糊长度,从而提出一种利用数学形态学处理模糊图像频谱图来识别出模糊长度的方法。

由于任何运动在极短的时间内都可以近似看作是匀速直线运动,在很多情况下,运动的方向可以通过先验知识获得,也可以通过图像旋转将模糊方向调整到水平方向。因此,我们着重对水平方向匀速直线运动模糊图像的模糊长度的识别进行探讨。

1 数学形态学的主要运算方法

数学形态学的主要运算有膨胀(\oplus)和腐蚀(\otimes)运算。从集合论角度给出图像 A 和结构元素 B 的膨胀运算^[10]为:

$$\text{定义 1 } A \oplus B = \cup \{A + b \mid b \in B\}.$$

腐蚀运算^[10]为:

$$\text{定义 2 } A \otimes B = \{x \mid b + x \in A, \forall b \in B\}.$$

膨胀和腐蚀运算组合起来还能形成其他算子,比如,对对象先腐蚀后膨胀可以形成开运算,即结构元素在图像内部边缘滚动的结果。对对象先膨胀后腐蚀就是闭运算,闭运算是结构元素在图像边缘的外部作用的过程,其结果可以使对象边缘变得平滑,去掉图像向内的尖角。图像 A 和结构元素 B 的开运算(\circ)及闭运算(\bullet)的定义如下:

$$\text{定义 3 } A \circ B = (A \otimes B) \oplus B,$$

$$\text{定义 4 } A \bullet B = (A \oplus B) \otimes B.$$

利用数学形态学的膨胀和腐蚀运算的性质,还可以组合构成具有边缘检测作用的算子

$$\text{定义 5 } C = A \oplus B - A,$$

$$\text{定义 6 } C = A - A \otimes B.$$

定义 5 是用膨胀以后的图像减去原图像获取边缘,定义 6 是先对图像进行腐蚀运算,再用原图像减去腐蚀以后的图像从而获取边缘。

2 基于数学形态学的模糊长度识别方法

根据数学形态学基本运算的性质以及基本运算组合构成的算子,对模糊图像的频谱图进行一系列的处理,准确的检测出频谱图中暗条纹的边缘,计算频谱图中间亮区域的两条边界线间的距离 K ,进一步计算出 $a(a = K/2)$ 值,最后根据(1)式识别出模糊长

度。方法流程为:开始→输入模糊图像频谱图→对频谱图进行预处理→对预处理后的图像进行闭运算→按照定义 6 对图像提取边缘→对边缘图像利用较大尺寸线性结构元素进行腐蚀运算,提取频谱图中间亮区域的边界线,得到 K 值,计算出 a 值→根据(1)式计算出模糊长度→结束。

3 仿真实验

所有的仿真实验都基于 MatLab7.0 平台。限于篇幅,只给出模糊 30 像素的 Lena 图像频谱图的形态学方法处理结果(图 1(a)~(g))。首先输入模糊图像的频谱图并进行二值化和中值滤波等预处理,使得暗条纹的边界平滑,去掉一部分噪声,方便后面的形态学处理,接下来对预处理图像进行闭运算。由图 1(d)可以看出,闭运算的结果使得条纹的边界更加清晰和平滑,并且去掉了条纹两端的干扰点。用定义 6 的形态学算子来检测频谱图的边缘。由于模糊图像中间部分的亮区域形状规整,亮度比两端均匀,干扰点少,所以在图 1(e)中可以看到中间有较长的两条直线,即亮区域的边界线。又由于这两条线的长度明显大于左右两边其他暗条纹的边界线,我们接着用较大尺度的线性结构元素对图 1(e)实行两次腐蚀运算,去掉较小尺寸的线条,保留中间两根线条,得到结果图 1(g)。

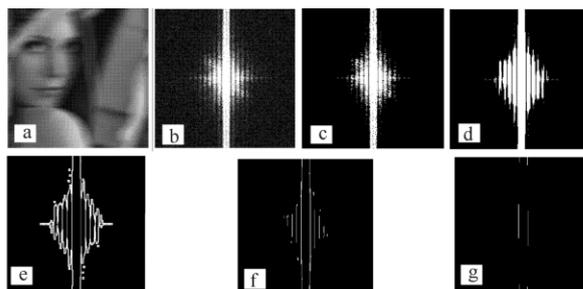


图 1 仿真实验结果

Fig. 1 Simulation result

(a) Lena 图像模糊 30 像素; (b) 模糊图像频谱图; (c) 对频谱图预处理; (d) 闭运算结果; (e) 按照定义 4 提取边缘; (f) 用 35×90 结构元素腐蚀结果; (g) 用 110×90 结构元素腐蚀结果。

(a) Lena image blur 30 pixels; (b) blurred image spectrum; (c) preprocessing for spectrum; (d) close operation results; (e) edge extraction according to the definition four; (f) erode result with structure element 35×90 ; (g) erode result with structure element 110×90 .

由表 1 数据可以看出,当实际模糊长度小于 35 像素时,利用本文提出的方法可以准确的识别出模糊长度,而且运行时间都在 2s 以内,除了存储图像,无需额外的存储空间。当实际模糊长度增大时,误差达到两个像素。原因可能是,当模糊长度较大时,经预处理后的频谱图中间部分的亮区域的边界和左右两

侧的黑色条纹相连,已不可识别(图 2),造成后续数学形态学处理过程中存在误差。解决这一问题的方法:由于图 3 中紧邻中间亮区域的两条纹的边界很清晰,那么就可以识别出这两条边界线,并计算它们之间的距离。很明显,该距离应该是中间亮区域宽度的两倍,从而也可以求出模糊长度,但在这个过程中,需要人为辅助去判断哪些条纹的边界足够清晰,才可以提取。

表 1 实验仿真数据

Table 1 Experimental simulation data

实际模糊长度(像素) Actual blur length (pixels)	检测结果(像素) Detection result (pixels)	时间*(s) time(second)
10	10	1.357
15	15	1.266
20	20	1.657
25	25	1.594
30	30	1.640
35	37	1.375
40	42	1.297

*时间是指输入模糊图像的频谱图到得到模糊长度结果所用的时间。
Time is from input the spectrum of the blurred image to get the result of blur length.

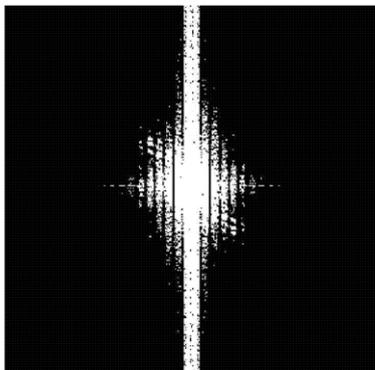


图 2 模糊长度为 40 像素的频谱图预处理结果

Fig. 2 Spectrum preprocessing result of 40 pixels blurred-length

从实验仿真结果可以看出,本文提出的方法在模糊长度小于 35 像素的范围内能够准确识别出结果,而且运算量小,速度快,无需额外存储空间,准确度高。而在实际模糊长度达到 40 像素时,需要人工辅助完成。

参考文献:

- [1] 邓泽峰,熊有伦. 基于频域方法的运动模糊方向识别[J]. 光电工程,2007,34(10):98-101.
- [2] 蒋岩峰,于起峰,梁永辉. 基于频谱分析的匀速运动模糊图像模糊方向识别[J]. 光学与光电技术,2008,6(4):68-70.
- [3] 苏军. 基于频谱分析的运动模糊图像的参数鉴别[J]. 电子科技,2011,24(7):77-79.
- [4] Cannon C. Blind deconvolution of spatially invariant image blurs with phase[J]. IEEE Trans Acoust Speech Signal Process,1976,24(1):58-63.
- [5] 杭燕,杨育彬,陈兆乾. 基于内容的图像检索综述[J]. 计算机应用研究,2002,19(9):9-13.
- [6] Sloan A D. Retrieving database contents by image recognition:new fractal power[J]. Advanced Imaging,1994,9(5):5-10.
- [7] 章毓晋. 基于内容的视觉信息检索[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [8] 鲁晓乐. 一种运动模糊图像恢复方法的研究[D]. 武汉:华中科技大学,2006.
- [9] 张汗灵. MATLAB 在图像处理中的应用[M]. 北京:清华大学出版社,2008:301.
- [10] 赵于前. 基于数学形态学的医学图像处理理论与方法研究[D]. 长沙:中南大学博士学位论文,2006.

(责任编辑:尹 闯)

科学家在量子气体中观察到温度波

在低于临界温度时,一些液体会变成超流体而失去摩擦力。超流状态下液体的导热性能极高,会以一种完全不同的温度波的形式来传输能量。由于这种波很像声波,因此也被称为“第二声”。为了解释超流体的性质,物理学家列夫·朗道 1941 年发展了双流体学理论,他假设低温下的液体包含超流体和普通液体两部分,后者随着温度下降而逐渐消失。迄今为止,人们只能在液氦和超冷量子气体中观察到超流动性。另一种超流系统是中子星,在原子核中也发现有超流现象的证据。超流性与超导性密切相关,后者是在低温下表现的零电阻现象。

超冷量子气体是把几十万个原子在真空容器中冷却到接近绝对零度(零下 273.15 摄氏度)获得的,利用激光能够对此状态下的粒子进行高精度地控制和操纵,因此是观察量子力学现象,如超流动性的理想模型系统。十多年来,虽然这一领域已有大量研究,但要在量子气体中探测到第二声现象还很困难。然而,最近奥地利因斯布鲁克大学和意大利特兰托大学的物理学家们在实验室中,准备了由 30 万个锂原子构成的量子气体,用调制激光束给雪茄烟形的粒子云加热,观察到了温度波的传播,证实了列夫·朗道 70 年前假设的理论。

(据科学网)