

一种结合边缘检测的模糊估计新方法

王正友 叶金财 伍双 李振兴

(江西财经大学信息管理学院,南昌 330013) (江西财经大学智能信息处理研究所,南昌 330013)

摘要 传统的图像质量评价方法 MSE 和 PSNR 都是基于全参考(FR)的质量评价方法,这就要求在对图像进行质量评价时给出参考图像,因此这种方法在实际应用中并不实用,而无参考(NR)图像质量评价正好解决了这一问题,因此具有重要意义。针对数字图像的客观质量评价,从模糊距离检测角度,提出了一种结合边缘检测的图像模糊估计的无参考图像质量评价方法,对比现有模糊检测方法,此方法比单独的边缘检测方法和模糊估计方法更为有效。经过对结果的分析与比较,本文方法的检测结果与主观感知质量有很好的相关性,而且算法具有复杂性低、无需参考源、检测准确性高、可移植性强等特点,因此实用性比较强。

关键词 无参考 图像质量评价 模糊估计 边缘检测

中图法分类号: TP391/4 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2009)11-2406-05

A New Approach of Blur Estimation Using the Edge Detection

WANG Zheng-you, YE Jin-cai, WU Shuang, LI Zhen-xing

(School of Information Technology, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013)

(Institute of Intelligent Information Processing, Jiangxi University of Finance & Economics, Nanchang 330013)

Abstract Image quality evaluation of the traditional method MSE and PSNR are base on full reference (FR) quality assessment. It requires a reference image, so it is not practical to be used. While the no reference (NR) just can deals with this problem, so it is of great significance. Aiming at the object digital image quality assessment, to the degree of detecting the distance of blur, this paper presents a no reference metric of blur estimation base on the edge detection. After the analysis and comparison of the result, of which the relevance to the subjective quality perception is better than some other blur estimation metric which only detects the edge or estimates the blur. What's more, since the low complexity of algorithm, the needless for source of reference, and the proposed metric can be practically used.

Keywords no reference, image quality assessment, blur estimation, edge detection

1 引言

当前图像质量评价方法包括主观评价方法和客观评价方法。图像质量的主观评价方法是让观察者根据一些事先规定的评价尺度或自己的经验,对测试图像按视觉效果进行质量判断,并给

出质量分数,然后对所有观察者给出的分数进行加权平均,所得的结果即为图像的主观质量评价 mean opinion score (MOS)。这种评价方法虽然较好地反映出了图像质量,但是过程复杂、费时,且结果容易因人因时而异,而且无法应用数学模型对其进行描述,比较容易受其他因素的限制和影响,不适合于工程化的应用场合。图像质量的客

基金项目:国家自然科学基金项目(60665001,60963011,60963012);江西省教育厅重点科技项目(GJJ09021);江西省研究生创新专项资金项目(YC08A071)

收稿日期:2009-06-19; **改回日期:**2009-08-31

第一作者简介:王正友(1972~),男,教授,硕士生导师。2002年于中国矿业大学电力电子与电力传动获博士学位。主要研究方向为数字视频图像质量评价、信息融合与数据挖掘等。E-mail:wangzhengyou@jxufe.edu.cn

观评价方法是使用一个或者多个图像的度量指标来反映图像的质量状况^[1-2]。

数字图像在获取、压缩、处理、传输和重现的过程中容易产生各种各样的失真,因而,图像质量的评价方法是衡量各种图像处理过程的重要指标。根据评价方法对参考图像的依赖程度,可把图像质量客观评价方法分成三大类^[3]:全参考方法、部分参考方法、无参考方法,前两者都需要依赖参考源,只是依赖的程度不一样。例如在图像质量评价中最常用的 MSE(均方误差)和 PSNR(峰值信噪比)方法,都是建立在全参考基础上的,一旦脱离参考源这两种方法便没法进行比较。无参考(NR)图像质量评价方法是在没有可以进行参考和比对的原始图像的情况下,得出一个与人类视觉系统的视觉感知相一致的质量数值的方法,因此无参考图像质量评价是未来发展的必然趋势^[4]。

2 基于边缘检测的模糊估计图像质量评价

主要通过运用 Sobel 算子对图像进行边缘检测,然后对检测的结果做进一步的核查,去除一些非边缘点,以提高其检测的准确性,最后通过边缘估计图像的模糊距离,方法是利用边缘查找其模糊距离,再计算所有边缘点的平均模糊距离。

2.1 基于边缘检测的模糊估计图像质量评价

本文方法综合利用边缘查找和模糊估计的方法与原理^[5-7],在一定程度上提高了模糊的检测效果,在算法效率上也有一定的提高,如在本文方法中边缘像素点的查找更准确,从而减少了算法对一些非边缘点的计算。该方法的流程主要有以下几步:

- (1)用 Sobel 算子对待测图像进行初步边缘检测。
- (2)根据边缘像素点特点,对步骤 1 结果进行处理,以排除非边缘像素点。
- (3)对确认的边缘像素点进行模糊估计并计算边缘点的平均模糊距离。
- (4)重复前面 3 步分别对待测图像进行水平和垂直两方向检测。
- (5)对水平和垂直方向的模糊估值计算进行加权,得到图像的总模糊估计值。

本文方法的具体流程如图 1 所示。

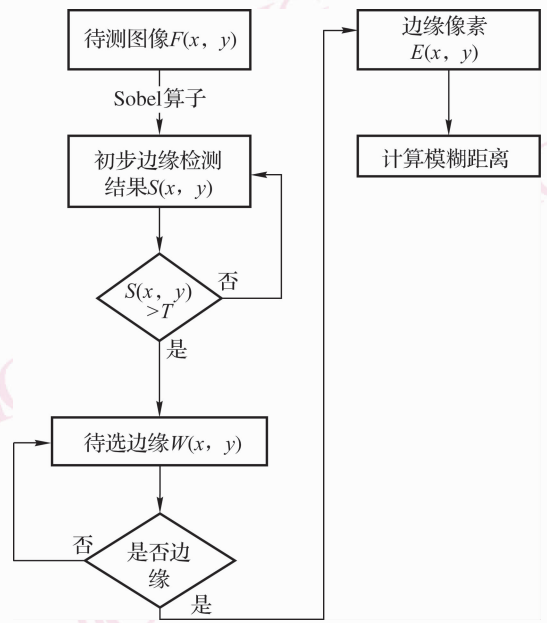


图 1 基于边缘检测的模糊估计图像质量评价流程图

Fig. 1 Flow chart of blur estimation image assessment base on edge detection

2.2 边缘检测方法与原理

边缘是图像最基本的特征。所谓边缘是指图像周围像素灰度有阶跃变化或屋顶状变化的像素的集合,它存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域、基元与基元之间。边缘具有方向和幅度两个特征,沿边缘走向,像素值变化比较平缓;垂直于边缘走向,像素值变化比较剧烈,可能呈现阶跃状,也可能呈现斜坡状。因此,边缘可以分为两种:一种为阶跃性边缘,它两边的像素灰度值有着明显的不同;另一种为屋顶状边缘,它位于灰度值从增加到减少的变化转折点。对于阶跃性边缘,二阶方向导数在边缘处呈零交叉;而对于屋顶状边缘,二阶方向导数在边缘处取极值^[4]。

边缘检测技术是图像处理和计算机视觉等领域最基本的技术,如何快速、精确地提取图像边缘信息一直是国内外研究的热点,然而边缘检测又是图像处理中的一个难题。经典的边缘检测方法是对原始图像中像素的某小邻域来构造边缘检测算子,常用的边缘检测方法有 Roberts 算子、Sobel 算子、Prewitt 算子、Kirsch 算子、LOG 算子等。

本文采用了其中最经典的 Sobel 算子对图像边缘进行检测,然后对检测后的数据行相应处理,算法具体步骤如下:

- (1)对图像 $F(x, y)$ 用水平 Sobel 算子进行逐像

素扫描,将结果记为 $S(x,y)$ 。计算过程如下式

$$S(x,y) = F(x-1,y+1) + 2F(x,y+1) + F(x+1,y+1) - F(x-1,y-1) - 2F(x,y-1) - F(x+1,y-1) \quad (1)$$

(2) 根据步骤 1 所得数据智能地选定阈值 T , 对于不同图像, 阈值 T 是不同的, 因为图像的模糊程度不一样, 边缘梯度也不一样。令 $W(x,y)$ 为边缘待选像素点, 将梯度大于 T 的像素点作为待选边缘像素点并记为 1, 小于 T 的则为 0, 如下式表示。

$$W(x,y) = \begin{cases} 1 & S(x,y) \geq T \\ 0 & S(x,y) < T \end{cases} \quad (2)$$

(3) 将 $W(x,y)$ 中为值为 1 的像素点找出对应 $S(x,y)$, 并根据边缘像素点的特点, 确认该像素点是否为边缘点。令 $E(x,y)$ 为边缘像素点标记, 如式 (3) 所示。

$$E(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } S(x,y) > S(x,y-1) \\ & \text{并且 } S(x,y) > S(x,y+1) \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

通过以上 3 个步骤, 所得到的边缘像素点, 准确率较普通方法理想, 而且对这些边缘点检测的准确性, 对本文的模糊参数估计有着至关重要的作用。

2.3 模糊估计方法与原理

模糊的产生主要是因为边缘的扩散而引起的, 模糊的种类很多, 一般来说, 常见的图像模糊有离焦模糊、运动模糊、大气扰动模糊等。模糊辨识需要的是模糊退化模型和参数, 对于不同的模型, 其对应的参数也是不一样的, 如离焦模型需要的是模糊半径, 运动模型需要两个参数, 即运动方向和运动距离等, 但这些无一例外, 都是由边缘扩散引起的。本文将给出一种对一般模糊都通用的评价方法, 即计算图像的平均边缘扩散距离来估计其模糊程度。

运用文献 [6] 中提到的一种模糊检测方法, 并对其进行相应的改进。如图 2 所示, 表示的是 1 幅模糊图像中某 1 行的像素大小分布情况, 从左往右查找, 首先找出这行的边缘像素点, 可以看出 P_1 是一个边缘像素点, 对 P_1 点向左和向右查找, 由于边缘像素的特点, 另外两种查找的情况不作考虑, 一种是左边像素大右边像素小, 另一种是右边像素大左边像素小。 P_1 则属于前者情况, 于是查找 P_1 的当前最大值和最小值, 从图中可以 P_2 和 P'_2 便是 P_1 的当前最大值和最小值。同理可找到下一个边缘像素点 P_3 , 但它属于第 2 种情况, 它的当前最小值和最大值分别为 P_4 和 P'_4 。用这种方法对图像逐行查找

并计算, 最后计算边缘点的平均模糊距离, 也就是整幅图像的模糊估计值。

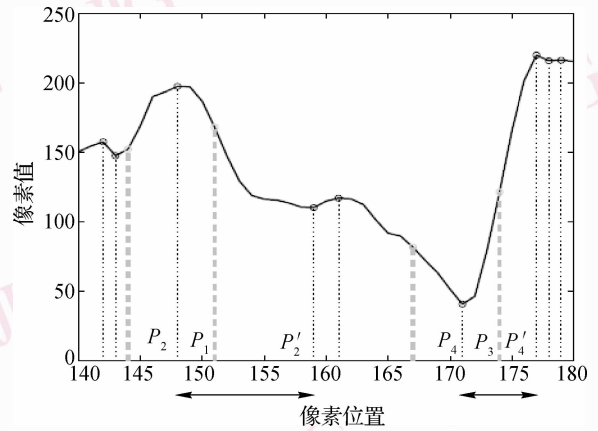


图 2 模糊估计

Fig. 2 Blur estimation

3 实验结果与分析

为验证该方法的有效性, 采用 LIVE 图像库 [8] 中的模糊序列图像, 如图 3 所示。首先对 bike 图片序列进行不同参数的高斯模糊, 有 5 张模糊程度不同的图片, 其模糊参数 σ 分别为 1.307 261, 2.624 972, 0.619 759, 0.906 218, 0.963 51。

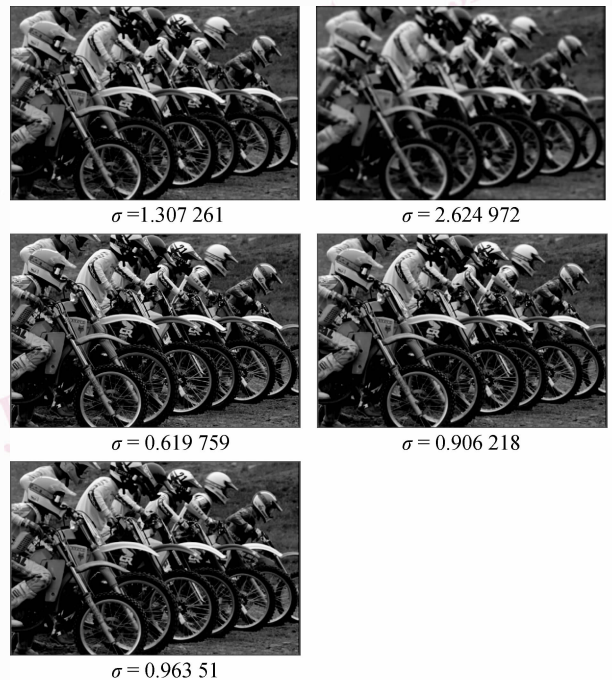


图 3 Bike 模糊序列图像

Fig. 3 Blur sequence image of bike

其检测的结果与原图片模糊参数的相关性如图 4 所示。

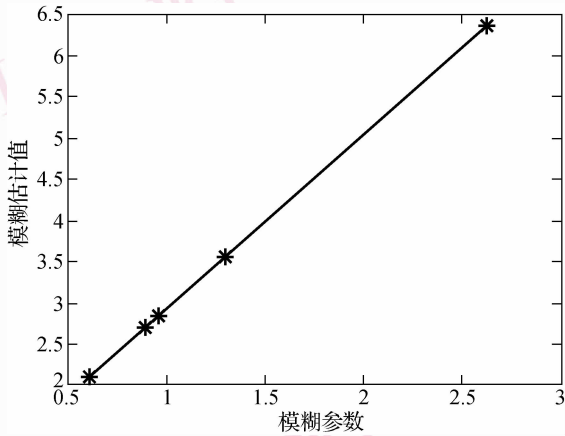


图 4 本文方法检测结果与图片模糊参数的相关性

Fig. 4 The correlation of the result by the propose method and parameter of blur

由图 4 可以看出,本文算法具有很好的线性相关性,达到 98%,能很好地与主观感知相关联,为让实验更准确可靠,在 LIVE 中选取了 5 组共 24 张图片进行检测,得到的相关性如图 5 所示。

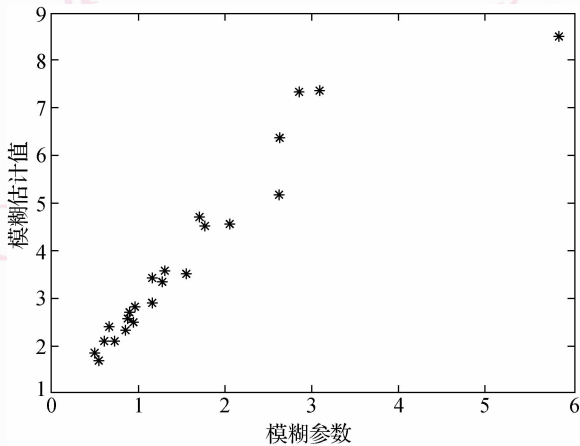


图 5 24 张图片的检测结果与其对应的模糊参数的相关性

Fig. 5 The correlation between the result of 24 images by propose method and its blur parameter

由图 4 和图 5 可以看出,本文算法对单一图片的不同模糊程度检测最佳,为了体现与主观感知有很好的关联性,本文算法对 LIVE 库中高斯模糊类去除 29 张原图后的 145 张失真图像进行检测,并将结果与图像的主观 DMOS 拟合,结果如图 6 所示。

结果显示本文算法与主观相关性很好,相关性达到 92%。

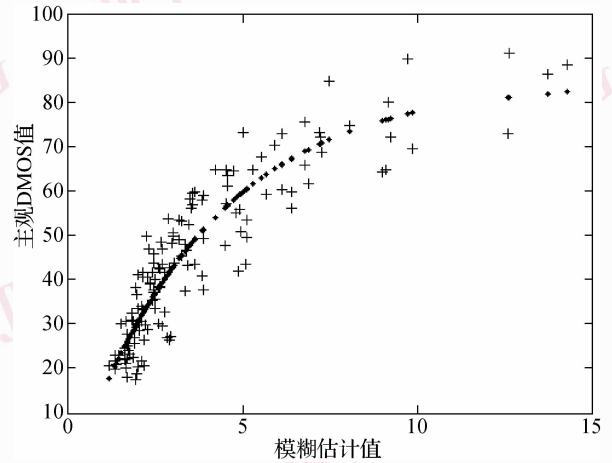


图 6 本文算法对 LIVE 库中模糊类处理结果与 DMOS 拟合

Fig. 6 Fitting of the result of propose method and DMOS use the type of blur image in LIVE database

4 结 论

图像质量评价方法研究是图像处理领域的一项基础性的开放课题。与主观评价相比较客观质量评价有明显优势,而且在客观质量评价体系中无参考质量评价是最方便实用的,而且效率高。与文献 [9] 方法比较,本文方法具有更广泛的适应性,不局限于单一图像的不同模糊参数的检测。采用基于边缘检测对图像模糊进行估计的无参考质量评价方法,是一种能较好地满足实际应用的客观评价方法,而且实验结果也比较理想。但是现实中的图像并没有像 LIVE 库所述的那么简单,比如有些模糊图像中有噪声的存在,本文方法在某些类图像中的模糊估计不是很好,还有待改进。

参考文献 (References)

- 1 Winkler S. Video quality and beyond [A] . In: Proceedings of European Signal Processing Conference [C] , Poznań, Poland, 2007 : 150-153.
- 2 Winkler S, Mohandas P. The evolution of video quality measurement: from PSNR to hybrid metrics [J] . IEEE Transactions on Broadcasting, 2008, 54(3) :660-668.
- 3 Wang Z, Lu L, Bovik A C. Video quality assessment based on structural distortion measurement [J] . In: Signal Processing: Image

- Communication, 2004, **19**(2):121-132.
- 4 VQEG. Final Report From the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective Models of Video Quality Assessment [R/OL]. http://www.its.bldrdoc.gov/vqeg/projects/frtv_phaseII/downloads/VQEGII_Final_Report.pdf,2009-8-28.
- 5 Choi M G, Jung J H, Jeon J W. No-reference image quality assessment using blur and noise[J]. World Academy of Science, 2009,**38**(1):163-167.
- 6 Marziliano P, Dufaux F, Winkler S, *et al.* Perceptual blur and ringing metrics: Application to JPEG2000 [J]. Signal Process: Image Communication, 2004, **19**(2):163-172.
- 7 Liu X G, Yoo Y K. Real-time reference-free video quality measurement for multimedia communication [A]. In: Proceedings of International Conference on Embedded Software and Systems [C], Chengdu, Sichuan, China, 2008;69-76.
- 8 Sheikh H R, Wang Z, Cormack L, Live Image Quality Assessment database release2 [EB/OL]. <http://live.ece.utexas.edu/research/quality>,2009-8-28.
- 9 Marziliano P, Dufaux F, Winkler S, *et al.* A no-reference perceptual blur metric [A]. In: Proceedings of the International Conference on Image Processing [C], Lausanne, Switzerland,2002;57-60.