

基于边缘特征的单帧图像清晰度判定

杨斯涵

YANG Si-han

成都理工大学 信息工程学院, 成都 610059

College of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

E-mail: ysh910@163.com

YANG Si-han. Single frame image definition based on edge character. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(30): 198-199.

Abstract: Auto-focus is a key technology in aim-tracking system, which assures of obtaining focus-image in real time. And when springing focus becomes a key question of it. If touch off focus system when image in focus, will result in out of focus. This dissertation puts forward a way on judging an image whether in focus by a single frame, and avoiding an error operation when the image in focus to spring focus. Thereby improve the reliability and the precision of tracking. By testing a series of images, prove that the method is reasonable and credibility.

Key words: image-definition; auto-focus; single frame

摘要:自动调焦是保证目标跟踪系统实时获得清晰图像的重要技术,而何时触发调焦又成为了其中的关键问题。在图像清晰时如果触发调焦,初始的电机盲动会导致图像可能变得更模糊。提出了一种可单帧判断图像是否清晰的方法,消除了图像在清晰情况下却触发调焦的误操作,从而提高了跟踪的可靠性和精度。通过对多组实际图像序列的测试,证明该方法合理可靠。

关键词:图像清晰度;自动调焦;单帧

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2009.30.059 **文章编号:**1002-8331(2009)30-0198-02 **文献标识码:**A **中图分类号:**TP391

1 引言

在目标跟踪系统中,被跟踪目标由于运动导致其到相机镜头的距离随时在变化,需要间隔一段时间或帧数后,触发自动调焦,以使得跟踪目标的整个过程中保持图像的清晰。为了跟踪的稳定和可靠,触发调焦的操作不可过于频繁和随机,否则将使目标的提取和跟踪出现较大误差而影响跟踪。为此,需要在触发自动调焦前进行当前帧图像的清晰度判定,如果灰度层次分明,边缘清晰,就不需要触发调焦操作,否则触发自动调焦操作。

传统的图像质量评价方式不能适用在连续自动调焦系统中对当前帧图像清晰程度的判断,为此需要采用一种数学的方法建立人的主观判断和图像清晰度的对应关系。

通过对被跟踪目标区域进行边缘提取,计算其梯度数据,建立清晰度评判准则,从而进行单帧图像的清晰度判定。通过大量实际图像的测试,证明该方法能够稳定可靠地实现单帧图像清晰度判定。

2 图像边缘特征

2.1 图像边缘类型

图像边缘是指其周围像素灰度有阶跃性变化或屋顶型变化的像素的集合,存在于目标与背景之间,是图像最基本的特征之一,可以反映目标的清晰程度。

一条理想的边缘具有如图1(a)所示模型的特征,这个模型生成的理想边缘是一组相连像素的集合,每个像素都处在灰度级跃变的一个垂直台阶上。实际系统中,由于光学系统、采样、图像采集的不完善使得所得到的实际图像边缘是模糊的,模糊程度与采集系统的性能、取样率、照明条件和离焦量有关。所以实际边缘是具有一个过渡区的斜面,如图1(b)所示。

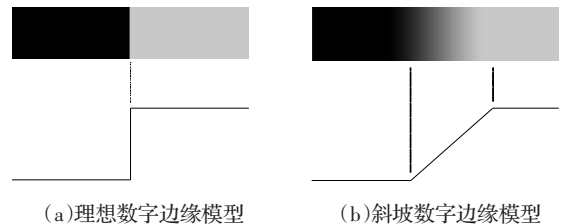


图1 数字边缘模型

从人眼视觉特性上,观测目标是否清晰,关键在于目标与背景的边缘上,如果边缘锐利,图像就比较清晰,如果边缘过渡平缓,图像感觉就模糊。

2.2 边缘过渡特征描述

图像边缘的过渡区特征如果能使用数学方式表示出来,那么就可以据此来评价图像的清晰程度。如图2所示,实际采集了一组清晰到模糊的图像序列。

为显示不同模糊程度的图像边缘过渡特性,对图像按公式

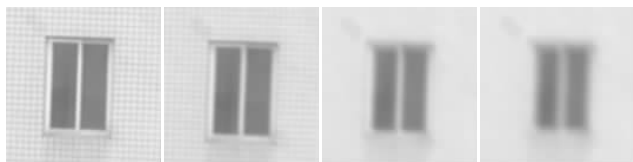


图2 清晰到模糊的图像序列

(1)求梯度:

$$d(x,y) = \{ [f(x,y) - f(x+2,y)]^2 + [f(x,y) - f(x,y+2)]^2 \}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

梯度表示了目标灰度到背景灰度的过渡,选取梯度和最大的一块6x6区域,也就是灰度过渡最快的区域。在该区域沿边缘的法线方向取6个梯度,观察不同模糊程度下边缘法向梯度的数值分布。图3显示了对应图2的边缘的法向梯度值变化。通过对图3中数据的分析,可得出结论如下:

- (1)过渡区上的最大梯度值,与图像的清晰度成正比关系。
- (2)梯度的陡峭程度与清晰度成正比关系。

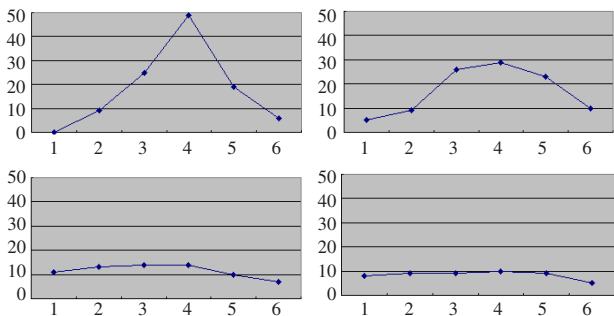


图3 边缘的法向梯度值变化趋势

根据以上特点,设定两个值来表示图像边缘过渡区梯度的特性: m_1 表示最大梯度占灰度过渡的比值。 m_3 表示最大三个梯度占灰度过渡的比值。

表1 边缘法向梯度分布与清晰度关系

序列	边缘法向梯度						m_1	m_3
图2(a)	0	9	25	49	19	6	0.453 7	0.861 1
图2(b)	5	9	26	29	23	10	0.284 3	0.764 7
图2(c)	11	13	14	14	10	7	0.202 9	0.594 2
图2(d)	8	9	9	10	9	5	0.200 0	0.560 0

表1列出了图2中各图像最陡峭边缘的法向梯度以及 m_1, m_3 的值,可以看出越清晰图像,其值也相应越大。

3 清晰度评价算法

(1)获取梯度图像:采用Roberts、Canny、Sobel、Prewitt等算子计算梯度图像。按照公式(1)求取梯度。设 $f(x,y)$ 是 (x,y) 处的灰度值, $d(x,y)$ 是 (x,y) 处的梯度值。

(2)边缘方向与位置确定

以 $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ, 135^\circ$ 方向使用一个 1×5 的窗口分别在梯度图像中滑动,计算窗口内5个梯度值的和。在每个像素点计算以上4个方向的值,取最大值,扫描一遍图像后,就得到具有最大梯度的边缘的位置 $P(x,y)$ 和边缘方向。

0° 窗口:

$$S_{0^\circ} = d(x-2,y) + d(x-1,y) + d(x,y) + d(x+1,y) + d(x+2,y) \quad (2)$$

90° 窗口:

$$S_{90^\circ} = d(x,y-2) + d(x,y-1) + d(x,y) + d(x,y+1) + d(x,y+2) \quad (3)$$

45° 窗口:

$$S_{45^\circ} = d(x-2,y+2) + d(x-1,y+1) + d(x,y) + d(x+1,y-1) + d(x+2,y-2) \quad (4)$$

135° 窗口:

$$S_{135^\circ} = d(x-2,y-2) + d(x-1,y-1) + d(x,y) + 2 + d(x+1,y+1) + d(x+2,y+2) \quad (5)$$

(3)清晰度参数计算

在 $P(x,y)$ 位置沿边缘法线方向取7个点,灰度值为 $f_i, i=0, 1, \dots, 6$ 。取7个点间的梯度 $d_i, i=0, 1, \dots, 5$ 。设 F_{\max} 是7个点中最大灰度与最小灰度的差, F 是预先设定的阈值:

$$F_{\max} = \max(f_i) - \min(f_i)$$

$$F_{\max} \geq F \quad \text{有边缘}$$

$$F_{\max} < F \quad \text{无边缘}$$

在判断有边缘的情况下,进行如下操作:

(1)取中间4个梯度中最大一个梯度:

$$d_{\max} = \max(d_1, d_2, d_3, d_4) \quad (6)$$

(2)取连续三个最大梯度:

$$d_{3\max} = \max[(d_1 + d_2 + d_3), (d_2 + d_3 + d_4)] \quad (7)$$

(3)计算参数 m_1 和 m_3 :

$$m_1 = \frac{d_{\max}}{2F_{\max}} \quad (8)$$

$$m_3 = \frac{d_{3\max}}{2F_{\max}} \quad (9)$$

通过前面的描述和验证, m_1, m_3 的大小与图像的清晰程度是对应的。可以设定阈值 M_1 和 M_3 ,当 $m_1 > M_1$,并且 $m_3 > M_3$ 时认为此区域的图像达到清晰要求。通过实验,设定 $M_1=0.35, M_3=0.75$ 。在具体的不同应用场合,可以根据实际情况设定阈值并实时更新。

(4)多区域清晰度判定

为了防止由于噪声等因素引起的单个区域的误判,将图像的分析区域划分成多个小区域,对每个区域计算如上所述的边缘梯度,判断是否存在边缘,在有边缘的情况下计算其边缘过度参数 m_1 与 m_3 据此判断该区域是否清晰,统计判断清晰的区域数量,如果判断清晰的区域数量大于不清晰的区域数量,则认为当前图像已经清晰。

4 实验结果与分析

图4显示的是镜头从远离焦面一侧扫描过焦面再到焦面另一端,图像从不清晰到清晰再到不清晰的一个过程,中间采样了6帧图像,对图像进行多区域清晰质量判断。

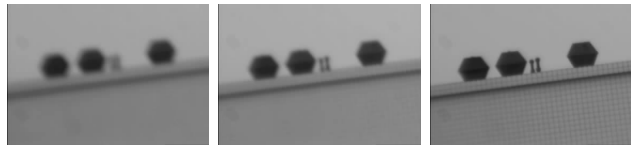


图4 清晰到模糊再到清晰的图像序列

从表2中可以看到, m_1, m_3 的数值与人眼感觉的清晰度是

(下转 203 页)