

一种快速图像质量评价方法的研究

张小洁

(陕西工业职业技术学院, 陕西咸阳 712000)

【摘要】图像质量对人类视觉信息的获取影响很大,为了满足生产线上图像质量的实时评价,文章从图像的平均亮度、信息熵和清晰度三个方面入手,介绍了一种生产线上图像质量快速评价的方法,为今后图像质量评价的研究提供了理论基础。

【关键词】图像质量;快速评价;粉末冶金零件

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.01.007】

【中图分类号】TP391.41

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2022)01-0023-03

A Quick Method of Image Quality Evaluation

ZHANG Xiao-jie

(Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang, Shaanxi, China 712000)

Abstract: Image quality had a great influence on human visual information acquisition. In order to meet the real-time evaluation of image quality on production line, this paper introduces a rapid evaluation method of image quality on production line from the three aspects of average brightness, information entropy and clarity of image, which provides a theoretical basis for the research of image quality evaluation in the future.

Keywords: image quality; rapid evaluation; powder metallurgy parts

1 研究背景

图像质量的优劣直接反映图像向人或设备提供准确信息的能力,关系着所获取信息的准确性与充分性。图像质量不但取决于成像设备、成像环境、光照强度、仪器噪音等,而且在图像处理、传输和存储的一系列环节中,也会受到外界因素的干扰,致使图像质量产生不同程度的失真,这给后期图像的处理带来了较大的麻烦^[1]。近年来,随着计算机技术的迅速发展,图像处理技术的应用越来越广泛,图像质量的评价也就变得愈来愈重要。图像质量评价的研究已经成为图像信息工程研究领域内重要的研究之一。

随着中国工业自动化水平的发展,机器视觉检测已经广泛应用于企业生产线,图像质量的好坏是影响视觉检测精度的关键因素。如何快速准确地评价生产线上的图像质量成为一个迫切需要解决的问题。生产线上的图像在成像过程中总会受到各种因素的限制和随机干扰,使图像质量下

降。所以在对零件图像进行检测和识别之前,首先要对原始图像进行筛选,找出清晰度和对比度高的图像。高质量的图像可以提高检测和识别系统的精度,并且可以节约系统运行的时间。检测和识别系统的好坏直接影响整个系统的效果和产品的质量,甚至影响企业的经济效益和社会声誉。一个快速有效的图像质量评价标准如下:第一,可以在质量控制系统中快速检测图像的质量;第二,可以用作算法标准的优劣和衡量图像处理系统的好坏;第三,可以嵌入到图像处理系统中来优化系统和参数设置。因此,本文提出了一种满足生产线上图像质量实时评价的方法。

2 粉末冶金零件的图像质量评价

本文针对H粉末冶金集团生产线上产品展开图像质量的快速评价。粉末冶金零件是在生产线上进行实时检测,所以对快速性、准确性的要求较高,本文所选的零件结构简单、边缘特殊,针对图像以及零件的特点,从平均亮度、信息熵和清晰度

[收稿日期] 2021-12-25

[作者简介] 张小洁(1978—),女,陕西合阳人,陕西工业职业技术学院副教授,硕士,研究方向:智能化制造与检测。

三方面来对图像进行快速质量评价。

2.1 平均亮度

一张图像的亮度,通常指的是图像像素的强度,一般有黑白两色,黑色为最暗,白色为最亮,黑色用0来表示,白色用255来表示。用RGB三个颜色分量来表示一个像素。它们的值为R(0—255)、G(0—255)、B(0—255)。图像的亮度也可以解释为图像的灰度,就是去掉颜色之后,还剩下的东西,表示图像的明暗程度。每个像素都有对应的亮度,亮度和色相是没有关系的,同样的亮度也可以有不同的颜色,比如既可以是红色也可以是绿色,就像黑白(灰度)电视机中的图像一样,单凭一个灰度并不能确定是红色还是绿色^[2]。比如绿色比红色亮,这种说法是错误的。图像的平均亮度AL计算式如公式(1)所示:

$$AL = \frac{1}{M \times N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} L(x,y) \quad (1)$$

其中,M和N分别表示数字图像的行和列。 $L(x,y)$ 表示像素点 (x,y) 的亮度。通过直方图均衡化可以提高图像的质量,理想均衡直方图的亮度值是127.5。也就是说,图像的最佳亮度值是127.5。

下面随机选取三幅图像对比亮度如图1所示。

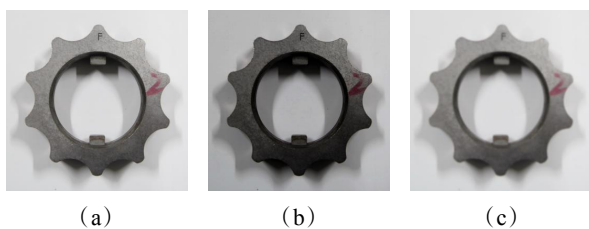


图1 图像的亮度对比

以图1(a)所示的原始图像为例,对两幅质量差的图像进行亮度的测量。其中图1(b)是亮度差的图像;图1(c)是亮度可以,但是稍微模糊一点的图像。通过人眼视觉来判断,可以发现图1(c)的质量是优于图1(b)的。

2.2 平均信息熵

通常,可以通过信息熵来衡量灰度图像的质量。衡量图像信息丰富程度的一个重要标志就是图像的信息熵^[3]。要想区分图像之间的细节表现能力,可以通过对图像信息熵的比较来实现,图像信息熵IE量化的定义为:

$$IE = - \sum_{i=0}^{255} p(i) \log_2 p(i) \quad (2)$$

其中, $p(i)$ 表示灰度值为*i*的像素数与图像总像素数之比,可由灰度直方图获得。熵的大小反映了图像携带信息的多少。如果 $\log_2 p(i)=0$ 时, $p(i)=0$ 。

一幅图像的理想均衡直方图具有最大8位的

信息熵。灰度图像的信息熵等于零。对于彩色图像,首先应该计算IE的三基色RGB的值,然后计算三色的IE平均值,如下式所示:

$$AIE_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{IER^2 + IEG^2 + IEB^2} \quad (3)$$

其中 AIE_c 表示平均信息熵。 IER 、 IEG 和 IEB 分别表示信息熵的计算公式中红色、绿色和蓝色分量。可见,彩色图像 AIE 的最大值也是8位^[4]。

对于图1所示三幅零件图像,可以通过公式(3)进行计算,平均信息熵结果为:0.0125、0.0248、0.0143。从结果可以看出来,图1(c)的质量比图1(b)高一些。

2.3 平均对比度

粉末冶金零件图像对比度是生产线上快速图像质量评价的最基本特性之一,对图像质量的影响特别大,图像对比度过大或过小都会直接影响图像的细节辨认,导致图像质量下降,所以合适的图像对比度对于图像质量评价是非常重要的。

灰度图像可以看作是二维的灰度标量场,在灰度场中一个点的灰度梯度可以定义为边缘或者纹理的法线,并且方向与之相同。在灰度场中定义一个点的灰度梯度,如公式(4)所示。

$$\begin{aligned} \vec{C}(x,y) &= GradL(x,y) \\ &= \frac{\partial L(x,y)}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial L(x,y)}{\partial y} \vec{j} \end{aligned} \quad (4)$$

它的大小计算如公式(5)所示。

$$\|\vec{C}(x,y)\| = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{\partial L(x,y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial L(x,y)}{\partial y}\right)^2} \quad (5)$$

方向角 ν 如公式(6)所示。

$$\nu = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{\partial L(x,y)/\partial y}{\partial L(x,y)/\partial x} \right) \quad (6)$$

$\operatorname{tg}^{-1}(\cdot)$ 表示反切线算子。

正如电场强度可以描述场的属性,那么一幅图像的灰度梯度(或者对比度)也可以描述这个“灰度场”(一幅图像)的属性。如果没有鲜明对比,就没有结构的图像。

在彩色图像中,可以通过如下所示的三个颜色分量的RGB组成三个梯度的方向合成总的对比度^[4]。如公式(7)所示。

$$\begin{aligned} \vec{C}_c(x,y) &= GradR(x,y)\vec{i} + GradG(x,y)\vec{j} + \\ & GradB(x,y)\vec{k} \end{aligned} \quad (7)$$

它的大小如公式(8)所示:

$$C_c = \|\vec{C}_c\|$$

$$= \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{Grad^2 R + Grad^2 G + Grad^2 B} \quad (8)$$

其中 \vec{C}_c 表示彩色对比度。 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 是定义域的制约因素。图像的平均对比度,如公式(9)所示。

$$AC_c = \frac{1}{(M-1) \times (N-1)} \sum_{x=0}^{M-2} \sum_{y=0}^{N-2} C_c(x, y) \quad (9)$$

其中, AC_c 代表图像的平均对比度。

同样以图1中的三个零件图为例,来测试一下对比度结果为:0.4352、0.3564、0.4013。从结果可以看出来,图1(c)的质量比图1(b)高一些。

粉末冶金零件视觉检测与识别系统是实现零件在线实时检测的基础,生产线上影响动态零件视频显示效果的主要因素是图像的对比度,由于动态零件图像的明暗转换比较快,对比度越高,人的眼睛越容易分辨出这样的转换过程。所以,提高图像的对比度,就可以大大提高生产线上高速运动的零件的分辨率。

从以上三个方面来分析可以看出来,零件图像质量的排序为图1(a)最优,其次是图1(c),最后是图1(b)。

3 总结与展望

图像快速质量评价是图像处理领域的研究热点,目前所取得的成果还是非常有限的^[5]。但是一个理想的图像质量评价指标应该满足以下三个方面:图像的评价结果和人类视觉的直接感受具有较好的吻合度;图像的评价指标具有通用性,能够适用于多种图像处理技术和多种领域;图像质量评价的结果具有单调性、准确性和一致性。

针对以上三点,本文提出的一种图像质量的快速评价方法,不仅能够对生产线上的图像质量进行实时评价,也具有一定的通用性,虽然在多个领域的应用中其准确性和一致性还不是特别完美,但对于用多种处理技术处理后的图像能够在一定程度上作出快速准确地评价。

为了满足当前图像质量评价的需求,在今后一段时间努力方向如下:

1) 图像的主观评价依赖的是人眼视觉系统(HVS),加强人眼视觉系统的认识成为图像主观评价的关键。因为图像的最后接收端是人,而目前对于人眼视觉系统的工作原理还没有一个全面而系统的认识。因此,今后要更加深入地研究人类视觉系统特性^[6]。

2) 图像处理技术要紧跟信息时代的步伐。5G时代的到来使得图像质量评价技术得到了迅猛发展,图像处理领域的重要研究热点是自然图像质量评价方法^[7]。

3) 从单纯的客观评价算法到客观与主观评价方法的结合。主客观相结合成为评价算法未来发展的一个趋势。

4) 细化面向不同任务的图像评价算法。在平常应用中,不同图像质量评价的侧重点会有所不同,因此,需要建立起不同任务的图像质量评价算法。

【参考文献】

- [1]徐漫飞.基于人眼倾斜效应和HWD变换的图像质量评估研究[D].西安:西安电子科技大学,2013.
- [2]王晓红,卢辉,麻祥才,王禹琛,肖颖.不同亮度下无参考图像质量评价方法[J].光学技术,2018(5):569-575.
- [3]卢鹏,林根巧,邹国良.基于信息熵和深度学习的无参考图像质量评价方法研究[J].计算机应用研究,2018(11):3508-3512.
- [4]曹欣,李战明,胡文瑾.一种彩色图像质量评价方法[J].应用科学学报,2019(3):398-406.
- [5]高敏娟,党宏社,魏立力,刘国军,张选德.全参考图像质量评价回顾与展望[J].电子学报,2021(11):2261-2272.
- [6]黄光辉.图像质量评价方法研究[J].内江科技,2018(12):60.
- [7]张丹丹,赵迎会.自然图像质量评价方法综述[J].电脑知识与技术,2020(9):203-205.