

文章编号:1007-6492(2001)03-0088-04

粮虫检测系统中图像预处理的初步研究

徐 昉¹, 吕建明², 沈宪章², 章玉政², 邱道尹²

(1.中科院模式识别国家重点实验室,北京 100080; 2.郑州大学电气工程学院,河南 郑州 450002)

摘 要:以粮虫检测系统中图像的预处理环节为研究对象,讨论分析了对比度扩展增强算法、邻域平滑算法以及中值滤波算法,得出对比度扩展增强可以扩大目标灰度的动态范围,邻域平滑对消除随机噪声效果较好,而中值滤波则对去除脉冲噪声很有效,并给出了具体的应用实例.由实验结果可以看出,所选算法能够完成系统图像预处理的任务.

关键词:粮虫; 检测; 图像; 预处理; 平滑; 滤波

中图分类号: TP 391.41

文献标识码: A

0 引言

一般情况下,成像系统获取的图像(原始图像)由于受到随机干扰或某种条件的限制,往往不能在图像识别系统中直接使用,必须在视觉的早期阶段对原始图像进行灰度校正、噪声滤除等图像预处理.对于一般的视觉系统来说,所采用的图像预处理的方法并不考虑图像降质的原因,而只是将图像中感兴趣的区域或特征有选择地突出,衰减其不需要的特征,所以预处理后的输出图像并不需要去逼近原始图像.这类图像预处理的方法统称为图像增强.图像增强技术主要有两种方法:空间域法和频率域法.空间域方法主要是在空间域内对图像像素直接运算处理,频率域法则是在图像的某种变换域对图像的变换值进行运算,再对图像的频谱进行某种计算,最后将计算后的图像逆变换到空间域中.

对于本文所研究的对象——基于图像识别的储粮害虫检测系统^[1],在理想的情况下,所采集的原始图像质量较好,可以直接进行分割处理.但是,由于传送带的运动、电动机运转所产生的震动以及光照的稳定性与均匀性等其它因素的影响,CCD摄像机所得到的图像有时并不令人十分满意(不是特别稳定),如传送带的运动和电动机的运转可能使所摄取的图像变得模糊、光照的不均匀

性可能使图像的对比度质量下降等,因此在必要的时候需要对图像进行增强处理.

1 对比度扩展增强

本文采用一种空域增强方法,即对比度扩展增强方法.灰度扩展的意思就是把感兴趣的灰度范围拉开,使该范围内的像素,亮的更亮,暗的更暗,从而达到增强对比度的目的.我们可以用图1来说明对比度扩展(contrast stretching)的原理.

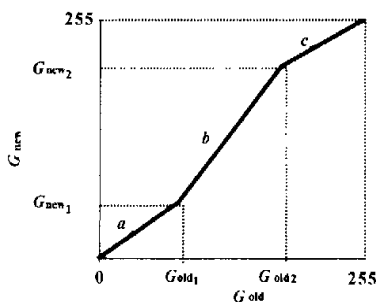


图1 对比度扩展的原理

Fig.1 The theory of contrast stretching

图1中的横坐标 G_{old} 表示原图的灰度值,纵坐标 G_{new} 表示 G_{old} 经过对比度扩展后得到的新的灰度值. a , b , c 为三段直线的斜率,因为是对比度扩展,所以斜率 $b > 1$. G_{old1} 和 G_{old2} 表示原图中要进行对比度扩展的范围, G_{old1} 和 G_{new2} 表示对应

收稿日期:2001-05-10; 修订日期:2001-06-20

基金项目:河南省教委自然科学基金资助项目(1999510008); 模式识别国家重点实验室开放课题基金资助项目(NL-PR2000-16)

作者简介:徐 昉(1977-),男,安徽省宿州市人,硕士研究生,主要从事计算机视觉、模式识别及数字图像处理等方面的研究.

的新值,用公式表示为

$$G_{\text{new}} = \begin{cases} a \cdot G_{\text{old}} & (0 \leq G_{\text{old}} < G_{\text{old}_1}); \\ b \cdot (G_{\text{old}} - G_{\text{old}_1}) + G_{\text{new}_1} & (G_{\text{old}_1} \leq G_{\text{old}} < G_{\text{old}_2}); \\ c \cdot (G_{\text{old}} - G_{\text{old}_2}) + G_{\text{new}_2} & (G_{\text{old}_2} \leq G_{\text{old}} \leq 255). \end{cases} \quad (1)$$

显然,要得到对比度扩展后的灰度,需要知道 $a, b, c, G_{\text{old}_1}, G_{\text{old}_2}$ 5 个参数。由于新图的灰度级别也受最高上限 255 的约束,所以满足方程 $a \cdot G_{\text{old}_1} \cdot (G_{\text{old}_2} - G_{\text{old}_1}) + c \cdot (255 - G_{\text{old}_2}) = 255$ 。这样,我们

只需给出 4 个参数,而另 1 个参数可以代入方程求得。令 $a = c$, 这样,只要给出 b, G_{old_1} 和 G_{old_2} , 就可以求出

$$a = (255 - b \cdot (G_{\text{old}_2} - G_{\text{old}_1})) / (255 - (G_{\text{old}_2} - G_{\text{old}_1})). \quad (2)$$

要注意的是,给出的 3 个参数必须满足下面的两个关系式

$$b \cdot (G_{\text{old}_2} - G_{\text{old}_1}) \leq 255, \quad (3a)$$

$$(G_{\text{old}_2} - G_{\text{old}_1}) \leq 255. \quad (3b)$$

下面给出算法实际处理的效果,如图 2 所示:



(a) 原始图像(单目标)

(a) The original image



(b) 对比度增强结果

(b) The enhancing image

图 2 害虫—小麦图像对比度扩展增强结果

Fig.2 The image enhancing results of pest - wheat

经过大量的实验我们发现对比度增强的效果还是比较好的,目前基本上能够满足系统的需要,达到了对原始图像增强的目的,突出了图像中的感兴趣区域(目标),这一点从图 2 的增强结果也可以看出。当然,近年来提出的许多新的增强方法,如自适应增强^[2,3]、模糊增强^[4]等等,这些都是本系统进一步完善过程中所要研究的内容。

2 邻域平滑

图像平滑其实也是图像增强的主要内容之一。平滑的主要目的在于消除各种干扰和噪音,这些噪音可能是在图像采集、量化等过程中产生的,也可能是图像传送过程中产生的。其表现是图像信息被干扰噪音所污损。这类噪音具有离散性和随机性的特点。通常把消除这类噪音的处理方法称为图像的平滑。

平滑滤波器(又称为低通滤波器)能减弱或消除傅立叶空间的高频分量,但不影响低频分量。因为高频分量对应图像中的边缘区域等灰度值具有较大变化的部分,滤波器将这些分量滤去可使图像平滑。常用的方法有邻域平均法、中值滤波法、多图像平均法等。

邻域平均法的突出特点是削减麻点状噪声。若设 $f(x, y)$ 为待处理图像, $g(x, y)$ 为处理后图像,则其图像平滑处理的数学表达式可表示为

$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{(m, n) \in S} f(x - m, y - n). \quad (4)$$

式中: S 是预先确定的邻域; M 是邻域 S 内所包含的像素总数; (m, n) 是邻域中的各像素点。

例如,某像素点 (x, y) 的 4 邻域和 8 邻域情况分别如图 3 和图 4 所示。

	$(x, y - 1)$	
$(x - 1, y)$	(x, y)	$(x + 1, y)$
	$(x, y + 1)$	

图 3 像素点的 4 邻域

Fig.3 4 neighborhood of pixel

$(x - 1, y - 1)$	$(x, y - 1)$	$(x + 1, y - 1)$
$(x - 1, y)$	(x, y)	$(x + 1, y)$
$(x - 1, y + 1)$	$(x, y + 1)$	$(x + 1, y + 1)$

图 4 像素点的 8 邻域

Fig.4 8 neighborhood of pixel

对应于 8 邻域(半径为 $\sqrt{2}$),其平滑模板可表示为

$$\frac{1}{8} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

其具体处理效果如图5所示。



(a) 多目标图像

(a) The original image with 2 objects



(b) 邻域平滑处理图像

(b) The smoothing image

图5 害虫一小麦图像平滑结果

Fig.5 The image smoothing results of pest - wheat

3 中值滤波

中值滤波的基本思想是用像素点邻域灰度值的中值来代替该像素点的灰度值,也就是用一个

含有奇数点的滑动窗口,将窗口正中那点的值用窗口内各点的中值代替。例如,假设窗口有5点(4邻域),其值为80,90,200,110,120,那么此窗口内各点的中值即为110。处理效果见图6。



(a) 噪声图像

(a) The noise image



(b) 中值滤波处理图像

(b) The median filtering image

图6 害虫一小麦图像滤波效果

Fig.6 The image filtering results of pest - wheat

中值滤波是一种非线性滤波,由于它在实际运算过程中并不需要图像的统计特性,所以比较方便。平滑模板的思想是通过一点和周围4个或8个点的平均来去除突然变化的点,从而滤掉一定的噪声,其代价是图像有一定程度的模糊,如图5所示。不过,中值滤波在一定的条件下,可以克服线性滤波器所带来的图像细节模糊的缺点,对滤除脉冲干扰以及图像扫描噪声最为有效。但对一些细节多,特别是点、线、尖顶细节多的图像,不宜采用中值滤波的方法,因为若对其进行中值滤波处理,可能将其细节伴随噪声同时滤除掉,从而失去了图像质量改善的本意,反而降低了图像的质量。

从处理结果可以看出,中值滤波取得了满意

的效果,且图像并没有因为滤波处理变得模糊。当然,中值滤波算法也可以应用于分割以后的二值化图像的滤除噪声处理。

4 结论

本文研究了对比度扩展增强、邻域平滑、中值滤波三种图像预处理的方法,作为基于图像识别储粮害虫检测系统的一部分,通过比较分析,可以得出:对比度增强能够扩大目标灰度的动态范围,从而突出目标,并可增强其细节;邻域平滑对随机杂乱分布的噪声滤除效果较好,但会产生一定的模糊;而中值滤波算法容易去除孤立点、线的噪声,保持图像的边缘效果,对消除脉冲噪声很有效。从实验结果可看出,对于储粮害虫检测系统,

这三种算法能较好地完成图像预处理的目的.当然,为了系统的实用化,仍需进一步的研究,如采用模糊集理论、小波分析等新理论和新技术实现图像的自适应滤波或多尺度滤波,以期达到更好的处理效果.另外,应该考虑算法的执行效率,如研究一些快速算法,以满足系统实时性的需要.

参考文献:

[1] 徐 昉.基于图像识别的储粮害虫检测系统研究

[D].郑州大学硕士学位论文,2001.

[2] SILVA J A, HAERTEL V. An adaptive image enhancement algorithm[J]. Pattern Recognition, 1997, 30(7): 1183 - 1189.

[3] STARK J A. Adaptive image contrast enhancement using generalizations of histogram equalization[J]. IEEE Trans On Image Processing, 2000, 9(5): 889 - 896.

[4] 杜亚娟.图像多级灰度非线性模糊增强算法研究[J].数据采集与处理, 1999, 14(2): 140 - 143.

Study on Image Pre - processing of Stored Grain Insects Detection System

XU Fang¹, LU Jian - ming², SHEN Xian - zhang², ZHANG Yu - zheng², QIU Dao - yin²

(1. National Laboratory of Pattern Recognition, CAS, Beijing 100080, China; 2. College of Electrical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This paper studies contrast stretching enhancement, neighborhood smoothing, and median filtering algorithms and analyzes these algorithms' application in the system of stored grain insect pests detection based on image recognition. The experiment results show these algorithms meet the needs of detection system and they can finish image pre - processing.

Key words: stored grain insects; detection; image; pre - processing; smoothing; filtering

新郑州大学学校概况

新的郑州大学成立于2000年7月10日,由原郑州大学、郑州工业大学和河南医科大学合并组建而成.

三校合并后,学校有理、工、医、文、史、哲、法、经、管等9个学科门类,67个本科专业,88个硕士点,4个专业硕士学位点,9个博士点,5个博士后流动站,设有“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地”和“国家大学生文化素质教育基地”.有2个国家级科研中心,5个“211工程”重点建设学科,33个省级重点学科,8个省级重点实验室和工程研究中心.

现有专任教师2200余人,其中教授268人,副教授793人,有两院院士4人,师资队伍中具有博士学位的272人,硕士学位的1167人,目前全日制在校本、专科学生35000人,研究生1870人,外国留学生200余人.

学校占地面积6766亩(含新区),校舍建筑面积99万平方米,固定资产总值6.85亿元,其中教学仪器设备总值1.8亿元,图书馆藏书326万册.

(摘自《郑州大学报》)