

文章编号: 1007-2780(2009)01-0135-05

LCD 表面液晶污染的非接触检测新算法

黄妍妍¹, 姜乐涛², 于 明¹, 张凤全¹

(1. 河北工业大学 信息工程学院, 天津 300401;
(2. 石家庄经济学院 华信学院, 河北 石家庄 050091)

摘 要: 针对液晶器件的特点, 对其表面残留液晶的非接触式检测技术进行了研究, 提出了基于迭代阈值分割和数学形态学的边缘检测方法, 可以从目标区域中判断出液晶残留形貌与边缘。首先将原图按坐标分成若干子图像, 再对子图像进行迭代阈值分割, 然后采用不同尺度的结构元素来检测图像边缘, 再进行加权合成来获得边缘图像, 并从理论上分析了噪声对边缘提取的影响情况。实验表明, 该方法很好地抑制了噪声和保持图像边缘细节, 并且能够提取出精确且封闭的残留液晶的边缘轮廓, 为下一步缺陷特征量的提取与选择奠定了基础。

关 键 词: LCD; 迭代法; 边缘检测; 多尺度形态学
中图分类号: TN141.9; TP751.1 **文献标识码:** A

1 引 言

采用图像处理方法进行工业产品的在线检测与测量是近年发展起来的一项新技术。图像处理方法属于非接触检测, 响应速度快, 可以弥补传统检测与测量方法中存在的诸多不足。在 LCD 生产过程中, 由于液晶的浸润与虹吸现象, 在液晶灌注时液晶材料会进入两片玻璃之间的狭缝, 进而在液晶盒的显示表面和引线电极上残留部分液晶, 造成污染。这些污染不仅影响产品外观, 妨碍贴偏光片工序, 还会造成管脚接触不良或电极电蚀现象, 使电路发生断路或短路^[1]。因此, 对液晶残留进行及时有效的检测对于保证产品的良品率和可靠性具有非常重要的意义。

边缘是图像最基本的特征。所谓边缘, 是指周围像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合^[2]。经典的边缘检测算子如 Roberts、Pre-witt、LOG、Sobel 和 Canny 等, 在某些方面可以获得很好的检测效果, 但是对于液晶残留的检测存在以下不足:

- (1) 对噪声敏感, 出现加强噪声的现象;
- (2) 得到的边缘不连续, 不利于残留物形态特

征的计算;

- (3) 边缘宽度较大, 引起重叠;
- (4) 噪声很大时, 会误判出非液晶残留的边缘。

考虑到以上这些因素, 我们采用了迭代阈值分割和数学形态学相结合的方法来提取残留液晶的真实边缘^[3]。数学形态学的非线性滤波方法更适合于诸如图像分割等与图像几何特性, 如大小、形状和连通等方面有关的应用, 采用一定的形态结构元素去度量、提取图像中对应的形状, 达到图像分析和目标识别的目的。该方法对边缘方向不敏感, 很大程度上抑制了噪声, 可以保留原有的细节信息, 具有很好的边缘检测效果。实验结果表明, 该方法可以提取出精确且封闭的残留液晶的边缘轮廓, 为下一步缺陷特征量的提取与分析奠定了基础。

2 残留液晶边缘形貌检测

2.1 阈值分割的迭代算法

图像的阈值化分割是常用的残留边缘形貌方法^[4], 通过设定合适的阈值获得只包含残留的二值图像。确定阈值是残留液晶检测的关键, 阈值选取偏大或偏小, 会造成增大液晶残留或漏掉液

晶残留的现象,导致误判。由于存在照明不均、突发噪声及背景灰度变化较大的影响,对于整幅图像的分割没有合适的阈值,选取单一阈值不能兼顾到图像的各个像素。为此,采取了先按坐标把图像分成若干个子图像,再根据阈值法则确定各个子图像阈值的方法。虽然该方法的时间复杂度和空间复杂度较大,但其优点是具有很强的抗噪声能力。对子图像采取迭代方法求阈值,其效果明显好于单一阈值的方法。迭代算法能有效地消除或减少噪声对灰度阈值的影响,其原因如下:设一幅混有噪声的图像 $g(x,y)$ 是由原始图像 $f(x,y)$ 和 $e(x,y)$ 叠加而成,即:

$$g(x,y)=f(x,y)+e(x,y)$$

(1)

由于噪声是随机作用于图像的像素点上,则可以认为在分割出目标 g_1 个背景 g_2 图像上噪声干扰为 $e(x,y)$,即

$$g_1(x,y)=f_1(x,y)+e(x,y)$$
$$g_2(x,y)=f_2(x,y)+e(x,y)$$

(2)

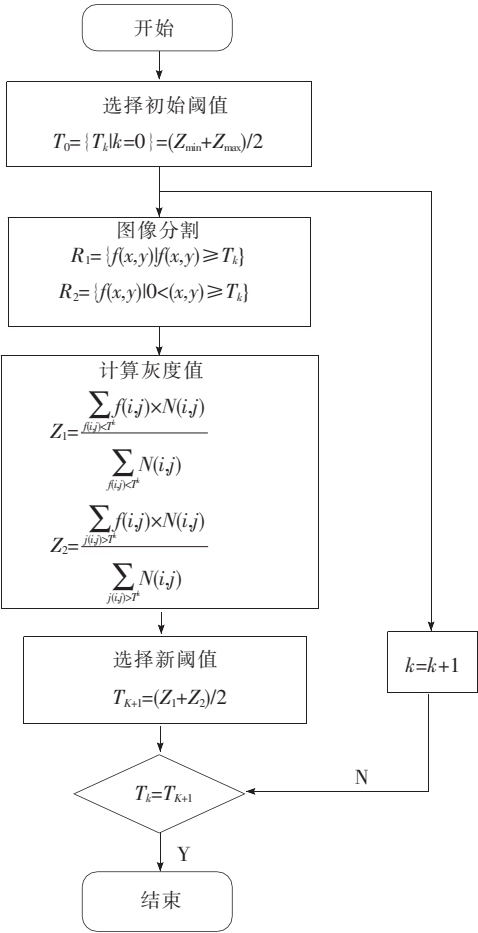


图 1 迭代算法流程图

Fig. 1 Flow chart of iterative algorithm

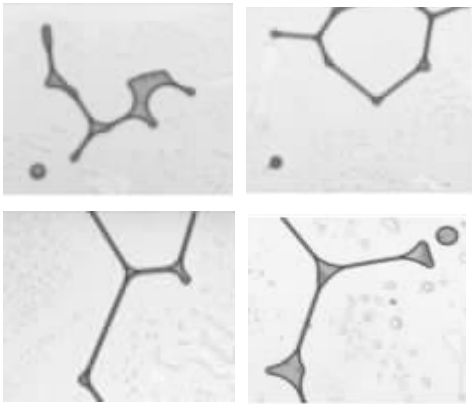


图 2 不同形态特征的液晶残留图像

Fig. 2 Images of liquid crystal residue with different features

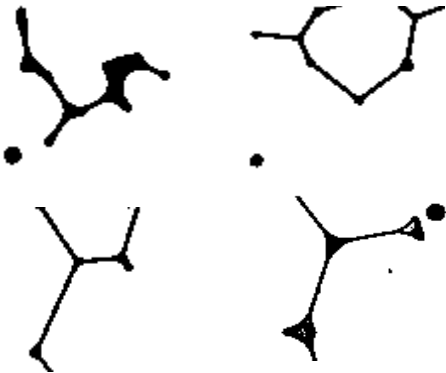


图 3 经过迭代阈值后的图像

Fig. 3 Images of liquid crystal residue after iterative algorithm applying

在迭代算法中,需要对分割出的图像分别求其灰度均值,则:

$$E\{g_1(x,y)\}=E\{f_1(x,y)+e(x,y)\}=E\{f_1(x,y)\}$$

(3)

式(3)说明,随着迭代次数的增加,平均灰度值将趋向于真值。因此,用迭代法求得的最佳阈值不受噪声干扰的影响。迭代算法流程如图 1 所示。

从图 2 可以看出,原始图像表面有大量的噪声。采用迭代阈值分割后的图像如图 3 所示,噪声得到了很好的抑制,取得了较好的分割效果。

2.2 多结构元素的形态学边缘检测

2.2.1 改进边缘检测算子

图像中对象及图像特征直接取决于形状。数学形态学的目的是在时域空间研究形状,所以形态学适用于图像处理。形态学中的腐蚀、膨胀、

开、闭都是基于集合的运算,在这些运算中结构元素具有非常关键的作用,它调整图像特征变换的几何结构,借助形态运算。下面引入图像边缘检测算子^[5]。图像经过阈值分割后噪声干扰明显减少,残留液晶边缘提取变得相对简单,形态膨胀和开运算可以抑制信号中的峰值噪声,而形态腐蚀和闭运算可以抑制信号的低谷噪声,常用的抗噪型形态学边缘检测算子有:

$$\text{抗噪膨胀型: } E_1 = f \oplus B - f \cdot B \quad (4)$$

$$\text{抗噪腐蚀型: } E_2 = f \circ B - f \ominus B \quad (5)$$

可以看出, E_1 对正脉冲的响应为零, E_2 对负脉冲的响应为零,为了使 E_1 和 E_2 对正负脉冲皆有抑制作用,对其进行如下修正:

抗噪膨胀型:

$$E'_1 = (f \circ B) \oplus - (f \circ B) \cdot B \quad (6)$$

抗噪腐蚀型:

$$E'_2 = (f \cdot B) \circ B - (f \cdot B) \ominus B \quad (7)$$

如上修正后,应用于边缘检测时对正负脉冲都为零,可以滤除噪声,可是得到图像边缘信号较弱,出现了模糊边缘的现象,因此提出了改进的算法:

$$E_{\min} = \{E'_1, E'_2\}_{\min} \quad (8)$$

$$E_{\max} = \{E'_1, E'_2\}_{\max} \quad (9)$$

$$E'' = E_{\max} - E_{\min} \quad (10)$$

$$ED = E'_1 + E'' \quad (11)$$

改进后的边缘检测算子 ED 叠加了一些边缘细节,所以在一定程序上减轻了边缘的模糊性,考虑到液晶残留的形态特征,需要采用多尺度的结构元素来检测不同残留的边缘。

2.2.2 多尺度结构元素的选择

可以根据不同的图像情况和处理精度要求选取不同尺寸和形态的结构元素^[6,7]。液晶残留的形状常表现为线状和多边形,因此需要根据这些残留的形状定义不同的结构元素。本文采用不同取向的小尺度结构元素,将每一结构元素作为一种尺度对图像细节进行匹配,即可在多结构元素下实现图像几何特征的保持。本文定义了 6 种结构元素进行边缘检测:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B_5 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad B_6 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

结构元素 B_1 和 B_2 分别为 3×3 的结构元素,

对垂直和水平边缘检测效果好; $B_3 \sim B_6$ 是 2×2 的结构元素,对不同方向的边缘检测效果好。

2.2.3 边缘检测

边缘检测的步骤如下^[8]:

(1)用不同尺度的大小结构元素分别检测出阈值分割后图像的边缘信息。

(2)用多尺度合成运算得到新的边缘图像。加权合成算法如下:

$$f'(x, y) = \sum_{i=1}^n W_n ED_n(x, y) \quad (12)$$

其中 $f'(x, y)$ 为合成的新的边缘图像, W_n 是各尺度下的权重, $n = (1 \cdots 6)$ 。

采用以下方法可求得权重:

(a)用定义的结构元素进行形态开闭、闭开滤波,分别求得不同结构元素开闭、闭开滤波的均值图像:

$$f_n(x, y) = [f \cdot nB \circ nB + f \circ nB \cdot nB] / 2 \quad (13)$$

(b)计算不同尺度下的图像标准差 $\Delta_n = |f - f_n|$ 和方差 $\Delta_n^2 = |f - f_n|^2$ 。

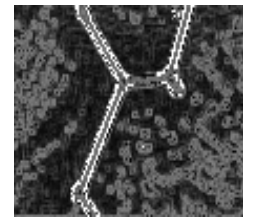
(c)以各不相同尺度下的图像标准差值或方差的比例确定权值 W_n :



(a) 本文算法得到的边缘图像



(b) Sobel 边缘



(c) Krisch 边缘



(d) Prewitt 边缘



(e) 形态学边缘

图 4 边缘检测

Fig. 4 Edge detection

$w_n = \Delta_n / \sum_{i=1}^n \Delta_n$ 或者 $W_n = \Delta_n^2 / \sum_{i=1}^n \Delta_n^2$, 并且要遵从大尺度的权重取得大一些, 小尺度的权重取得小一些的原则。

图 4 是采用本文边缘检测算法和一些常用的边缘检测算法, 进行的残留液晶边缘检测与识别的比较图。

从图 4 中可以看到, Soble 算子对边缘定位精度不高, 模糊了残留的边缘; Krisch 算子产生了大量假的边缘, 扩大了噪声; Prewitt 算子具有平滑作用, 能滤除一些噪声, 去掉部分伪边缘, 但同时也平滑了真正的边缘, 对斜向边缘效果差。与以上几种算子相比, 本文所采用的算法很好地抑制了噪声, 明显具有更好的图像边缘精度。

3 噪声影响分析

下面从理论上分析噪声在经过迭代阈值 T 的分割后对图像的干扰范围大幅减少的原因。设图像中残留液晶像素点灰度分布的均值和标准差为 μ_1 和 σ_1 , 背景点灰度的均值和标准差为 μ_2 和 σ_2 。噪声 $e(x, y)$ 互不相关, 且具有零均值, 标准差

为 ϵ 。则噪声的幅度分布概率为:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\epsilon}} \int_{-3\epsilon}^{3\epsilon} e^{-\frac{x^2}{2\epsilon^2}} dx = 99.7\% \quad (14)$$

噪声的幅度分布以 99.7% 的高概率集中在 $[-3\epsilon, 3\epsilon]$ 范围内, 因此对噪声敏感区域仅集中在 $T - 3\epsilon \leq f(x, y) \leq T + 3\epsilon$ 范围内。若 $\epsilon \ll \sigma$, 则受噪声影响的像素点占整副图像的概率非常小。因此阈值分割大大减少了受噪声干扰的像素点数目。

4 结 论

采用迭代阈值分割的方法, 很大程度上解决了噪声干扰问题, 避免了噪声对下面边缘检测时影响的扩大。在迭代阈值分割的基础上, 采用多尺度的结构元素很好地提取了残留的边缘, 与经典的边缘算子相比, 明显具有更好的图像边缘精度。

本文所采用的方法有效抑制了噪声, 最大限度地保持了图像边缘细节, 能够提取出精确且封闭的残留液晶的边缘轮廓, 为下一步缺陷特征量的提取与选择奠定了基础。

参 考 文 献:

- [1] 王巍强. COG 工艺的 LCD 模块电极腐蚀的控制 [J]. 液晶与显示, 2006, 21(6): 696-699.
- [2] Gonzalez Rafael C, Woods Richard E, *Digital Image Processing* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
- [3] Elbehriy H, Hefnawy A, Elewa M. Surface defects detection for ceramic tiles using image process and morphological techniques [C]// *3rd World Enformatika Conference*, Istanbul, Turkey: Cemal Ardil, 2005.
- [4] Hui-Fuang Ng. Automatic thresholding for defect detection [J]. *Pattern Recognition Lett.*, 2006, 27: 1644-1649.
- [5] Chanad B, Malay K, Padmaja Y. A multi-scale morphologic edge detector [J]. *Pattern Recognition*, 1998, 31(10): 1469-1478.
- [6] Alaknanda R S, Pradeep Kumar. Flaw detection in radiographic weld images using morphological approach [J]. *NDT & E International*, 2006, 39(1): 29-33.
- [7] Ravi D. A new active contour model for shape extraction [J]. *Math Meth. Appl. Sci.*, 2000, 23: 709-722.
- [8] Osworth J H, Acton S T. Morphological Scale-space in Image Processing [J]. *Digital Signal Processing*, 2003, 13(3): 338-367.

New Method of Non-Contact Inspection for Liquid Crystal Residues on LCDs Surface

HUANG Yan-yan¹, JIANG Yue-tao², YU Ming¹, ZHANG Feng-quan¹

(1. School of Information Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China, E-mail: yuming@126.com;

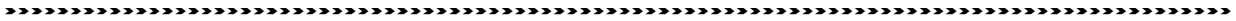
2. School of Huaxin, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050091, China)

Abstract

Regarding of the characters of liquid crystal products, the non-contact inspection techniques for surface liquid crystal residues were studied. A novel edge-extraction algorithm based on iterative threshold segmentation method and mathematical morphology was proposed, which could find out the shape and edge of the liquid crystal residue. First, the original image was divided into several sub-images according to coordinate. Then, the iterative threshold segmentation was applied to the sub-images, and the multi-scale structural elements were used to detect the image edge. Finally, they were synthesized in a weighting way so as to form the edge, and the effect of noise on edge-extraction was analyzed in theory. The experimental results indicated that the method could suppress noise and have much stronger ability to preserve edge details, provide accurate and closed region contours, which lays a good foundation for defect feature extraction and selection.

Key words: LCD; iteration method; edge detection; multi-scale morphology

作者简介:黄妍妍(1979—),女,天津人,博士研究生,研究方向为图像处理与模式识别、微电子与固体电子。



规范关键词选择的决定(试行)

一、发表在中国科协系统学术期刊中所有学术论文,必须在摘要后列出不少于 4 个关键词。从技术角度考虑,没有关键词的论文应列入非学术论文类。

二、这些关键词按以下顺序选择:

第一个关键词列出该文主要工作或内容所属二级学科名称。学科体系采用国家技术监督局发布的《学科分类与代码》(国际 GB/T 13745-92)。

第二关键词列出该文研究得到的成果名称或文内若干个成果的总类别名称。

第三个关键词列出该文在得到上述成果或结论时采用的科学研究方法的具体名称。对于综述和评论性学术论文等,此位置分别写“综述”或“评论”等。对科学研究方法的研究论文,此处不写被研究的方法名称,而写所应用的方法名称。前者出现于第二个关键词的位置。

第四个关键词列出在前三个关键词中没有出现的,但被该文作为主要研究对象的事或物质的名称,或者在题目中出现的作者认为重要的名词。

如有需要,第五、第六个关键词等列出作者认为有利于检索和文献利用的其他关键词。