

·信号与信息处理·

基于形态滤波的PCB图像增强方法研究

朱立芳¹, 罗来平²

(1.中国电子科技集团公司第十五研究所PCBA中心,北京 100083;2.北京城市学院研究部,北京 100083)

摘要:针对现有AOI设备在PCB图像预处理功能较弱的缺点,提出了基于形态滤波的PCB图像增强方法。文中首先应用平均值法将AOI设备采集到的彩色图像灰度化,然后在灰度图基础上利用形态滤波方法进行图像增强,最后在VS2008开发平台下采用C#编程语言实现了该方法。实验结果表明,该方法能够很好地去除噪点,并保留原始图像的细节特征,取得了良好的效果。

关键词:图像增强;印制电路板;形态滤波;光学检测技术

中图分类号: TP391.4

文献标识码:A

文章编号: 1673-1255(2013)-04-0065-03

Image Enhancement Method of Printed Circuit Board (PCB) Based on Morphological Filtering

ZHU Li-fang¹, LUO Lai-ping²

(1. PCBA Center, China Electronic Technology Group Corporation No.15 Research Institute, Beijing 100083, China; 2. Research Department of Beijing City University, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the disadvantage of presented automatic optic inspection (AOI) equipments with the weaker image preprocessing function, an image enhancement method of printed circuit board (PCB) based on morphological filtering is proposed. Firstly, the colorful images captured by AOI equipments using the average value rule are grayed. And then the image enhancement is performed using morphological filtering method based on the grayed images. The method is realized using C# programming language under VS2008 development platform finally. Experimental results show that noise points can be removed effectively by the method and the detailed features of the original image are reserved, so good effects are achieved.

Key words: image enhancement; printed circuit board (PCB); morphological filtering; automatic optic inspection (AOI)

随着印制电路板(printed circuit board, PCB)装配自动化程度的提高^[1],其产品的高密度、高复杂度、高性能发展趋势不断挑战PCB板的质量检测^[2]。传统的人工目检已不能满足现实中的需要^[3],取而代之的光学检测技术(automatic optic inspection,AOI)被广泛应用于PCB的质量检测^[4]。AOI技术在降低成本、提高效率和可靠性方面有更多优势,其基本原理是用光学手段获取PCB图像,并通过图像识别进行检

验、分析和判断^[5]。

在AOI实际应用中,PCB图像的采集和传输往往都会夹杂一些噪声^[6],如图像采集设备自身的干扰、光照不均匀以及PCB板上的污物等^[7],由于这些噪声的存在,降低了图像质量^[8-10],导致PCB图像的可识别性变差,严重影响了后续AOI的自动处理和分析效率。因此,为了能够正确识别和分析PCB图像,需要进一步对采集的PCB原始图像进行预处理^[11]。而现

收稿日期:2013-06-07

作者简介:朱立芳(1977-),女,北京人,学士,工程师,主要研究方向为印制电路板检验及测试、印制电路板可靠性失效分析等;罗来平(1982-),男,北京人,博士研究生,讲师,主要研究方向为图形图像处理、地图学与地理信息系统等。

有的AOI设备在PCB图像预处理功能方面有些弱,为此文中研究基于形态滤波的图像增强方法,以弥补现有设备在此功能上的不足。

1 PCB图像增强方法

1.1 图像灰度化

AOI原始图像的采集一般是图像采集设备利用CCD、CMOS或PSD类等器件将光信号转化为可以记录的电信号,通常采集到的原始图像是彩色图像。彩色图像一般应用于外观检测,而利用PCB基材和铜的灰度值不同形成的灰度图像则更适用PCB检测^[12];同时PCB板上的瑕疵也只用黑白信号就能表示,黑白信号的解析度远比彩色图像高,且灰度图像所需存储量要小得多,更有利于提高后续的处理运算速度,因此需要将彩色图像先转化为灰度图像。彩色图像灰度化方法主要有最大值法、平均值法。

最大值法是将彩色图像中每个像素点的R、G、B分量的最大值赋给灰度图像相应像素点的灰度值,即

$$g(x,y)=\text{MAX}[f(x,y)_R, f(x,y)_G, f(x,y)_B] \quad (1)$$

其中, $f(x,y)$ 为原始彩色图像, $g(x,y)$ 为转换后的灰度图像。

平均值法是将彩色图像中每个像素点的R、G、B分量的算数平均值赋给灰度图像相应像素点的灰度值,即

$$g(x,y)=[f(x,y)_R+f(x,y)_G+f(x,y)_B]/3 \quad (2)$$

其中, $f(x,y)$ 为原始彩色图像, $g(x,y)$ 为转换后的灰度图像。

平均值法要比最大值法处理后的PCB图像更平滑,更能表现细部特征,因此最终采用了平均值法进行灰度化。

1.2 形态滤波

数学形态学(mathematical morphology)是分析几何形状和结构的数学方法^[13],是建立在集合代数基础上用集合论方法定量描述几何结构的科学。数学形态学以图像的形态为研究对象,分析其基本特征和基本结构,特别是描述图像中元素、区域之间的关系。通常应用形态学处理图像表现为一种邻域运算,即采用结构元素的方法,在每个像素位置上将结构元素与灰度图像对应的区域进行逻辑运算,其结果为输出图像的相应像素值。它是由一组形态学的

代数运算符组成的。最基本的运算符有:腐蚀(erosion)、膨胀(dilation)、开运算(opening)和闭运算(closing)。

1.2.1 腐蚀

腐蚀是数学形态学最基本的运算之一,其主要功能是消除物体边界点。在图像边界向内部收缩的过程中,可以把小于结构元素的细小物体去除。因此只要选取不同大小的结构元素,就可以去除不同大小的物体。如通过腐蚀可将由细小点或者线连通的两个物体分开。其数学表达式为

$$X \ominus S = \{x: S+x \subset X\} \quad (3)$$

1.2.2 膨胀

膨胀是数学形态学的另一种基本运算。膨胀的功能与腐蚀的功能则相反,它是对物体边界点进行扩充,将与物体接触的所有像素点合并到该物体中,使边界向外部扩张。若两个物体之间的距离比较近,通过膨胀运算可能会把两个物体合并到一起,膨胀用于填补图像分割后物体中的空洞很有效。其数学表达式为

$$X \oplus S = \{x: S+x \cap X \neq \phi\} \quad (4)$$

1.2.3 开

开运算就是先腐蚀运算后膨胀运算。原始图像经过开运算后,能够有效去除孤立点、毛刺和连通线、消除细小物体和平滑较大物体的边界,同时并不明显改变其面积。其数学表达式为

$$A \cdot B = (A \ominus B) \oplus B \quad (5)$$

1.2.4 闭

闭运算是与开运算相反,它是先执行膨胀后执行腐蚀,其功能是用来填补物体内部小空洞和裂缝、连接相邻的物体和平滑边界,同时并不明显改变其面积。其数学表达式为

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (6)$$

2 算法实现

该算法在Microsoft Visual Studio 2008环境下采用C#语言编程实现,其主界面如图1所示。

在实际工程应用中,先把AOI设备采集的PCB彩色图像通过数据线导出,并通过文中实现的算法打

开该图像,进行灰度化和形态滤波处理,然后保存图像,最后将该图像以相同的名字命名覆盖AOI设备中的原始彩色图像。其操作流程如图2所示。

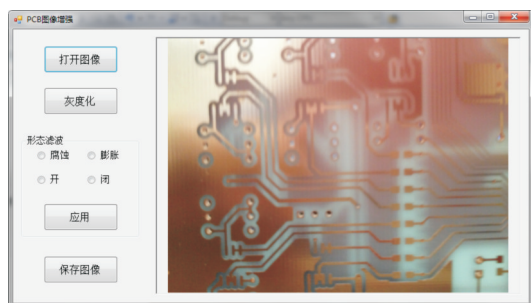


图1 主界面

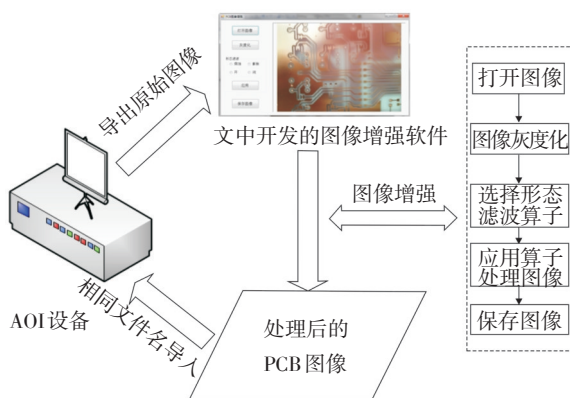


图2 操作流程

3 实验结果

AOI设备采集的原始彩色图像如图3所示,其中图3中红色区域为噪点。将该图像采用平均值灰度法进行处理后的图像如图4所示,然后进行形态滤波的开运算,得到了图5所示的电路板图,从图5中不难看出,已经很好地将噪点去除,并保留了原始图像有效的细节特征。

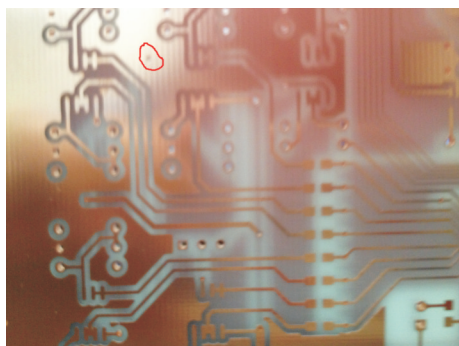


图3 原始PCB图像

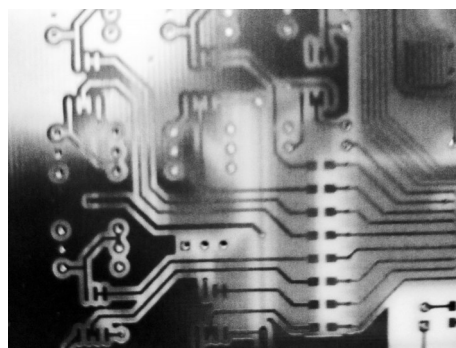


图4 灰度图

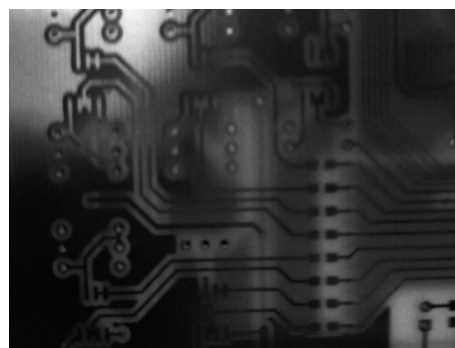


图5 结果图

4 结语

文中提出的基于形态滤波的方法有效去除了由于AOI设备在采集图像过程产生的噪声,实现图像有用特征的增强。该方法可以弥补当前AOI设备在图像预处理功能方面的不足,提高AOI设备分析和识别图像的效率,在实际应用中取得了良好的效果。

参考文献

- [1] 吴梅珠,吴小龙. 精细线路PCB对AOI检测技术的挑战[J]. 印制电路信息,2009(12):52-55.
- [2] 王凡,姜建国,申洁琳.SMT质量检测中的AOI技术及应用[J]. 现代电子技术,2011,34(9):179-182.
- [3] 胡跃民,谭颖. 自动光学检测在中国的应用现状和发展[J]. 微计算机信息,2006,22(2):143-146.
- [4] 黄荣琼. 提升AOI检测PCB效率的方法研究及应用[J]. 印制电路信息,2012(3):61-68.
- [5] 任斌,程良伦. AOI机器视觉系统中检测光源的分析和设计[J]. 微计算机信息,2009,25(9):42-46.
- [6] 金刚.PCB AOI关键技术及一种基于亚像素检测和智能形状分析的AOI系统[J]. 印制电路信息,2011(4):100-105.

(下转第75页)

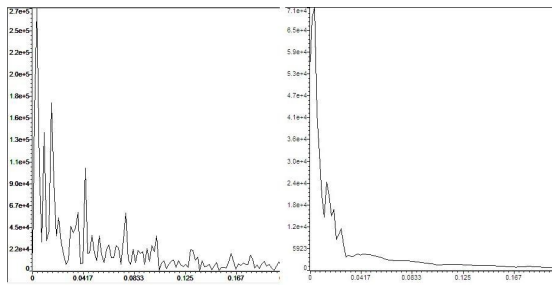


图5 滤波前后的频域波形

通过图4和图5可以看出,输入的音频信号通过设计好的硬件电路,将采集到的数据经过算法处理程序,在时域和频域上,原始波形上的不规则毛刺得到了平滑。算法处理程序有效去除了混入的干扰信号。

4 结束语

设计了 TMS320DM642 和 4 路音频芯片 TLV320AIC23B 的接口电路,并给出了软件设计方法。实现了 DSP 对 TLV320AIC23B 的配置和数据通信,完成对 4 路音频信号的 A/D 转换采集,并对其中一路信号进行了 FIR 滤波处理。在 CCS3.3 上调试后,实现了处理后的音频信号的回放。处理后的语音清晰、

稳定,可以满足各种嵌入式产品的语音需求。

参考文献

- [1] 胡涛,陈超.TLV320AIC23B 与 TMS320DM642 的接口设计[J]. 仪表技术与传感器,2006(6):36-37.
- [2] 张杰,顾德英,李成铁.基于 DSP 的音频信号采集和处理设计[J]. 仪器仪表学报,2005,26(8):704-706.
- [3] Texas Instruments Inc.TLV320A123B data manual, 2003: 1-3.
- [4] 王跃宗,刘京会. TMS320DM642 DSP 应用系统设计与开发[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [5] 李倩然,周南.TMS320DM642 与 TLV320AIC23B 通信的接口设计[J]. 电声技术,2010,34(11):45-47.
- [6] 黎泽清,王明泉,李博.基于 DSP 与 TLV320AIC23B 的音频处理系统[J]. 动化与仪表,2009,24(8):57-60.
- [7] 齐敏,王玲,韩韬.基于 TMS320DM642 的实时语音处理系统[J]. 电声技术,2009,33(1):65-67.
- [8] Texas Instruments Inc.TMS320C6x Chip Support Library API Reference Guide,2004:1-15.
- [9] 史英.基于 TMS320DM642 的语音处理系统的研究[D]. 山东:山东大学,2007.

(上接第67页)

- [7] 张纪铃,冯晓毅. AOI 检测系统光照不均的校正方法研究[J]. 电子测量技术,2007,30(7):20-24.
- [8] Voicu L, Myler H, Weeks A. Practical consideration on color image enhancement using holomorphic filtering[J]. Journal of Electronic Imaging,1997,6(1):108-113.
- [9] David G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004,60(2):91-110.
- [10] 扈佃海,吕绪良,文刘强.一种改进的直方图均衡化图像增强方法[J]. 光电技术应用,2012,27(3):65-68.
- [11] 邓超,王瑞.基于改进神经网络的 CCD 图像去噪方法研究[J]. 中北大学学报,2010,31(2):128-131.
- [12] 黄荣琼. AOI 在 PCB 应用中的漏检有效预防方案[J]. 印制电路信息,2011(6):60-65.
- [13] 许端,董文锋.基于数学形态学与小波变换的边缘检测算法[J]. 计算机应用,2012,32(S2):165-167.