

文章编号:1000-582X(2004)09-0037-03

印制板加工自动编程系统的设计*

程森林¹,程线²,蒋阳³

(1. 重庆大学自动化学院,重庆400030;2. 南海市广播电视大学,广东南海528200;
3. 重庆大学通信工程学院,重庆400030)

摘要:针对印制板编程对象的特点,提出了一种利用计算视觉系统实现计算机自动提取特征与打孔信息的方法,讨论了特征的提取与分析过程,设计了基于二值图像的滤波技术和基于重心的位置识别方法,在增强抗算法抗干扰能力的同时也提高了识别精度,并讨论了输出数据的格式。系统投运效果说明,该系统分辨清晰度更好、控制精度高,对硬件要求低、编程效率高,相当于人工编程速度的20倍。

关键词:自动编程;印制板;图象处理

中图分类号:TP 273

文献标识码:A

在印制板加工过程中,打孔是很重要的工序,为了保证加工的质量,打孔基本上都是用数控钻床来完成的,因此,打孔数据(也称打孔程序)的获取方法与途径就显得很重要。当前,由于印制板CAD技术的发展,已经有相当部分的PCB打孔可直接从CAD文件中获得打孔信息。但对以前手工设计的产品,以及PCB胶片制作质量不高的企业,就不能采用这种方法。流行的方法是由人工对加工胶片进行手工编程,这不仅工作量大,编程的速度、数据的可靠性等都不能达到满意的结果^[1]。笔者提出的自动编程系统就是为解决这一问题而设计的,它利用计算视觉原理,让计算机代替人从PCB胶片中获取打孔信息,为印制板打孔编程提供了一种有效的手段。

1 系统的组成

印制板加工自动编程系统是一个典型的图象分析与处理系统,其组成如图1所示。待加工的印制板胶片放在工作台上,位于其上方的摄像头将胶片信息送入图象输入接口,经图象采集后一路送入显示器以监视编程过程,另一路送入计算机供系统分析处理。由于摄像头一次不能将所有的胶片信息摄入计算机,因此当计算机采集完当前位置的一块图象后,就通过I/O接口控制X、Y电机转动一定角度,使工作台带动胶片移动

到下一图象块,如此循环往复直至整张胶片输入处理完毕。系统设有手动控制盘,便于人工干预编程过程。

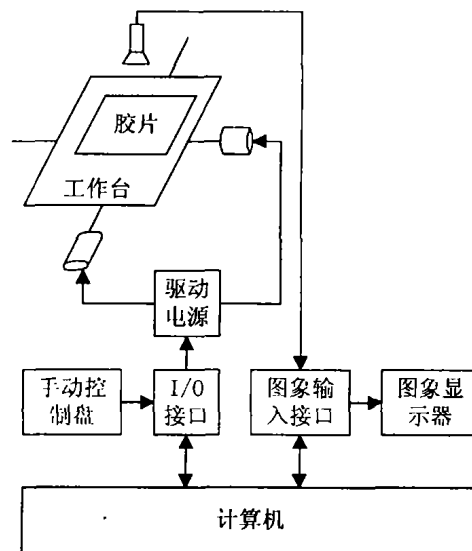


图1 印制板加工自动编程系统结构示意图

1.1 系统分辨率的选择

当前国内需要手工编程打孔的印制板多为单面板和双面板,印电行业中通常将其定位误差控制在0.02 mm内,为了保证编程结果的可靠性,自动编程系统的编程误差应小于0.02 mm。为了充分发挥图象处理的作用,本系统采用了细分技术来提高定位精度:在输入

* 收稿日期:2004-03-10

基金项目:重庆大学基础及应用基础项目(717411071)

作者简介:程森林(1968-),男,重庆市人,重庆大学讲师,博士,主要从事现代检测技术、智能自动化与工业CT技术的研究。

当前位置图象块时,利用采集电路对图象进行矩阵划分,一般为 512×512 。设工作台的分辨率为 0.02 mm ,则经过细分后的图象分辨率最高可达 $0.4 \mu\text{m}$,因此,若系统设计的图象分辨率为 $1 \mu\text{m}$,相应的工作台移动分辨率就可为 0.1 mm ,从而降低了对机械结构的要求。

1.2 系统定标

系统设计的分辨率与图象成象系统有关,为了达到希望的分辨率,在镜头的选择、成象物距的设计等方面都要做仔细考虑。为了降低对硬件的要求,本系统允许实际的分辨率与设计值有一定的误差,并设计了一个分辨率标定程序来随时确定系统的实际分辨率。

2 信息处理

2.1 图象的预处理

同其它的图象处理系统一样,印制板自动编程系统采集到的图象也需要预处理去噪声后才能进行分析。由于映射到印制板胶片上的图像是黑白分明的对象,本系统就先将图象二值化后再进行预处理,因其系统噪声主要是点噪声,故采用常规的邻域平均法去噪^[2-3]。对二值图象而言,其滤波公式可以用简单的“与”、“或”关系得到,在此采用的邻域滤波公式为:

$$x = x_1 \cdot [x_2 \cdot (x_3 + x_4 + x_5) + x_3 \cdot (x_4 + x_5) + x_4 \cdot x_5] + x_2 \cdot [x_3 \cdot (x_4 + x_5) + x_4 \cdot x_5] + x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \quad (1)$$

式中“ \cdot ”表示逻辑“与”,“ $+$ ”表示逻辑“或”, x 表示 (x, y) 位置滤波后的电平, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 分别表示滤波前 $(x, y), (x-1, y), (x+1, y), (x, y-1), (x, y+1)$ 位置象素的电平。

2.2 特征提取与分析

在印制板胶片上,用于打孔定位的是焊盘和过孔,其中过孔是圆形的,焊盘主要有三大类:方形、圆形、椭圆形,可把过孔看作是一种特定的焊盘进行处理。根据实际情况,假定焊盘的有效直径 $(2\sqrt{S/\pi})$ 不小于 0.5 mm ,但也不大于 10 mm 。为了能够很好地对打孔孔径、孔位进行识别,可提取编程对象的特征^[1](如图 2 所示)。

2.2.1 宽度

$$W(k) = R_x(k) - L_x(k) \quad (2)$$

$$W = \max[W(k)] \quad (1 \leq k \leq H) \quad (3)$$

$$\bar{W} = \frac{1}{H} \sum_{k=1}^H W(k) \quad (4)$$

其中 $L_x(k), R_x(k)$ 分别为焊盘的左、右边界 X 坐标。

2.2.2 高度

$$H(k) = T_y(k) - B_y(k) \quad (5)$$

$$H = \max[H(k)] \quad (1 \leq k \leq W) \quad (6)$$

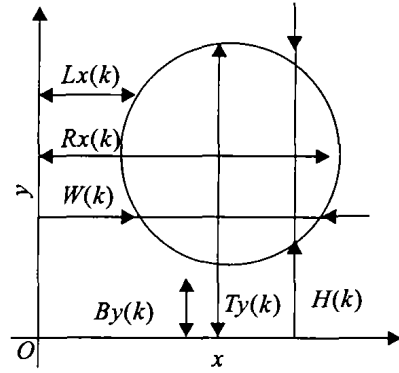


图 2 编程对象特征提取示意图

$$\bar{H} = \frac{1}{W} \sum_{k=1}^W H(k) \quad (7)$$

其中 $T_y(k), B_y(k)$ 分别为焊盘的上、下边界 y 坐标。

2.2.3 高宽比

$$R = H/W \quad (8)$$

2.2.4 面积

$$S = W * \bar{H} = \bar{W} * H \quad (9)$$

2.2.5 等效直径

$$D = 2 \sqrt{S/\pi} \quad (10)$$

2.2.6 X 一阶矩

$$M_x = \sum_{k=1}^W H(k) \{ \min[L_x(k)] + k \} \quad (11)$$

2.2.6 y 一阶矩

$$M_y = \sum_{k=1}^H W(k) \{ \min[B_y(k)] + k \} \quad (12)$$

提取特征后,就可进行孔位孔径的识别。为了将不是焊盘的块噪声及其它非焊盘的图形预先去掉,首先应进行孔径的识别,其操作步骤如下:

1) 焊盘大小的初判。

若等效直径 $D: 0.1 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm}$ 则进一步判断,否则不为焊盘,退出。

2) 焊盘形状的识别。

① 若 $W/H \cdot W/\bar{W} \cdot H/\bar{H}$ 均在 $[0.9, 1.1]$ 内,则焊盘为方焊盘;

② 若 $W/H \in [0.9, 1.1]$, 且 W/\bar{W} 与 H/\bar{H} 均在 $[1.17, 1.37]$ 内,则焊盘为圆形焊盘;

③ 若 ①② 不满足, 且 $\min(W, H) > 0.1 \text{ mm}$, $\max(W, H)/\min(W, H)$ 在 $[1.5, 3]$ 内, W/\bar{W} 与 H/\bar{H} 均在 $[1, 1.37]$ 内,则焊盘为椭圆焊盘;

④ 前 3 个条件都不满足,不是焊盘,退出。

3) 孔径的识别。

焊盘识别出来后,就可根据焊盘的形状和等效直径的大小,对焊盘的打孔孔径进行识别。这里,将相同等效直径不同形状的焊盘当作不同的打孔要求进行处理,并假定同一形状的不同焊盘在尺寸上至少应相差 0.1 mm 。在区分焊盘时,采用了动态聚类的方法^[4],边识别,边学习边修正,可收到良好的效果。

4) 孔位的识别。

对孔位的识别采用了求重心的方法,而不是简单地利用焊盘轮廓的上、下、左、右几个边界点的坐标直接计算出。其计算公式为:

$$x = \frac{M_x}{S}, y = \frac{M_y}{S} \quad (13)$$

由于充分利用了图象各点的信息,实验效果表明该算法识别精度高,抗干扰性强。

3 结果的表示

印制板自动编程系统输出的结果是为印制板打孔服务,但目前在印电行业还没有对数控钻床的打孔程序的格式做统一的规划,使得不同的数控钻床的打孔程序格式各不相同,甚至不少国内印制板数控钻床生产单位为了自身利益对其打孔程序格式进行保密。为了使印制板自动编程系统输出的结果具有较高的实用性,本系统采取了以下措施^[5-6]:

1) 输出结果以文本文件格式表示,公开其数据格式,以便于各数控钻床与之接口;

2) 以多种格式输出结果,其中包括一些在国内有影响的进口设备的印制板数控钻床打孔程序格式;

3) 生成打孔程序的同时也生成印制板 CAD 格式的文件,便于对编程结果做小的修改和调整。

由于措施得力,使印制板加工自动编程系的适用面大为增强,不少的使用单位用它和进口数控钻床配套,在充分发挥该系统编程速度快和进口数控钻床效率高的优势方面,取得了良好的经济效益。

4 结论

由于将图象转换成二值图象后再进行预处理算法的有效性,在孔径识别时增加了对块噪声的处理,利用了求重心的方法计算孔位坐标,因此开发出的印制板加工自动编程系统在图象分辨率为 0.04 mm/象素的情况下重复误差和孔位识别误差可达到 ± 0.01 mm 的高精度,对孔径识别的正确率几乎可达 100%。系统的编程速度达到了 30 cm²/min,相当于中等密度情况下人工编程速度的 20 倍。系统对硬件要求低,甚至可在单板机上运行。因此,该系统已在印电行业得到了推广,并获得好评

参考文献:

- [1] 程森林. 计算机视觉系统在印电行业的应用研究[D]. 重庆:重庆大学,1993.
- [2] 阮秋琦. 数字图象处理学[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [3] 夏良正. 数字图像处理[M]. 南京:东南大学出版社,1999.
- [4] 陈志刚,蒙建波,李良熹. 电站锅炉数字图像火焰检测系统设计与实现[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2003,26(2):32-35.
- [5] 高潮,郭永彩,胡学东,等. 皮鞋鞋植 CAD/CAM 技术[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2000,23(6):117-120.
- [6] 王俊,卢正鼎,刘青. PCB 装联 CAD/CAPP/CAM 集成系统[J]. 华中理工大学学报,1999,27(4):25-27.

Design on Auto-programming System for PCB Manufacturing

CHENG Sen-lin¹, CHENG Xian², JIANG Yang³

(1. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Nanhai TV University, Guangdong Nanhai 528200, China;

3. College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Considering the speciality of PCB programming object, this article presents a method of abstracting drill information and characteristic automatically with computing vision system, discusses the feature abstracting and analysis process, and designs the binary image based filter and barycenter based position recognition method. The format of output data is given. The system running effect shows that it is better in resolution, higher in control accuracy, lower in hardware requirement, faster than by hand in programming efficiency. Automation programming is twenty times as fast as by hand.

Key words: automation programming; PCB; image process