

# 基于机器视觉的 PCBA 板自动分拣系统设计

## Design of PCBA Board Automatic Sorting System Based on Machine Vision

鲁霖

Lin Lu

深圳市芯中芯科技有限公司 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Core SMIC Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** PCBA 板作为电子元器件生产中的关键零部件, 具有尺寸小、重量轻、成本低以及可靠性高等特点, 被广泛应用于各种电子产品中。随着电子产品的生产规模越来越大, 对 PCBA 板的需求也越来越大。论文采用机器视觉技术, 通过摄像头采集 PCBA 板图像并将其传送至 PLC 控制系统中进行识别分类处理, 实现快速准确地对各种规格的 PCBA 板进行分拣和装袋。

**Abstract:** PCBA board, as a key component in the production of electronic components, has the characteristics of small size, light weight, low cost and high reliability, and is widely used in various electronic products. With the increasing production scale of electronic products, the demand for PCBA boards is also increasing. This paper adopts machine vision technology to collect the image of PCBA board through the camera and transmit it to the PLC control system for identification and classification processing, so as to realize the rapid and accurate sorting and bagging of various specifications of PCBA board.

**关键词:** PCBA 板; 机器视觉; 自动分拣系统; 设计

**Keywords:** PCBA board; machine vision; automatic sorting system; design

**DOI:** 10.12346/etr.v4i12.7445

## 1 引言

目前, 中国很多 PCBA 板企业对 PCBA 板的加工方式主要以人工分拣为主, 存在着加工效率低、安全隐患大等问题。为了解决这些问题, 论文结合深圳市芯中芯科技有限公司在该领域的研发生产经验, 进行基于机器视觉的 PCBA 板自动分拣系统设计。论文根据深圳市芯中芯科技有限公司的研发生产实践, 进行基于机器视觉的 PCBA 板自动分拣系统设计研究。

## 2 PCBA 板识别原理

PCBA 板图像采集部分主要由 CCD 摄像头和图像采集卡组成, CCD 摄像头安装在货架顶部, 用于实时检测、识别 PCBA 板及其包装产品, 图像采集卡安装在货架侧面。PCBA 板分拣系统中, 分拣机器人与 PCBA 板进行对接后, 将 PCBA 板输送至检测区域内的料箱中。料箱内放有待装配、检验合格的包装产品。待装配和检验合格的产品分别存放在

不同的料箱内。料箱上有标签贴纸, 贴有对应于待装配、检验合格的 PCBA 版本号、产品名称、生产厂家及联系方式等信息。当分拣机器人将 PCBA 版本号识别后送至相应的料箱中并进行称重及放入相应位置即可。当分拣机器人将不同规格的 PCBA 板送至对应位置后将标签贴有不同生产批号及编号, 便于后续装袋<sup>[1]</sup>。

### 2.1 CCD 摄像头

在此部分, 需要使用一种高分辨率的 CCD 传感器。CCD 传感器, 即可以通过电荷耦合器件 (Charge-Coupled Device, CCD) 将光信号转换成电信号供后续处理电路使用。通过 CCD 传感器的感光元件能够产生足够高的光强度与足够低的电流。当我们需要使用高分辨率的图像时, 就需要使用像素点密度足够大才能达到最佳效果。

对于 CCD 传感器来说, 它一般有三种工作模式: 线性模式、开关模式以及像素模式。对于图像来说, 如果所拍摄的是非特定物体的话, 其像素类型主要有六种, 即 RGB、RGBG、红绿蓝三种颜色编码、RGB (红绿蓝)、HSI (HSG)

【作者简介】鲁霖 (1982-), 男, 中国湖南益阳人, 本科, 从事模块设计与开发研究。

以及彩色信息。根据实际需要进行选择即可。例如,当图像中包含有白色物体时,可以使用白色编码;当含有黑色或其他颜色区域时可以使用黑色编码;当包含彩色信息时可以使用彩色编码。CCD 传感器有其独特的优点:它不受光线强弱的影响,所以不会对画面产生影响;因为是一种感光元件,对光线并无特殊要求;具有良好的线性特性以及较高灵敏度以及稳定性能。而作为 CCD 传感器而言最重要的参数就是像素点密度了,我们需要将像素点密度控制在一个合理范围内才能达到较好效果。

## 2.2 图像采集卡

图像采集卡即将所需采集到的数据转化为一组数字化图像,它的主要功能是将图像信号转换成电信号,然后经 A/D 转换器,转换为数字信号。通过相机标定,将图像处理软件设定的目标尺寸或面积转化为相机的输出尺寸。在 PCBA 板识别系统中,每个 PCBA 板都有一个唯一的识别码,当分拣机器人将 PCBA 板送至相应料箱时,该识别码会被贴在待装配、检验合格的包装产品上。

首先,读取待分拣 PCBA 板序列号和对应包装产品信息,将待分拣 PCBA 板装入对应的料箱中;其次,根据待分拣 PCBA 板序列号进行相应标签贴纸粘贴,将贴有不同生产批号及编号标识的标签送至相应位置后放入相应料箱中;最后,由机器人进行称重操作并将其送至相应位置即可。

识别效果:当分拣机器人将不同规格的 PCBA 板输送至对应料箱后会根据不同包装信息和待分拣 PCBA 板版号进行后续处理,达到分拣要求后即完成对 PCB 板上标签贴纸处理等后续工作。

## 2.3 料箱位置定位

将待分拣产品放入料箱中,同时将对应的生产批号、编号等信息输入到对应料箱上,经图像处理识别定位出料箱的位置。当需要将料盒放置到对应位置时,将料盒摆放到相应的定位槽中。当产品装入塑料包装袋,且已放入料盒中时,可以进行后续操作。根据 PCBA 板标签上的信息获取其实际生产批次及数量。PCBA 板在传送过程中如果出现偏移、倾斜等问题时,会影响最终识别效果。

## 2.4 料箱上标签贴纸尺寸检测

通过在料箱表面安装传感器,实现对料箱表面图像的采集。采集点个数 4 个,取中间值。点距 0.04mm,取 10 个点即可。点距与标准点间距的关系式为:  $P=3\pi-0.04n$  ( $n=0,1,2,3$ )。图像处理采用灰度变换法处理图像。灰度值 0~255 可由软件设置进行调节。将检测结果输出到工控机程序中并进行统计分析,并进行判断与纠正。统计分析结果可通过键盘、鼠标、串口等方式进入工控机程序进行输出。

## 2.5 PCBA 板的识别、分类和传送

PCBA 板的识别原理:对 PCBA 板的检测主要包括检测图像采集卡和图像传感器输出,将 PCBA 板图像采集卡安装在货架顶部,检测区域内放置有待检测的 PCBA 板,被传感器输出为相应颜色的点信息或线信息。分拣机器人与料箱内的待装配、检验合格的包装产品进行对接,当分拣机器

人将不同规格的 PCBA 板送至相应料箱中时,可通过激光或超声波对料箱内进行定位或称重来实现。识别方式为:当料箱内有同批次同类型产品时,可通过称重和放置来实现将不同 PCBA 板子放置到相应位置。分拣机器人与 PCBA 板的对接由分拣机来完成。分拣机中的料箱由一个料架和多个料位组成,料架用来放置待装配和检验合格的成品。料位则存放待装配或检验合格的成品或待装配的半成品。

## 3 分拣系统总体方案设计

整个分拣系统由三部分组成:PCBA 板传送装置、PCBA 板识别及自动分拣装置、输送带。传送装置是整个分拣系统的核心,它将图像采集模块安装在 PCBA 板前,将 PCBA 板输送到 PCBA 板传送带上,经计算机处理后识别出其编号后,将 PCBA 板运送至后续识别和分类处理环节。识别及分类装置即在分拣装置前安装一台机器视觉传感器和计算机,进行图像采集与识别。输送带即将不同大小的 PCBA 板(单板长 10~15cm,宽 3~5cm)通过不同数量的输送带被送到相应的分拣点。在每个分拣装置前安装一台 PLC 控制系统,根据各个设备之间的逻辑关系进行相应的程序编写,从而实现对整个分拣系统的控制<sup>[2]</sup>。

该项目采用 PLC+ 触摸屏作为控制系统核心,并利用工业计算机进行整体设计工作。PLC 作为工业计算机的核心部件之一,在整个分拣系统中起着非常重要的作用,其功能和性能直接影响到机器视觉分拣装置的性能和工作效率。

## 4 硬件部分设计

PCBA 板分拣系统硬件部分包括图像采集装置、输送装置和控制装置三部分。

①图像采集装置:包括 CCD 摄像机和镜头,主要完成对目标 PCBA 板的自动拍照、定位、跟踪和实时跟踪等功能。

②输送装置:主要完成对目标 PCBA 板的输送带及传送带的速度调节,输送带可通过电动气缸调整速度的快慢。

③控制装置:主要完成对 PC 控制面板信号的输入、输出等控制功能,在控制面板中完成对 PC 控制器的设置与调试。包括 PLC 控制器和 PCBA 板分拣机之间的通信等控制内容。

PC 控制器由微处理器作为主控制器,以太网为通信接口,通过串口访问计算机设备。PC 分拣机主要实现分拣过程中对目标 PCBA 板的自动识别并进行装袋(或称取货)操作,具体功能包括目标 PCBA 板图像采集、传送、分类识别与计数以及自动装袋等控制功能。PC 控制器与 PLC 配合使用,实现整个系统对目标 PCBA 板进行自动分拣和控制等功能。PC 分拣机与 PLC 之间通信是通过串口访问计算机设备,实现分拣过程中对目标 PCBA 板的识别和计数功能<sup>[3]</sup>。

关于其他部分来说,该系统还可通过计算机控制面板进行现场设备的操作、显示、报警与监视等操作;当有故障发生时也可由 PLC 控制系统发出报警信号以进行故障分析及排

除；通过触摸屏显示出 PCBA 板数量和种类等信息。

本课题中使用到了两种运动控制器：一种是由德国 Fabbrich 公司生产的 CCD 摄像控制器，其具有分辨率高、性能稳定且功耗低等优点；另一种为 SIMCAM 公司生产的 CAN-BUS 运动控制器，其具有体积小、安装方便以及性价比高等优点。

#### 4.1 PCBA 板自动识别与计数装置

该装置由 PCBA 板自动识别与计数装置、PC 分拣机与计算机控制系统三部分组成。PC 分拣机主要用于分拣目标 PCBA 板，该装置可通过对传送带上目标 PCBA 板的自动识别，实现分拣过程中对不同大小、形状的目标 PCBA 板进行分类计数等功能。计算机控制系统主要由 PC 控制器和计算机控制系统两部分组成。PC 控制器由微处理器为核心构成，它的作用是对分拣机各个工作工位的电脑进行控制，其主要功能是完成程序初始化、采集处理数据以及与 PC 进行通信等功能，其中 PC 控制器具有与 PC 同步运行功能。PCBA 板分拣机由若干台 PC 分拣机组成，其主要作用是完成对目标 PCBA 板进行分类识别以及计数等功能<sup>[4]</sup>。

视觉系统由光源、镜头及滤光片组成。光源为一组 LED 光源，其中一盏作为目标检测灯，发出红绿两种颜色的光，通过控制红色和绿色的强度比例，达到对目标进行区分的目的；另一盏光源发出红色和绿色的光，其照射范围是整个分拣区域内。镜头由两个 CCD 摄像机组成，通过镜头内安装的 LED 滤光片对外界光线进行过滤处理完成成像。滤光片用来过滤外部光照及环境变化而引起的变化。滤光片由多个小直径的金属圆环组成，通过控制金属圆环内安装的 LED 灯发出特定颜色灯光。滤光片采用非球面滤光片，可降低由于物体遮挡而造成的颜色失真及图像变形现象的发生。

运动控制系统采用步进电机控制，在 PCBA 板分拣过程中，当传送带的 PCBA 板到达检测工位时，接收驱动信号来启动伺服电机，使运动执行元件向所需方向运动，实现 PCBA 板分拣任务。

#### 4.2 分拣机控制平台

PCBA 板分拣机的控制平台采用西门子 S7-300 系列 PLC，具有高集成度、高性能、可扩展性强等优点，适用于大型工厂或自动化生产线的控制。PCBA 板分拣平台可分为：上、下两个输送平台，一个是放置 PCBA 板的存储装置（PCBA 板周转箱），另一个是用来放置已分拣好的 PCBA 板（即称分拣板）。PC 分拣机主要包括三个模块：其一为控制中心部分，主要完成 PC 分拣机与 PLC 之间通信功能的设定和操作；其二为 PC 分拣机部分，主要完成分拣平台的速度调节等控制功能；其三为 PCBA 板分类识别与计数单元，主要完成数据采集（图像特征点检测）等内容<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 PC 控制器

PC 控制器主要用于对图像信息的采集、处理、存储及传送等功能。利用光电传感器获取目标 PCBA 板表面的图像信

息，并将这些信息送至 CCD 摄像机进行拍摄，由微处理器 A 进行控制，在 PC 分拣机与 PLC 之间完成数据的交换。硬件连接方式基于串口，可以直接与计算机通讯，也可通过串行通信接口与计算机相连。编程软件使用 Visual Basic6.0 开发 PC 控制程序。硬件连接方式采用两条引线方式进行连接。

在 PLC 上安装 PC 控制器，调试完成后可直接使用，无需另外进行设置。系统工作环境由 PLC 控制面板中的“工作状态”菜单提供，用户可根据需要自由选择其中的相应参数及配置。PLC 控制面板用于对所有动作进行设置和控制，包括输入、输出程序代码等。计算机用于对 PC 控制面板所设置的动作数据或其他参数进行存储及打印等功能。系统采用密码保护系统，防止误操作和恶意攻击情况发生。

## 5 结语

论文阐述了基于机器视觉技术在 PCB 板自动分拣中应用原理和过程，并且对系统结构和功能进行了设计实现以及对识别分类结果进行验证并分析了系统性能及不足之处。经过调试、测试和试运行，各项功能正常运行；其性能稳定，各项指标均达到要求；其设计合理、使用方便、运行可靠稳定并具有良好的扩展能力，能满足后续研究及后续工作要求，具有较好发展前景；特别是该系统采用 PLC 控制并利用 CCD 相机进行图像采集后再将其传送至 PC 分拣机进行后续工作操作并显示所需数量及种类信息，提高了分拣效率以及操作方便性等多方面优势。

本课题通过机器视觉技术的应用，解决了人工分拣速度慢、准确率低等问题，实现了对 PCBA 板产品的快速、准确分拣。主要实现了：①将图像采集和处理模块集成在 PLC 中；②根据 PCBA 板的形状及大小不同，利用图像分割算法对图像进行分割和特征提取后，将不同颜色的 PCBA 板分拣到特定位置。在实际应用中，该系统运行稳定、可靠，满足预期要求。在今后的研究中，应充分考虑机器视觉技术在产品生产加工过程中各种因素的影响，需进一步对现有产品种类进行扩充，需加强机器视觉方法与传统人工方法相结合应用。机器视觉技术的发展速度很快、应用领域也越来越广泛，因此在工业生产中得到广泛应用就成为必然趋势。

## 参考文献

- [1] 翟敬梅,董鹏飞,张铁.基于视觉引导的工业机器人定位抓取系统设计[J].机械设计与研究,2014,30(5):45-49.
- [2] 闫炜,李雄飞.基于机器视觉的标准件自动分拣系统设计[J].国外电子测量技术,2022,41(3):79-84.
- [3] 李和平,陈育新.基于LabVIEW工业机器人自动分拣系统设计[J].机床与液压,2015,43(9):90-93.
- [4] 杨利,谢永超.基于PLC和机器视觉的工件自动分拣系统设计[J].工业仪表与自动化装置,2022(1):48-51.
- [5] 张凌志.基于PLC的PCBA板检测与分拣生产线控制系统设计[D].青岛:青岛大学,2020.