

基于贴片机视觉系统的 SIM 芯片识别定位算法

卢军, 寸毛毛

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 采用贴片机的机器视觉技术实现 SIM 芯片高质量和高精度的识别定位。**方法** 采用工业摄像机收集原始图像信息, 上传到 VS 配置的 OpenCV 系统中进行图像预处理, 减少图像信息, 方便特征提取。对芯片图像进行 Zernike 边缘检测, 减少噪声干扰, 改善图像效果。通过矩形拟合提取芯片轮廓, 获取芯片中心坐标。最后, 通过芯片轮廓面积的提取, 获得面积区间, 确定合格芯片, 并对其进行识别检测。**结果** 实验结果表明, 识别合格芯片的正确率达到 100%, 且抗噪性好; 芯片定位时, 位置精度在 0.5 个像素之内。**结论** 在复杂情况下, 该方法可保证贴片机的贴装质量和精度, 有利于提高贴装的合格效率。

关键词: 贴片机; 机器视觉; SIM 芯片; 矩形拟合; 识别定位

中图分类号: TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2017)21-0103-06

SIM Chip Recognition and Positioning Algorithm of Chip Mounter Vision System

LU Jun, CUN Mao-mao

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: The work aims to realize the high-quality and high-precision recognition and positioning of the SIM chip with the machine vision technology of the chip mounter. The original image information was collected by the industrial camera and uploaded to the OpenCV system configured by VS for the image preprocessing and the reduction of image information, so as to facilitate the feature extraction. Zernike edge detection was done on the chip image to reduce the noise interference and improve the image effects. Then, the chip contour was extracted through the rectangle fitting, and the chip central coordinates were obtained. Finally, the area interval was obtained to determine the qualified chip through the extraction of chip contour area. The qualified chip was recognized and detected. The experimental results showed that, the accuracy to recognize the qualified chip reached 100% and the noise immunity was good. When the chip was positioned, the positional accuracy was within 0.5 pixel. In the complex situations, such method can ensure the mounting quality and accuracy of the chip mounter, and help improve the efficiency of qualified mounting.

KEY WORDS: chip mounter; machine vision; SIM chip; rectangle fitting; recognition and positioning

近年来,随着大数据时代的来临,信息集成技术发展迅猛,其中可接触式(SIM)芯片卡尤为突出。SIM卡是一种特有的电路集成卡片,具有应用服务及身份鉴别功能。SIM卡须通过设计、加工、芯片贴装、芯片检测以及个人化等过程形成合格产品,其中贴片机对芯片的贴装和识别是整个环节的关键^[1]。目前, SIM卡生产采用自动化贴装、识别模式,由贴片机自动将SIM芯片放进卡的基座,进行贴装、检测,生产出合格的SIM卡。生产过程中,利用机器视觉技术模拟人眼的功能,提取SIM芯片图像中的有用信

息,通过对信息进行加工处理和理解,代替人工完成对芯片的识别和定位。贴片机自动化贴装过程中,利用机器视觉技术改善了生产线上的智能化,提高了生产效率。目前,国内在这方面的研究还处于发展阶段,由于行业信息不全,各种设备鱼龙混杂,通常采用模版匹配和重心定位算法对芯片进行识别定位,但在贴装质量和效率方面不能满足人们的需求^[2-5]。为了满足芯片识别定位的实时性、高速、高精度的要求,需要对传统的识别定位算法进行优化和完善,来提升SIM芯片贴装质量,是现在国产化进程中贴片机设备

收稿日期: 2017-05-22

作者简介: 卢军(1961—),男,陕西科技大学教授,主要研究方向为机器视觉与智能工业机器人技术。

需要解决的问题。

针对上述问题,这里拟通过对贴装的 SIM 芯片进行面积识别和矩形拟合定位算法的研究,来提高芯片的正确识别率和定位精度,从而实现自动识别和精密贴装,使产品的标准性和贴装作业效率得到提高,同时提升 SIM 芯片的贴装质量。

1 贴片机视觉系统

1.1 构成

一般由 2 种相机组成贴片机的视觉系统:在吸头上安装并沿着 $x-y$ 方向移动的基准相机,它通过拍摄 SIM 卡上的基点来确定 SIM 卡的系统坐标;识别相机,识别芯片时,用吸嘴头吸取芯片,移动到相机的上方,对芯片进行拍摄,通过图像处理,识别芯片并得到坐标,最后利用坐标之间的变换关系,计算出芯片与其贴装位置之间的匹配值,来实现芯片的贴装。相机布置方式见图 1。

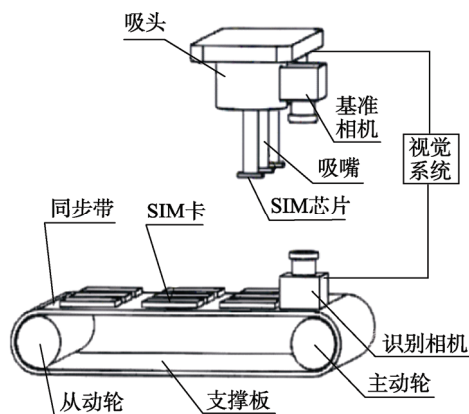


图 1 相机布置方式

Fig.1 Camera arrangement pattern

芯片贴装时,主动轮驱动同步带运动,使 SIM 卡被卡料机构带动做同步运动。步进电机的启停,将 SIM 卡送达准确的工位后,利用基准摄像机建立贴片机系统坐标、SIM 卡和贴装芯片坐标系之间的转换关系,计算出贴片机贴装的精确坐标,然后开始贴装。贴装开始时,通过识别相机对芯片进行识别和校准,识别出不合格芯片,并校准贴装位置和角度。主控计算机获取其数据,通过控制系统完成芯片贴装,生产出合格的 SIM 芯片卡。

1.2 原理

SIM 芯片通过贴片机视觉系统对其进行识别定位检测,其视觉系统工作流程见图 2。

贴片机的视觉系统需要实现对 SIM 芯片的识别定位以及正面缺损检测。贴片机进行贴装时,通过相机获取图像信息,再进行图像预处理,最后提取芯片的特征,检测 SIM 芯片是否存在。芯片不存在时,

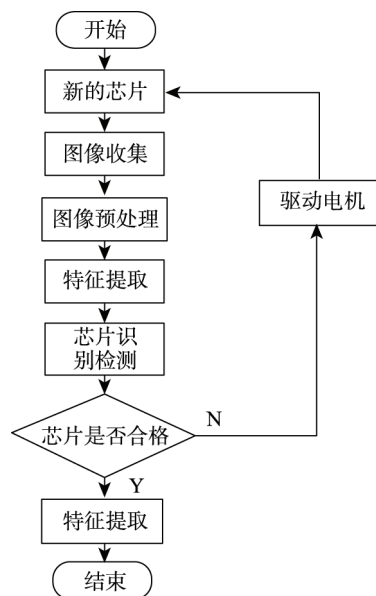


图 2 视觉算法流程

Fig.2 The process of vision algorithm

则电机驱动芯片元件的输送;存在芯片时,进行位置定位,识别芯片、检测缺损芯片后,对合格芯片的位置信息进行提取、存储,控制吸嘴的贴装。

图像采集是为收集 SIM 芯片原始信息,是机器视觉识别定位的基础。结合芯片的表面贴装特性,图像采集时要求识别相机多芯片同时采集,进行识别检测。由硬件与软件部分组成的图像采集系统完成图像的原始采集。硬件部分主要包括电脑、相机、镜头、SIM 芯片。实验使用的是 CMOS 工业摄像机,拥有 1200 万像素。软件主要使用 Microsoft Visual C++ 开发环境和主流计算机视觉开发库 (OpenCV) [6-8]。

2 SIM 芯片识别和定位算法

2.1 图像预处理

SIM 图像预处理的目的是有 2 个:消除图像采集过程中的噪声干扰,提高信噪比,改善图像的视觉效果;通过减少图像额外信息,方便提取有用的信息。

2.1.1 阈值分割

阈值分割 (图像二值化) 按照灰度级进行像素集合的划分,分开背景区域与目标区域,有利于后续图像处理。设 (x, y) 为图像像素的坐标点, $F(x, y)$ 为图像的灰度值坐标点, T 为阈值, $B(x, y)$ 为分割后的图像像素坐标表达式:

$$B(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) \geq T \\ 0 & f(x, y) < T \end{cases} \quad (1)$$

针对 SIM 芯片,运用 OpenCV 工具对其进行灰度统计,得到灰度直方图见图 3。

从图 3 可知背景区域主要集中在 0~150,而 SIM 芯片区域主要集中在 200~250,区域划分明显。对芯片

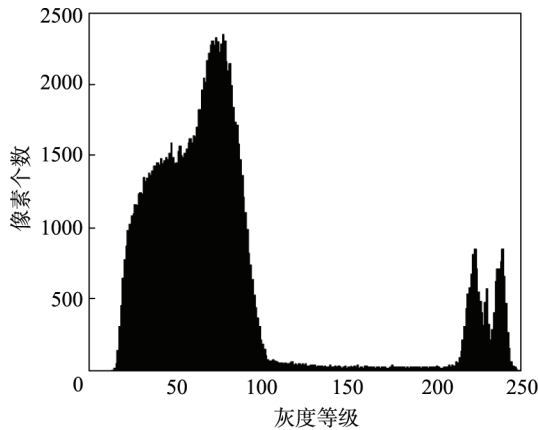


图 3 灰度直方图

Fig.3 Gray histogram

图像进行分割时应采用最大间方差法^[9-10]进行阈值分割。若芯片区域像素与整幅图像的比值为 ω_0 ，芯片区域像素平均灰度值为 u_0 ，背景区域像素与整幅图像的比值为 ω_1 ，背景区域像素平均灰度值为 u_1 ，总平均灰度值为 u ，则阈值间方差的表达式：

$$\delta = \omega_0(u_0 - u)^2 + \omega_1(u_1 - u)^2 \quad (2)$$

当 δ 值最大时， $\delta = T$ ，即最优阈值。将坐标的原点设置在图像的左上角，再利用最优阈值对 SIM 芯片进行分割处理。

2.1.2 膨胀腐蚀处理

芯片阈值分割处理后，二阈值分割图像内部会出现纹理，影响算法对芯片的识别定位，因此要对芯片图像进行膨胀腐蚀处理。运用 `cvDilate()` 和 `cvErode()` 函数完成芯片图像预处理，有利于芯片的识别定位。

2.2 Zernike 矩算子边缘检测

Zernike 矩算子最早由 Ghosa 等提出，可对图像进行边缘检测，其基本思想是利用像素点的 3 个参数来判断目标图像的边缘点。像素的 3 个物理参数^[11]，即灰度阶跃高度 h ，中心点到边缘的距离 l ，中心点到边缘的垂线与 x 轴的夹角 φ ，见图 4。

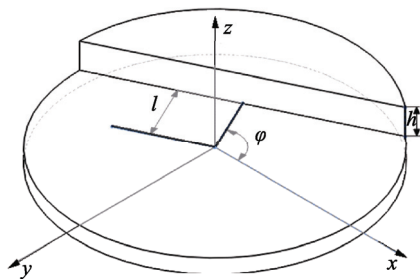


图 4 边缘阶跃模型

Fig.4 Edge step model

Zernike 矩具有旋转不变性：

$$Z'_{n,m} = Z_{n,m} \exp(-jm\varphi) \quad (3)$$

式中： n 为行数； m 为列数； j 为复数； $Z'_{n,m}$ 为

图像依据中心点顺时针偏转角度 φ 后的矩。通过 Zernike 矩的旋转不变性，可得出 3 个物理参数：

$$\varphi = \arctan \left(\frac{\text{Im}(Z_{1,1})}{\text{Re}(Z_{1,1})} \right) \quad (4)$$

$$l = \frac{Z_{2,0}}{Z_{2,1} \exp(-j\varphi)} \quad (5)$$

$$h = \frac{3Z_{1,1} \exp(-j\varphi)}{2(1-l^2)^{3/2}} \quad (6)$$

设原点坐标为 (x, y) ，垂点坐标为 (x', y') ，则：

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + l \begin{bmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \end{bmatrix} \quad (7)$$

h, l, φ 这 3 个参数需要 $Z_{1,1}$ 和 $Z_{2,0}$ 这 2 个 Zernike 矩来确定，因此要构造 2 个对应的模板 $M_{1,1}$ ， $M_{2,0}$ ：

$$\begin{aligned} \text{Re}(M_{1,1}) &= \begin{bmatrix} 0 & -0.015 & -0.0190 & 0 & 0.0190 & 0.015 & 0 \\ -0.0224 & -0.0466 & -0.0233 & 0 & 0.0233 & 0.0466 & 0.0224 \\ -0.0573 & -0.0466 & -0.0233 & 0 & 0.0233 & 0.0466 & 0.0573 \\ -0.0690 & -0.0466 & -0.0233 & 0 & 0.0233 & 0.0466 & 0.0690 \\ -0.0573 & -0.0466 & -0.0233 & 0 & 0.0233 & 0.0466 & 0.0573 \\ -0.0224 & -0.0466 & -0.0233 & 0 & 0.0233 & 0.0466 & 0.0224 \\ 0 & -0.015 & -0.0190 & 0 & 0.0190 & 0.015 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{Im}(M_{1,1}) &= \begin{bmatrix} 0 & -0.0224 & -0.0573 & -0.0690 & -0.0573 & -0.0244 & 0 \\ -0.0150 & -0.0466 & -0.0466 & -0.0466 & -0.0466 & -0.0466 & -0.0150 \\ -0.0190 & -0.0233 & -0.0233 & -0.0233 & -0.0233 & -0.0233 & -0.0190 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0190 & 0.0233 & 0.0233 & 0.0233 & 0.0233 & 0.0233 & 0.0190 \\ 0.0150 & 0.0466 & 0.0466 & 0.0466 & 0.0466 & 0.0466 & 0.0150 \\ 0 & 0.0224 & 0.0573 & 0.0690 & 0.0573 & 0.0244 & 0 \end{bmatrix} \\ M_{2,0} &= \begin{bmatrix} 0 & 0.0224 & 0.0394 & 0.0396 & 0.0394 & 0.0224 & 0 \\ 0.0224 & 0.0272 & -0.0261 & -0.0261 & -0.0128 & 0.0272 & 0.0224 \\ 0.0394 & -0.0128 & -0.0528 & -0.0661 & -0.0528 & -0.0128 & 0.0394 \\ 0.0396 & -0.0261 & -0.0661 & -0.0794 & -0.0661 & -0.0261 & 0.0396 \\ 0.0394 & -0.0128 & -0.0528 & -0.0661 & -0.0528 & -0.0128 & 0.0394 \\ 0.0224 & 0.0272 & -0.0128 & -0.0261 & -0.0128 & 0.0272 & 0.0224 \\ 0 & 0.0224 & 0.0394 & 0.0396 & 0.0394 & 0.0224 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

2.3 矩形拟合

芯片图像矩形拟合时，首要任务是找到目标轮廓的 4 个顶点。找到的 4 个顶点坐标与拟合的矩形成线性关系，4 个顶点越精确，矩形拟合的精度就越高。在获取芯片元件边缘点坐标后，分别以图像的 4 个顶点坐标为起点，逐行扫描直至找到轮廓的第 1 个边缘像素点，即值为 255 的白色像素点^[12]，分别把芯片图像的 4 个近似顶点记为点 C_1, C_2, C_3, C_4 ，见图 5。



图 5 4 顶点

Fig.5 Four vertexes

设 C_1C_2 边对应的点集 W_1 为 $\{(x_{11}, y_{11}), (x_{12}, y_{12}), \dots\}$

(x_{1n_1}, y_{1n_1}) ; C_2C_3 边对应的点集 W_2 为 $\{(x_{21}, y_{21}), (x_{22}, y_{22}) \cdots (x_{1n_1}, y_{1n_1})\}$; C_3C_4 边对应的点集 W_3 为 $\{(x_{31}, y_{31}), (x_{32}, y_{32}) \cdots (x_{3n_3}, y_{3n_3})\}$; C_4C_1 边对应的点集 W_4 为 $\{(x_{41}, y_{41}), (x_{42}, y_{42}) \cdots (x_{4n_4}, y_{4n_4})\}$ 。矩形拟合时, 根据矩形的几何特征, 即对边平行和邻边垂直, 可知矩形四边所在直线方程:

$$\begin{cases} C_1C_2: ax+by+c_1=0 \\ C_2C_3: -bx+ay+c_2=0 \\ C_3C_4: ax+by+c_3=0 \\ C_4C_1: -bx+ay+c_4=0 \end{cases} \quad (a^2+b^2=1) \quad (8)$$

式中: a, b 为直线方程的常数; c_1, c_2, c_3, c_4 为直线方程的截距。

为了拟合出最理想的矩形, 要使各边对应的边缘点到直线的距离最短, 即 4 个方程的偏差最小, 才能够准确地表达芯片轮廓的边缘。因为有正偏差和负偏差, 所以求和时正负偏差能相互抵消, 因此结合矩形的几何特性, 即邻边斜率互倒、对边斜率相等, 则矩形拟合方程为:

$$D = \min \left[\sum_{i=1}^{n_1} (ax_{1i} + by_{1i} + c_1)^2 + \sum_{i=2}^{n_2} (-bx_{2i} + ay_{2i} + c_2)^2 + \sum_{i=1}^{n_3} (ax_{3i} + by_{3i} + c_3)^2 + \sum_{i=1}^{n_4} (-bx_{4i} + ay_{4i} + c_4)^2 \right] \quad (9)$$

式中: n_1, n_2, n_3, n_4 对应于目标轮廓 4 边所包含点的个数。分别对 a, b, c_1, c_2, c_3, c_4 求偏导数, 可得到常数 a, b 和每条边对应的截距 c_1, c_2, c_3, c_4 。

最终得到对应于每条边的直线方程, 代入式 (8) 求解即可得到 4 个交点 $A(x_A, y_A), B(x_B, y_B), C(x_C, y_C), D(x_D, y_D)$, 且各交点坐标的平均值是芯片的中心坐标 (x_0, y_0) , 位置参数如下:

$$\begin{cases} x_0 = \frac{x_A + x_B + x_C + x_D}{4} \\ y_0 = \frac{y_A + y_B + y_C + y_D}{4} \end{cases} \quad (10)$$

此外, 矩形的 C_2C_3 边与 x 轴夹角为 90° 时, 表示芯片没发生偏转, 则芯片的偏转角度:

$$\theta = \begin{cases} \arctan(\frac{b}{a}) - 90^\circ & (\frac{b}{a} \geq 0, a \neq 0) \\ \arctan(\frac{b}{a}) + 90^\circ & (\frac{b}{a} < 0, a \neq 0) \end{cases} \quad (11)$$

当偏转角度小于 0° 时, 吸嘴逆时针旋转进行补偿; 当偏转角度大于 0° 时, 吸嘴顺时针旋转进行补偿^[13-15]。

2.4 SIM 芯片的识别

SIM 芯片的类型较多, 其功能也不尽相同, 常见的有 4442 和 24C02 芯片, 且残损的芯片不仅影响外观, 甚至会使产品失去价值。对不同类型的芯片和残

损芯片进行识别, 选出合格的芯片。

对 SIM 芯片进行识别时, 依据不同轮廓的面积来达到识别的目的。设芯片正常轮廓面积在 $S_1 \sim S_2$ 之间, 识别的芯片如果在 $S_1 \sim S_2$ 之间, 则认定为合格的芯片, 对其进行轮廓和中心的提取。芯片识别时如果不在 $S_1 \sim S_2$ 之间, 则为不合格芯片, 进一步检测, 如果中心不在轮廓区域内, 则为残损芯片, 进行剔除。

3 实验结果与分析

实验采用 40 张芯片的图像, 利用 OpenCV 中轮廓提取面积的函数得出 120 个轮廓面积后, 统计数据见图 6, 可知芯片轮廓面积在 $5907 \sim 5943 \text{ mm}^2$ 之间浮动, 因此合格芯片的面积要在此范围内。

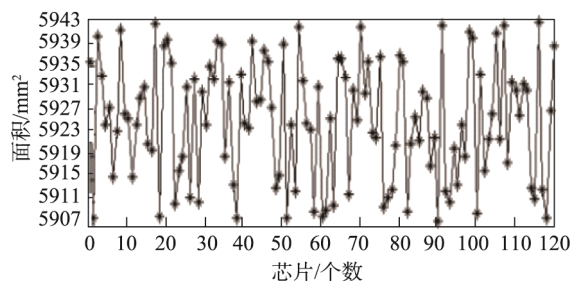


图 6 轮廓面积分布

Fig.6 Distribution of contour area

识别检测系统利用单目相机获得目标图像, 并对合格芯片进行识别定位, 比较文中矩形拟合算法和传统的重心算法, 可知文中矩形拟合算法更具优越性, 效果见图 7, 特征参数见表 1。

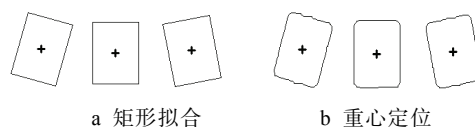


图 7 定位效果

Fig.7 Positioning effect

选用 24C02 和 4442 芯片图像作为实验图像, 每类芯片收集 120 幅图片作为实验样本, 通过传统模版匹配算法和文中面积识别算法对 SIM 芯片进行识别。文中算法与模版匹配算法的最大识别率、最小识别率、平均识别率和算法平均运行时间见表 2。实验结果表明, 2 种方法的识别率相差不大, 但文中所述算法的用时较短, 有利于提高贴装效率, 结合生产线平直传送带 2 m/s 的速度, 贴装速度可达到每秒贴装 21 个芯片。

识别定位时, 首先在 4442 和 24C02 类芯片中识别出 4442 类芯片, 在 4442 类残损的芯片中识别出合格的芯片, 见图 8。在识别的基础上, 剔除 24C02 类芯片和残损芯片, 只提取合格芯片的轮廓和形心, 形心用十字标记, 见图 9。

表 1 图形实验结果
Tab.1 Graphic experimental results

工件号	文中算法							传统算法			
	面积/ mm ²	标准坐 标/mm	标准转 角/(°)	计算 坐标/mm	坐标误 差/mm	计算转 角/(°)	角度误 差/(°)	计算 坐标/mm	坐标误 差/mm	计算转 角/(°)	角度误 差/(°)
1	5933	-265,186	-110	(265.14, 186.21)	0.25	-11.01	-0.01	(265.34, 186.52)	0.62	-11.13	-0.13
2	5912	-154,190	0	(154.30, 190.10)	0.32	0	0	(154.50, 190.00)	0.5	0.01	0.01
3	5922.5	-46,184	150	(46.33, 184.26)	0.42	15.08	0.08	(46.83, 184.68)	0.96	15.12	0.12

表 2 算法识别率的比较结果
Tab.2 Comparison results of algorithm recognition rates

识别算法	最大识 别率/%	最小识 别率/%	平均识 别率/%	平均时 间/ms
模版识别	98	93	95.5	107
文中算法	100	90	95	55



图 8 芯片识别
Fig.8 Chip recognition



图 9 芯片特征
Fig.9 Chip feature

为验证文中所述方法对芯片识别定位的正确率，在传送带 2 m/s 的速度下，实验获取 50 张不同情况的图像（150 个芯片），对其进行识别定位，正常芯片的识别正确率为 100%，残损芯片的识别正确率为 96%，而不同类型芯片的正确识别率相对较低。通过分析不同情况的芯片图像，发现正确识别率较低的主要原因是 24C02 类芯片残损时，会被误判为 4442 芯片。

4 结语

为了提高 SIM 芯片贴装的精度、正确吸附合格芯片、减少抛料次数，文中提出了一套识别定位的方案，采用 OpenCV 来实现机器视觉对芯片的识别定位。与普通贴装机相比，该方案利用 Zernike 矩边缘检测精度高、抗噪性高的特点，通过矩形拟合进行特征提取，定位精度高，使得吸取精度更高，并通过面积识别实现吸附前的芯片识别与检测，不仅合格芯片的正确识别率高，而且识别时间短，降低了抛料几率，间接地提高了贴片机的贴片效率和 SIM 卡的合格率，具有很高的使用价值。

参考文献：

[1] 李云岗. 我国 SIM 卡市场成熟中见竞争[J]. 金卡工程, 2007(2): 24—25.
LI Yun-gang. China's SIM Card Market in Mature Competition[J]. Golden Card Project, 2007(2): 24—25.

[2] 陈伟华, 马琼雄, 陈月军. 基于 VISIONPRO 的工业机器人视觉定位系统[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2012(2): 81—83.
CHEN Wei-hua, MA Qiong-xiong, CHEN Yue-jun. Industrial Robot Vision Positioning System Based on VISIONPRO[J]. Modular Machine Tools and Automatic Processing Technology, 2012(2): 81—83.

[3] 郭静, 罗华, 张栋栋, 等. 基于机器视觉的高精度螺孔定位方法研究[J]. 导航与控制, 2016, 15(3): 106—112.
GUO Jing, LUO Hua, ZHANG Dong-dong, et al. High Precision Screw Positioning Method Based on Machine Vision[J]. Navigation and Control, 2016, 15(3): 106—112.

[4] 袁鹏, 胡跃明, 吴忻生, 等. 基于视觉的高速高精度贴片机运动控制系统的设计与实现[J]. 计算机集成制造系统, 2004(S): 187—190.
YUAN Peng, HU Yue-ming, WU Xin-sheng, et al. Design and Implementation of Vision Based High Speed and High Precision Mounter Motion Control System[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2004(S): 187—190.

[5] 黄紫青, 曾祥进. 基于机器视觉的芯片引脚识别与中心定位算法研究[J]. 软件导刊, 2015(1): 67—69.
HUANG Zi-qing, ZENG Xiang-jin. Chip Pincenter Location Recognition and Machine Vision Algorithm of Software[J]. The Navigation Software, 2015(1): 67—69.

[6] 李铁军. QUAD 类芯片的视觉检测与定位技术研究[C]//中国仪器仪表学会, 2009.
LI Tie-jun. Visual Detection and Localization of QUAD Chip[C]// China Instrument Society, 2009.

[7] 卢军, 张传凯. 基于视觉定位的 LED 送料器[J]. 制造业自动化, 2015(13): 55—58.
LU Jun, ZHANG Chuan-kai. LED Feeder Based on the

- Visual Positioning[J]. Manufacturing Automation, 2015(13): 55—58.
- [8] 于仕琪, 刘瑞祯. 学习 OpenCV[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- YU Shi-qi, LIU Rui-zhen. Learning OpenCV[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009.
- [9] 王磊, 段会川. Otsu 方法在多阈值图像分割中的应用[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(11): 2844—2845.
- WANG Lei, DUAN Hui-chuan. The Application of Otsu Method in Multi Threshold Image Segmentation[J]. Computer Engineering and Design, 2008, 29(11): 2844—2845.
- [10] OTSU N. A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms[J]. IEEE Transactions on System Man and Cybernetic, 1979, 9(1): 592—596.
- [11] GHOSAL S, MEHROTRAL R. Orthogonal Moment Operators for Subpixel Edge Detection[J]. Pattern Recognition, 1993, 26(2): 295—306.
- [12] 郭进, 刘先勇. 机器视觉标定中的亚像素中心定位算法[J]. 传感器与微系统, 2008(2): 106—108.
- GUO Jin, LIU Xian-yong. Subpixel Localization Algorithm in Machine Vision Calibration[J]. Sensors and Microsystems, 2008(2): 106—108.
- [13] 蔡竞. 一种基于矩形拟合的 LED 贴片元件定位算法[J]. 科学技术与工程, 2014(21): 271—274.
- CAI Jing. An Algorithm of Component Placement for LED Placement Machine Based on Rectangle Fitting[J]. Scientific Technology and Engineering, 2014(21): 271—274.
- [14] 曾友, 高健, 岑誉. 贴片元件的海森范式加权最小二乘矩形拟合算法[J]. 机械设计与制造, 2016(4): 28—31.
- ZENG You, GAO Jian, CEN Yu. Patch Elements on Huyssen Weighted Least Squares Fitting Algorithm of Rectangular[J]. Mechanical Design and Manufacturing, 2016(4): 28—31.
- [15] 汤晓燕. 芯片视觉检测的定位算法及实现[J]. 福建电脑, 2011(8): 87—88.
- TANG Xiao-yan. Localization Algorithm and Implementation of Chip Vision Inspection[J]. Fujian Computer, 2011(8): 87—88.

《智能包装与活性包装》特色栏目征稿函

智能包装与活性包装是包装工程技术领域的发展趋势,也是全球包装行业研发和应用的重点。智能包装新技术与活性包装新材料的应用,能改善包装物条件的体系(通过释放物质、排除或抑制 SU),延长包装物使用寿命;提高卫生安全性;改善气味和口感特性的同时保证其品质不变。利用新型的包装材料、结构与形式对商品的质量和流通安全性进行积极干预与保障,通过信息收集、管理、控制与处理技术完成对运输包装系统的优化管理等。

鉴于此,本刊拟围绕“智能包装与活性包装”这一主线,作系列专项报道。本刊编辑部特邀请相关专家为该栏目撰写稿件,以期进一步提升本刊的学术质量和影响力。稿件以研究论文为主,也可为综述性研究,请通过网站投稿,编辑部将快速处理并优先发表。

编辑部电话: 023-68792294 网址: www.packjour.com

《包装工程》编辑部