

BV 包装机条烟外观质量检测装置的设计

蔡培良¹, 何邦贵², 华卫¹, 蒋晓伟¹, 朱正运¹, 吕忠¹, 陈龙军¹

(1.红云红河烟草(集团)有限责任公司曲靖卷烟厂, 曲靖 655000; 2.昆明理工大学, 昆明 650500)

摘要: 目的 解决 BV 包装机在生产过程中, 容易出现条烟外包透明纸丢失、泡皱、粘贴不牢、反条包装、拉线丢失、拉线错位等外观包装缺陷不能被有效检测及剔除等问题。方法 设计一种新型的 BV 包装机条烟外观视觉检测系统, 通过动态图像采集、图像识别与处理、安装支架设计、工业相机安装、触发脉冲采集、剔除装置设计等, 实现对外观存在缺陷条烟的自动准确检测剔除。结果 该外观视觉检测系统实施后, 外观缺陷条烟检测和剔除率 $\geq 99.8\%$, 误剔率 $\leq 0.01\%$ 。结论 该外观视觉检测系统能提高产品外观质量, 降低物耗, 为精益生产、精益加工起到了一定的保障作用, 该系统和技术可推广应用于行业内的单机包装设备上。

关键词: 条烟; 外观包装; 视觉检测; BV 包装机

中图分类号: TB487; TS434 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)23-0143-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.23.025

Design of Inspection Device for the Appearance Quality of Cigarette in BV Packaging Machine

CAI Pei-liang¹, HE Bang-gui², HUA Wei¹, JIANG Xiao-wei¹,
ZHU Zheng-yun¹, LYU Zhong¹, CHEN Long-jun¹

(1. Qujing Cigarette Factory, Hongyun Honghe (Group) Co., Ltd., Qujing 655000, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem that such appearance packaging defects as missing cigarette's exterior transparent paper, bubbles and wrinkles, poor pasting, antifenite packaging, missing tear band, and tear band dislocation can not be effectively detected and eliminated in the production process of BV packaging machine. A new visual detection system for cigarette appearance of BV packaging machine was designed to realize the automatic and accurate detection and elimination of the cigarettes with appearance defects by means of dynamic image collection, image recognition and processing, mounting bracket design, installation of industrial cameras, collection of trigger pulses and design of culling devices. After the implementation of visual detection system, the detection and elimination rate of the appearance defect cigarette was $\geq 99.8\%$, and the error rate was $\leq 0.01\%$. The visual detection system can improve the appearance quality of products, reduce the material consumption, and play a certain role in ensuring lean production and lean processing. The system and technology can be applied to all single-machine packaging equipment in the industry.

KEY WORDS: cigarette; appearance package; visual inspection; BV packaging machine

BV 条盒透明纸包装机(以下简称 BV 包装机)为意大利 GD 公司研发的卷烟包装设备,其上游连接设备为 C800 小盒透明纸包装机,最大生产速度达到 800 包/min。由于受设备、包装材料、包装环境等多种因素影响,条烟外包透明纸及拉线易出现偏移、丢

失、散条、泡皱、破损、粘贴不牢、伸缩变形、错位等外观缺陷^[1],而原机无相关检测装置对以上缺陷产品进行检测和剔除,导致该缺陷条烟存在流入下一道工序的风险。为此,技术人员对设备进行技术改进和优化^[2-4],但受到设备整体布局、设备安装空间、改

收稿日期: 2018-06-16

基金项目: 云南省科技项目(2018BA087)

作者简介: 蔡培良(1972—),男,高级工程师,主要研究方向为烟草卷包设备电气与维修。

造成本等因素的影响,目前国内烟草企业对于条烟外观检测均集中于装封箱机入口条烟输送带区域,每台包装设备生产的条烟透明纸外观各不相同,导致条烟透明纸外观检测系统稳定性和使用效果较差,且BV包装设备又不能杜绝该类条烟透明纸包裹缺陷产品的产生。为此,针对条烟外包透明纸存在的包裹外观缺陷问题,研究人员开展了不同类型的研究,张军^[5]通过加装利用视觉成像技术为基础的烟条外观检测器对其外观进行检测分析,将有缺陷的烟条剔除。赵震等^[6]主要研究了烟条外观检测系统软件设计方法,通过对数字图像处理技术的研究,具有很高的检测精度和可靠性。笔者通过对BV包装机加装透明纸偏移、丢失等检测装置,可将透明纸偏移、丢失等缺陷产品剔除,但对六面透明纸外观缺陷却不能进行有效检测和剔除,为此针对单台BV包装机出口设计一套条烟在线外观视觉检测系统,有效地提升条烟外观的合格率。

1 原因分析

生产中,完成小盒透明纸包裹的烟包按照2×5排列送入BV包装机,其烟包存在检测器检测到烟包时,信号送入IPC控制系统^[7],系统启动条盒及条烟透明纸控制装置,对成型条烟进行外包材料包裹。在条烟透明纸输送、包裹、热封、整形等过程中,由于受到设备调整精度、气压、温度、湿度、原辅材料等因素的影响,可能导致条烟外包透明纸包裹存在外观缺陷。

2 检测系统的构成

通过上述分析可知,构建基于BV包装机出口条烟透明纸外观视觉检测系统,通过对其相机及光源的特定安装、条烟输送装置的设计、剔除装置的设计、图像识别原理及过程的处理等关键技术的研究,实现条烟外观检测和剔除的稳定性和准确性。

2.1 系统结构及硬件构成

BV包装机条烟外观检测系统由4台高速工业相机及相应的4~8 mm镜头^[8]、6组LED无影光源、数据采集卡、PLC控制器^[9]、图像视觉系统^[10]、滑道式条烟输送装置、剔除装置^[11]、触发和定位信号传感器、工控机及触摸显示器等硬件组成,见图1—2。高速工业相机主要对生产中通过滑道式输送装置的条烟进行图像拍摄,并将其拍摄到的图像实时传送给数据采集卡;光源组件采用蓝色光照明,且使用滤光及偏光技术,用于对滑道式输送装置上的条烟进行无影照明,过滤条烟透明纸反光带来的误检测,保证工业相机拍摄图像清晰;数据采集卡用于图像数据的传输、光源组件照明系统的触发、缺陷信号的传输等;PLC

控制器用于驱动剔除电磁阀动作,对缺陷条烟进行准确剔除;图像处理系统用于对采集的图片进行图像增强、图像旋转、纹理分析,并分析判断该图片是否正常,是否输出缺陷信息等;工控机用于图像参数设置、修改、数据接收、图像监控显示、数据记录查询等功能,见图3。

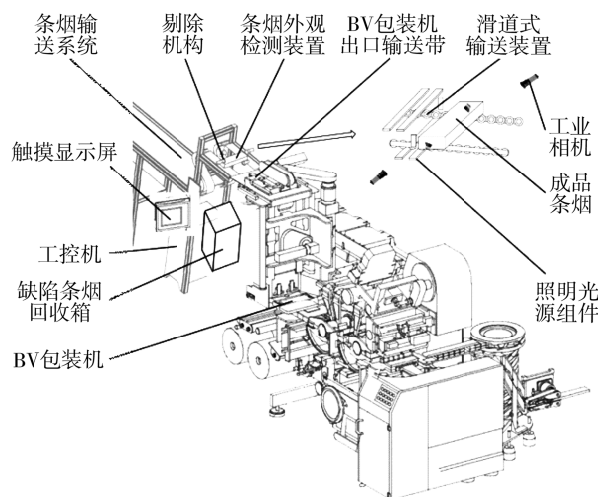


图1 视觉检测系统硬件构成

Fig.1 Hardware composition of visual detection system

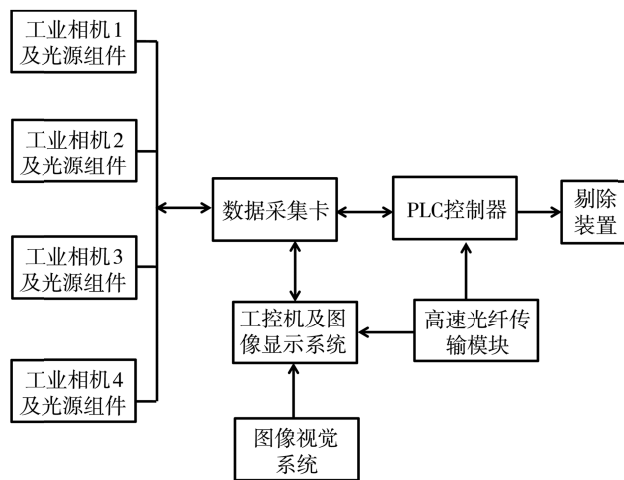


图2 视觉检测系统硬件连接

Fig.2 Hardware connection of visual detection system

2.2 工业相机及光源组件的安装

工业相机安装见图4,检测系统对输送装置上的条烟六面进行全方位检测,通过万向连接安装支架的设计,可实现工业相机前后、左右、上下三维位置调整,工业相机1安装在滑道式输送装置前上方,其向下成45°倾角,完成对条烟C、D两面的图像拍摄,工业相机2安装在滑道式输送装置后下方,其向上成45°倾角,完成对条烟A、B两面的图像拍摄,工业相机3、4安装在滑道式输送装置左右正对两面,完成对条烟E、F两面的图像拍摄。光源组与工业相机配合使用,通过对光源位置调整,减小光源反光带来的误差。

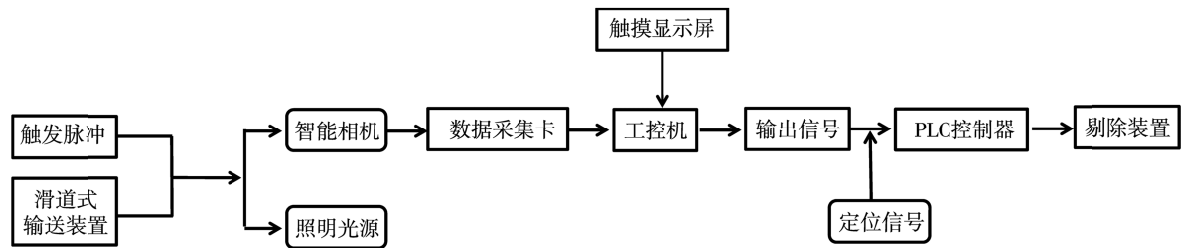


图 3 条烟外观检测系统结构
Fig.3 Structure of detection system for appearance inspection of cigarette

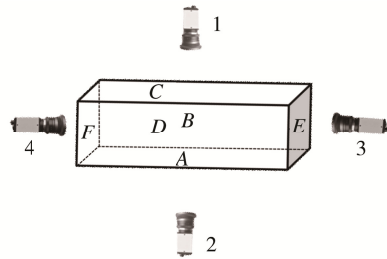


图 4 工业相机安装
Fig.4 Industrial camera installation

2.3 滑道式条烟输送装置的设计

滑道式输送装置见图 5，输送装置采用多轴承滑道式输送方式，根据条烟长度（267 mm）、工业相机及照明光源的尺寸，在 BV 包装机出口与条烟输送通道之间设计一套长 500 mm×275 mm 的滑道式输送装置，通过降低条烟输送通道高度，使滑道式输送装置成 10°倾角安装，该输送装置两侧各安装 16 个轴承（规格为 609），用于条烟的自动输送。

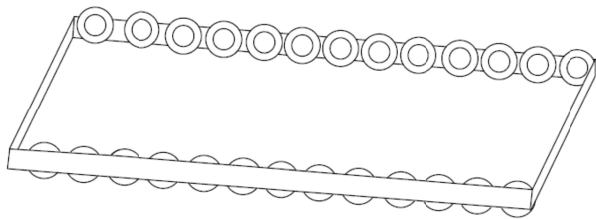


图 5 滑道式输送装置结构
Fig.5 Structure of chute conveying device

滚动轴承的摩擦因数为 $\mu=0.01 \sim 0.09$ ，每条烟同时在两侧的 4 个滚动轴承上运动。

$$F_G = m \cdot g \cdot \sin \theta \tag{1}$$

式中： F_G 为条烟重力产生的向下运动的力； m 为条烟质量； g 为重力加速度； θ 为滑道式输送装置与水平方向的倾角。

$$f = m \cdot g \cdot \mu \cdot 4 \cdot \cos \theta \tag{2}$$

式中： f 为条烟下滑时对滚动轴承产生向上的摩擦力； m 为条烟质量； g 为重力加速度； u 为滚动轴承的摩擦因数， θ 为滑道式输送装置与水平方向的倾角。

$$F_G = f \tag{3}$$

$$\tan \theta = \mu \times 4 = 0.04 \sim 0.36 \tag{4}$$

$$\theta = 3^\circ \sim 19^\circ \tag{5}$$

通过多次试验，条烟在滑道式输送装置上运行较为稳定的倾角 θ 为 10° 较好，故其倾角设定为 10° 。此时条烟所受重力和摩擦力的合力为 0，其保持匀速向前运动，实现条烟的无动力传输。

2.4 剔除设计

在条烟输送通道距地面 1500 mm 处设计一个 300 mm×200 mm 翻板门用于缺陷条烟的剔除，设计 350 mm×300 mm×300 mm 废品箱用于缺陷条烟的回收。当检测系统检测到条烟存在外观缺陷且定位传感器检测该条烟时，PLC 输出高电平控制电磁阀动作，气缸回缩，翻板门在气缸带动下打开，缺陷条烟因重力作用自动落入废品箱内，经过片刻延时，PLC 切断输出，电磁阀失电，气缸复位翻板门回位，条烟可正常流入下一道工序，见图 6。

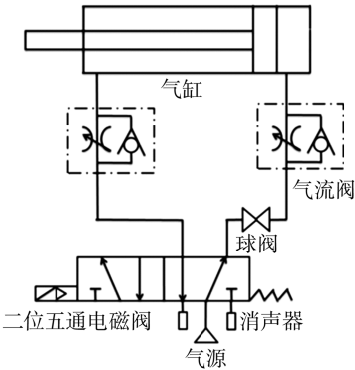


图 6 气路原理
Fig.6 Gas circuit principle

2.5 图像识别原理及过程

检测系统工控机采用西门子 6ES7647 系列，编程软件通过 opencv 平台使用 C++语言编写^[12]图像识别处理系统，按照条烟透明纸及拉线外观的不同特性，采用不同的识别处理方式，判断拍摄图片是否存在缺陷，图像处理识别^[13]原理流程包含 6 种方法见图 7。

2.5.1 图像识别定位

通过 BOOL Rectangle () 函数：hdc 指设备环境句柄；nLeftRect 指定矩形左上角的 x 坐标；nTopRect

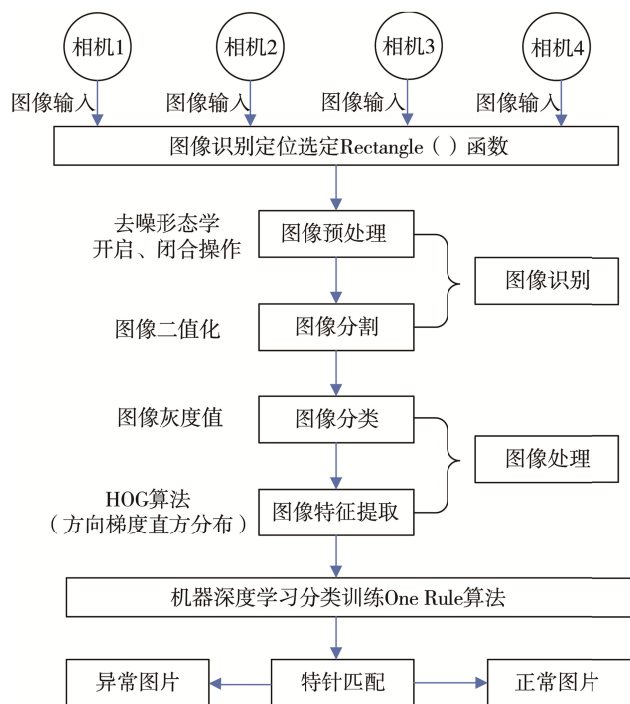


图 7 图像识别原理

Fig.7 Principle of image recognition

指定矩形左上角的 y 坐标, 画出矩形直方图作为需要进行图像识别的区域。

2.5.2 图像预处理

形态学噪声滤除器将开启与闭合结合起来用于滤除噪声, 首先对噪声图像^[14]进行开启操作, 因结构要素矩阵比噪声的尺寸大, 开启的结果将背景上的噪声去除, 然后对前一步得到的图像进行闭合操作, 将图像上的噪声去掉。

1) 通过腐蚀 (Erosion) 消除拍摄图像边界点, X 用 S 腐蚀的结果是所有使 S 平移 x 后仍在 X 中的 x 的集合, 用公式表示为 $X \ominus S = \{x | S+x \subseteq X\}$ 。

膨胀原理如下(Dilation):

$$X \oplus S = \{x | S+x \cap U_x \neq \emptyset\}。$$

2) 通过开运算(Opening Operation) 除去孤立的小点、毛刺和小桥, 总位置和形状不变, 原理如下: $X \oslash S = (X \ominus S) \oplus S$

3) 闭运算(Closing Operation) 填平小湖 (即小孔), 弥合小裂缝。

4) 通过填充图像的凹角来滤波图像完成闭运算操作: $X \oslash S = (X \oplus S) \ominus S$ 。

2.5.3 图像分割

通过灰度图像二值化 (Image Binarization) 将图像上的像素点的阈值设置 100, 使图像区域呈现出明显的黑白效果, 得到二值化分割图像, 具体如下所述。

1) 图像二值化处理原理^[15], 通过 Otsu Threshing 方法寻找图像二值化阈值, 根据阈值将图像分为前景 (白色) 或者背景 (黑色), 原理见图 8, 每个定位区

域设置为不同的像素区域, 例如横头检测位置定位为 6×6 的灰度图像, 其像素数据及其对应的直方图。阈值寻找方法首先假设是 $T=3$, 则背景像素的占比 (背景像素在灰度直方图中的占比)、均值、方差的计算结果见图 9—10, 见式 (6—8)。

$$\text{占比: } W_b = \frac{8+7+2}{36} = 0.4722 \quad (6)$$

平均值:

$$\mu_b = \frac{(0 \times 8) + (1 \times 7) + (2 \times 2)}{17} = 0.6471 \quad (7)$$

方差:

$$\sigma_b^2 = \frac{((0-0.6471)^2 \times 8) + ((1-0.6471)^2 \times 7) + ((2-0.6471)^2 \times 2)}{17} = 0.4637 \quad (8)$$

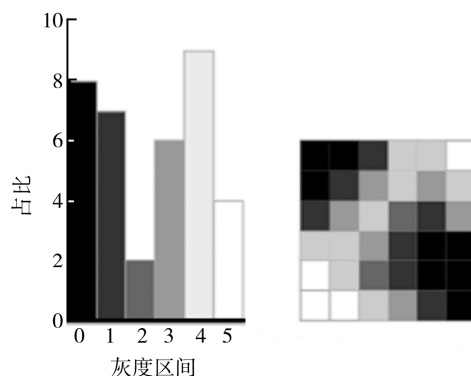


图 8 6 个灰度值的直方图以及其对应 6×6 像素块
Fig.8 Histogram of 6 gray scales and their corresponding 6×6 pixel blocks

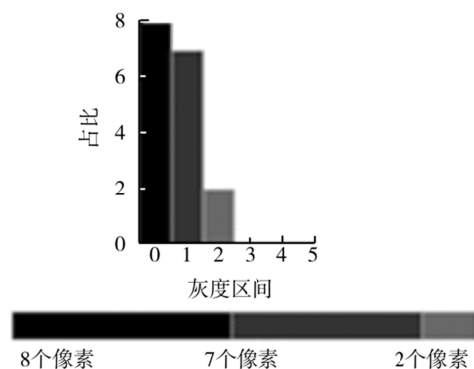


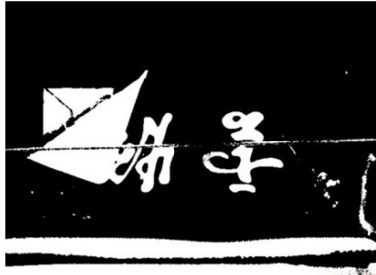
图 9 方差计算
Fig.9 Variance calculation

2) 灰度平局值算法初步确定二值化阈值。使用整幅图像的灰度平均值为二值化的阈值作为初始猜想值, 其原理为: 首先假定 S_{Sum} 为二值化的理想阈值, 用统计学中的归一化原理进行统计分析后得到 A_{Amount} , 并对 S_{Sum} 进行求余处理得到 $T_{\text{Threshold}}$ 作为最终输入参数。

$$S_{\text{Sum}} = \sum_{g=0}^{255} g \times h(g)$$



a 处理前



b 处理后

图 10 二值化处理前后图片

Fig.10 Image before and after binary processing

$$A_{\text{Amount}} = \sum_{g=0}^{255} h(g)$$

$$T_{\text{Threshold}} = S_{\text{Sum}} / A_{\text{Amount}}$$

3) 阈值优化算法确定合适的二值化阈值。通过迭代法进行阈值分割, 首先设置阈值的初始值为图像灰度最大值和最小值的平均, 其次根据阈值划分图像为目标和背景, 并分别将其灰度值求和, 最终计算目标和背景的平均灰度, 并判断阈值是否等于目标和背景平均灰度的和的平均, 若相等, 则阈值即为其平均, 否则, 将阈值设置为目标和背景灰度平均值的和的一半, 继续迭代, 直至计算出阈值, 其算法过程为: 计算图像的最大灰度值 $M_{\max}$ 、最小灰度值 $M_{\min}$, 求平均得到初始阈值 M_p 。

$$M_{\max} = \max(\max(I)), M_{\min} = \min(\min(I)),$$

$$M_p = (M_{\max} + M_{\min}) / 2$$

根据阈值划分图像为目标和背景, 并分别计算其灰度均值:

$$Z_1 = \text{foregroundsum} / \text{iforeground},$$

$$Z_2 = \text{foregroundsum} / \text{ibackground},$$

$$T_k = \text{uint8}((Z_1 + Z_2) / 2)$$

判断 M_p 是否等于 T_k , 若相等则退出循环, 阈值为 T_k , 否则, 将 T_k 赋给 M_p , 转 2 继续执行迭代, 最终确定各定位点二值化阈值, 迭代结果见图 11。

2.5.4 图像特征提取

使用 HAAR 算法, 进行图像特征提取^[16]。在 opencv 方法中, haar 特征分成了 4 类: 边缘特征、线性特征、中心特征和对角线特征, 这些特征组成了特征模板。模板的特征值就是白色矩形区域像素值之和

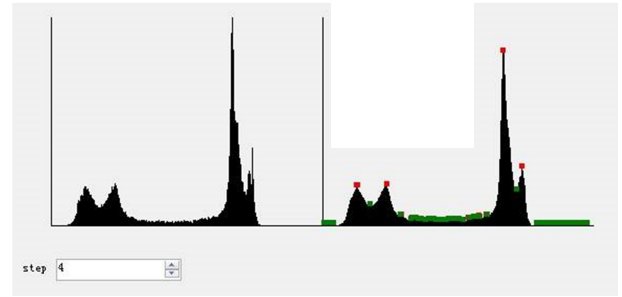
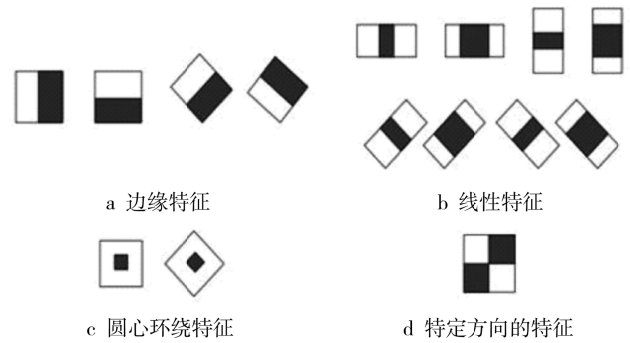


图 11 迭代结果

Fig.11 Iterative result

减去黑色矩形像素和, haar 特征值反映了图像的灰度变化情况, 见图 12。



a 边缘特征

b 线性特征

c 圆心环绕特征

d 特定方向的特征

图 12 Haar-like 特征图像

Fig.12 Haar-like feature image

2.5.5 分类训练

通过 HOG 算法将分类训练后的归一化图像分割为若干小块, 再在每一小块内进行亮度梯度的直方统计, 将所有区块的亮度梯度的直方统计串联起来, 以此构成图像的 HOG 特征, 通过 HOG 特征与正常图片特征进行对比得出特征参数。把二值化图像分割成若干区块, 然后对每个区块计算 HOG 特征, 包含几何(位置)特性。使用 non-overlap 区块不交叠分割, 见图 13, 将图像分割后, 计算每个 patch 的方向梯度直方图, 步骤如下所述。

1) 利用任意一种梯度算子(sobel, laplacian 等), 对该 patch 进行卷积, 计算得到每个像素点处的梯度方向和幅值。具体公式为:

$$M(x, y) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad (9)$$

$$\theta(x, y) = \arctan \frac{I_y}{I_x} \in [0, 360^\circ) \text{ or } \in [0, 180^\circ) \quad (10)$$

式中: I_x 和 I_y 分别为水平和垂直方向上的梯度值; $M(x, y)$ 为梯度的幅度值; $\theta(x, y)$ 为梯度的方向。

2) 根据需要将 360° 以 PI 为中心分割成若干个 bin, 例如: 分割成 16 个 bin, 每个 bin 包含 22.5° , 整个直方图包含 16 维, 即 16 个 bin。然后根据每个像素点的梯度方向, 利用双线性内插法将其幅值累加到直方图中(其中 x 轴为分割的 bin, 单位为维, y 轴为幅值作为参考值, 无单位), 见图 14。



图 13 破损条盒二值化图像分割示例
Fig.13 Broken bar box binary image segmentation example

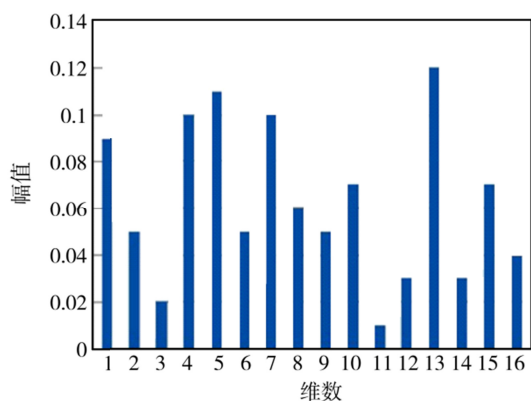


图 14 二值化分割曲线
Fig.14 Binary segmentation curve

3) 从每个 patch 中提取出的“小”HOG 特征首尾相连, 组合成一个大的一维向量, 构成图像特征后将这个特征送到分类器中训练。

2.5.6 特征匹配

Learn-One-Rule 函数的目标为提取一个分类规则, 该规则覆盖训练集中的大量正例, 没有或仅覆盖少量反例。基于规则的分类器使用一组“if...then...”规则来对记录进行分类技术, 模型规则用析取范式 $R = (r_1 \vee r_2 \vee \dots \vee r_k)$ 表示, 其中 R 称作规则集, r_i 是分类规则或析取项, 每一个分类规则可以表示为如下形式:

$$r_i: (\text{条件 } i) \rightarrow y_i$$

规则左边成为规则前件或前提, 属性测试的合取:

$$\text{条件 } i = (A_1 \text{ op } V_1) \wedge (A_2 \text{ op } V_2) \wedge \dots \wedge (A_n \text{ op } V_n)$$

其中 (A_j, V_j) 为属性-值对, op 为比较运算符, 取自

集合 $\{=, \neq, <, >, \leq, \geq\}$ 。每一个属性测试 $(A_j \text{ op } V_j)$ 称为一个合取项。规则右边为规则后件, 包含预测类 y_i 。如果规则 r 的前件和记录 x 的属性匹配, 则称 r 覆盖 x 。当 r 覆盖给定的记录时, 称 r 被激发或触发。

通过以上图像算法和处理, 可将相机拍摄的图片转换为标准图片, 与存放在数据库内的图片进行对比, 从而判别是否为缺陷产品。

2.6 检测系统处理流程

图像处理流程见图 15, BV 包装设备正常运行, 条烟到达该外观检测系统入口, 被输送带推入滑道式输送装置内, 条烟存在检测传感器触发, 传感器输出高电平信号通过数据采集卡启动照明光源频闪和工业相机触发拍照, 照片通过数据线传送到数据采集卡, 数据采集卡将图像数据送入工控机图像处理软件, 图像处理软件对其进行图像增强、图像旋转、纹理分析、模板匹配等处理, 分析判断该图片是否正常。合格条烟从滑道式输送装置进入下一道工序。反之, 输出高电平信号到 PLC 控制器, 有缺陷的条烟在滑道式输送装置出口被剔除在废烟箱内, 从而完成整个条烟外观的检测和自动剔除, 杜绝外包存在缺陷条烟流入下一道工序。

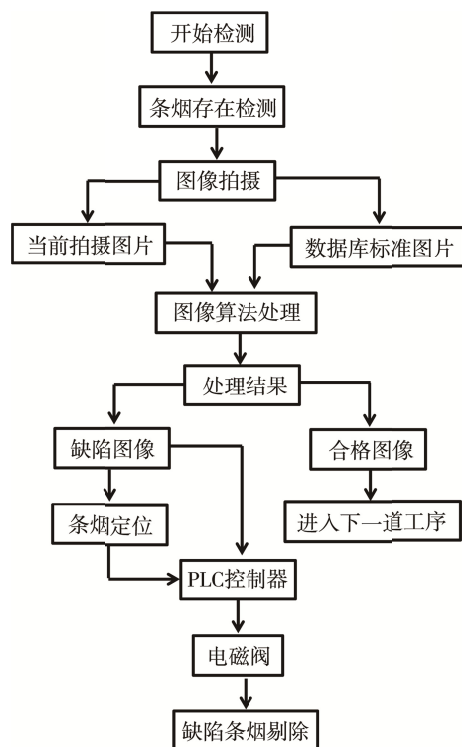


图 15 图像处理流程
Fig.15 Image processing flow chart

3 效果分析

通过随机抽取 1 组安装条烟外观检测系统前后 10 个工作日下一道工序返回缺陷条烟数量、检测系统

剔除缺陷条烟的数量，见表 1，统计表明，生产中的外观缺陷产品总量基本一致，平均每天检测剔除的缺陷条烟为 31 条，与改造前流入下一道工序的缺陷条烟数量基本一致，下一道工序返回的缺陷条烟数量为 1 条。条烟外观缺陷不合格品测剔除率 $\geq 99.8\%$ ；误剔率 $\leq 0.01\%$ 。

表 1 安装检测系统前后 BV 包装机外观缺陷条烟发生频次统计
Tab.1 Statistics of the occurrence frequency of the cigarettes with appearance defects on BV packaging machine before and after the installation of detection system

样本数据	改进前		改进后	
	检测系统检测剔除数量/(条·d ⁻¹)	下一道工序返回缺陷条烟数量/(条·d ⁻¹)	检测系统检测剔除数量/(条·d ⁻¹)	下一道工序返回缺陷条烟数量/(条·d ⁻¹)
1	0	23	36	0
2	0	28	38	0
3	0	35	22	1
4	0	33	40	0
5	0	41	21	0
6	0	26	28	0
7	0	28	29	0
8	0	35	33	0
9	0	31	27	0
10	0	35	36	0
合计	0	315	310	1

4 结语

BV 包装机条烟外观检测装置采用机电及图像识别处理一体化设计，实现了条烟外观缺陷的有效检测和准确剔除，通过滑道式条烟输送装置、高速工业相机及照明光源的安装、图像识别原理及过程技术处理、剔除装置等关键部件的研究，有效地提高了系统的稳定性。

条烟外观检测系统能将 BV 包装机产生的外包透明纸及拉线外观存在缺陷的不合格产品准确检测并剔除，剔除率 $\geq 99.8\%$ ；误剔率 $\leq 0.01\%$ 。该装置适用于行业内所有单机包装设备。

参考文献：

[1] 张勇, 杨福馨, 户帅锋, 等. 防霉聚乙烯醇改性薄膜的制备及性能[J]. 包装工程, 2016, 37(5): 35—38.
ZHANG Yong, YANG Fu-xin, HU Shuai-feng, et al. Preparation and Properties of Modified Polyvinyl Alcohol Films[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(5): 35—38.

[2] 潘安岳, 覃成林, 曾令金. GD 包装机条外透明纸检测装置的设计应用[J]. 烟草科技, 2008(9): 27—28.
PAN An-yue, QIN Cheng-lin, ZENG Ling-jin. Design and Application of Carton Film Monitor in GD Packing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2008(9): 27—28.

[3] 罗彩丽. GDX2 包装机组 CH 小包透明纸检测系统的设计应用[J]. 烟草科技, 2013(3): 25—26.

LUO Cai-li. Design and Application of Packet Film Detection System for CH of GDX2 Packing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2013(3): 25—26.

[4] 周开辟, 卢荣德, 蔡华川. 如何改善 CH 机的小盒透明纸包装质量[J]. 包装与食品机械, 2005, 23(1): 43—46.
ZHOU Kai-pi, LU Rong-de, CAI Hua-chuan. How to Improve the Packing Quality of CH Cellophane Pack-er[J]. Packaging and Food Machinery, 2005, 23(1): 43—46.

[5] 张军. 烟条外观检测系统设计探讨[J]. 科技咨询导报, 2010(13): 18—19.
ZHANG Jun. Discussion on Design of Smoke Bar Ap-pearance Detection System[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2010(13): 18—19.

[6] 赵震, 郑启旺, 徐邓, 等. 烟条外观检测软件系统设计[J]. 机械制造与自动化, 2012, 41(2): 132—134.
ZHAO Ying, ZHENG Qi-wang, XU Deng, et al. Soft-ware Design of Cigarette Appearance Detection Sys-tem[J]. Machine Building & Automation, 2012, 41(2): 132—134.

[7] 王兴国. 基于 IPC 和 PLC 的纸币塑封包装机自动控制系统[J]. 电气自动化, 2014, 36(4): 96—98.
WANG Xing-guo. IPC/PLC-based Automatic Control System for Paper Money Plastic Packaging Ma-chine[J]. Electrical Automation, 2014, 36(4): 96—98.

[8] 黄钉劲, 李飞, 杨爽, 等. 高速 Camera Link 工业相机视频采集研究[J]. 价值工程, 2015(4): 43—44.
HUANG Ding-jin, LI Fei, YANG Shuang, et al. The Research of High-speed Industrial Camera Video Cap-ture Based on Camera Link[J]. Value Engineering,

- 2015(4): 43—44.
- [9] 王晓安. PLC 控制器在电气控制项目化教学中的应用[J]. 辽宁高职学报, 2013(11): 55—56.
WANG Xiao-an. The Application of PLC Controller to Electrical Control Project Teaching[J]. Liaoning Higher Vocational Technical Institute Journal, 2013(11): 55—56.
- [10] 王宇, 朱为, 堵国良, 等. LED 显示屏实现高质量图像显示的扫描算法分析[J]. 电子器件, 2004, 27(3): 482—485.
WANG Yu, ZHU Wei, DUO Guo-lian, et al. The Scan Algorithm for High Quality Image with LED Display[J]. Journal of Electron Devices, 2004, 27(3): 482—485.
- [11] 尤志斌, 杨薇, 李亚林. 香烟检重剔除装置的设计与试验[J]. 机械与电子, 2014(10): 38—41.
YOU Zhi-bin, YANG Wei, LI Ya-lin, et al. Design and Tests of Weight Detecting and Eliminating Device of Cigarettes[J]. Machinery & Electronics, 2014(10): 38—41.
- [12] 彭磊, 吴磊, 叶娅兰. Linux 内核模式下 C++语言的导入研究[J]. 计算机工程, 2007, 33(23): 6—8.
PENG Lei, WU Lei, YE Ya-lan. Research on C++ Language Inside Linux Kernel[J]. Computer Engineering, 2007, 33(23): 6—8.
- [13] 刘建刚, 程磊, 黄剑, 等. 基于 CCD 图像识别的 HCS12 单片机智能车控制系统[J]. 光电技术应用, 2007, 22(6): 52—55.
LIU Jian-gang, CHENG Lei, HUANG Jian, et al. Design of Smartcar's HCS12 MCU Control System Based on CCD Image Recognition[J]. Electro-Optic Technology Application, 2007, 22(6): 52—55.
- [14] 周继彦, 余正泓. 基于图像处理的包装印刷缺陷检测方法[J]. 包装工程, 2017, 38(9): 240—244.
ZHOU Ji-yan, YU Zheng-hong. Package Printing Defect Detection Method Based on Image Processing[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(9): 240—244.
- [15] 田自君, 刘艺. 基于 LoG 算子边缘检测的图像二值化处理[J]. 中国测试技术, 2007, 33(6): 109—110.
TIAN Zi-jun, LIU Yi. Global Threshold Binarization Method Based on LoG Algorithms Edge Detecting[J]. China Measurement Technology, 2007, 33(6): 109—110.
- [16] 刘伟, 韦伟. 1 k × 1 k CCD 相机的 ROI 图像提取技术[J]. 光电子技术, 2012, 32(2): 123—126.
LIU Wei, WEI Wei. The ROI Image Abstraction Technology of 1 k × 1 k CCD Camera[J]. Optoelectronic Technology, 2012, 32(2): 123—126.