

基于机器视觉的卷烟内衬纸光敏性差异分析

贾真真¹, 张涛², 曹兴强², 曾建³, 李晓¹, 姚二民¹

(1. 郑州轻工业学院, 郑州 450000; 2. 河南中烟工业公司南阳卷烟厂, 南阳 473000;

3. 深圳三叶草科技开发有限公司, 深圳 518000)

摘要: **目的** 研究卷烟不同内衬纸对光的敏感程度, 为优化机器视觉检测精度以提高卷烟的包装质量提供参考依据。**方法** 基于机器视觉技术, 通过 RGB 和 HSV 颜色模式对不同颜色、类型内衬纸的光学反应参数进行测试, 采用方差分析对光敏性进行差异显著性分析, 确定显著程度后再进行相关性分析, 得出不同内衬纸与光敏性的关系, 并验证缺陷内衬纸的光敏性。**结果** 不同颜色、类型内衬纸间的光敏性均存在显著性差异, 其中 R 对颜色的光敏性影响最大, 且与颜色呈显著正相关, 光敏性强弱依次为: 红色>浅金色>银色>金色。 V 对类型的光敏性影响最大, 且与类型呈显著正相关, 光敏性强弱依次为: 压花复合铝箔型>普通转移型>直镀铝箔型>复合铝箔型>镭射型>真空镀铝转移型。**结论** 不同卷烟内衬纸的光敏性均存在差异, 在实际生产中, 企业可针对不同品牌内衬纸优化光敏性范围, 通过调整光学参数 R 、 V 进行缺陷内衬纸的判断与剔除。

关键词: 机器视觉; 卷烟包装; 内衬纸; 光敏性

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)11-0198-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.11.035

Difference of Photosensitivity of Cigarette Liner Based on Machine Vision

JIA Zhen-zhen¹, ZHANG Tao², CAO Xing-qiang², ZENG Jian³, LI Xiao¹, YAO Er-min¹

(1. Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450000, China;

2. Henan Tobacco Industrial Company Nanyang Cigarette Factory, Nanyang 473000, China;

3. Shenzhen Clover Technology Development Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

ABSTRACT: The work aims to study photosensitivity of different cigarette liners and provide a reference for optimization of the accuracy of machine vision detection to improve cigarette packaging quality. Through RGB and HSV color modes, optical reaction parameters of different colors and types of liners were tested based on machine vision, and significance of difference was analyzed by regression variance analysis. After confirming the degree of significance, correlation analysis was performed to obtain the relationship between different liners and photosensitivity, and verify the photosensitivity of defective liner. There were significant differences in photosensitivity between cigarette liners of different colors and types. Among them, R not only had the greatest influence on the photosensitivity in different colors, but also had a significant positive correlation with colors. Its photosensitivity was as follows: red>light gold> silver>gold. V not only had the greatest influence on the photosensitivity in different types, but also had a significant positive correlation with types. Its photosensitivity was as follows: embossed composite foil type>ordinary transfer type>direct aluminum-plated foil type>composite foil type>laser type>aluminum vacuum transfer type. There are differences in the photosensitivity of different cigarette liners. In actual production, companies can optimize the range of photosensitivity for different brands of cigarette liner, and adjust optical parameters R and V to judge and reject defective liner.

KEY WORDS: machine vision; cigarette packaging; liner; photosensitivity

收稿日期: 2018-02-22

基金项目: 河南省科技攻关计划 (142102210639); 郑州轻工业学院 2017 年研究生教育创新计划基金 (2017021)

作者简介: 贾真真 (1994—), 女, 郑州轻工业学院硕士生, 主攻烟草加工技术。

通信作者: 姚二民 (1961—), 男, 本科, 郑州轻工业学院教授, 主要研究方向为烟草加工工艺。

卷烟内衬纸作为食品包装材料的一种,主要有防潮、防霉变的功能,在产品出厂前需进行包装质量的检测^[1-2]。由于不同档次卷烟品牌所使用的内衬纸差异较大,不同内衬纸之间存在颜色、类型、纹理及图案等差别,对于不同内衬纸的质量检测需要有特殊的检测要求及识别方式,其识别效率也对仪器条件提出了更高的要求^[3],因此,深入研究不同内衬纸的差异性很有必要。刘润昌等^[4]模拟了卷烟包装条件,采用烘箱法和气质联用法对不同阻隔性能卷烟内衬材料的实际应用性能进行探究,结果表明,内衬材料的实际应用性能基本不受透湿透氧性能的影响。王宝金等^[5]对某品牌烟标内衬纸的色偏差进行研究,研究发现主要影响因素是凹印版辊、稀释剂、色浆、承印物、检测方法等。陈海需等^[6]通过电感式传感器对内衬纸进行检测,剔除系统通过 PLC 及引入的光纤信号实现,实践结果表明,该系统能有效检测 5 cm 内的缺陷内衬纸,对烟包缺陷剔除率高达 100%。对于卷烟内衬纸检测,目前研究主要集中在探究内衬纸自身差异以剔除缺陷内衬纸,但大部分卷烟厂采用的还是各种改进后的电感装置,对机器视觉系统引进较少,且对于内衬纸褶皱、破损、印刷不好(LOGO 错误、有污点等)、颜色深浅及套色精度等缺陷类别研究不够全面^[7-8],因此,将机器视觉系统应用在卷烟内衬纸的检测上尤为重要。为此,基于机器视觉系统,对不

同内衬纸的光敏性进行研究,通过比较缺陷内衬纸(污点、破损、褶皱)与合格内衬纸的光敏性,探究如何有效地剔除缺陷内衬纸以期提高机器视觉检测精度,从而达到提高卷烟包装质量的目的。

1 实验

1.1 材料与设备

材料:选择 2017 年河南、云南、广西、辽宁、吉林、浙江、湖南、山东、福建等产区共计 51 个品牌的内衬纸样品为实验材料,颜色分为银色、浅金色、金色、红色;类型分为普通转移型、真空镀铝转移型、复合铝箔型、压花复合铝箔型、直镀铝箔型、镭射型^[9]。

KENENCE 机器视觉系统见图 1,主要包括图像采集系统和图像处理系统。图像采集系统用于采集待测样品的图像,主要由工业 CCD 相机、镜头和光源组成,相机采用 CV-035C 型 CCD 相机(KENENCE 公司),镜头为 CA-LS6 型镜头(KENENCE 公司),光源为 SL-VL 型白色 LED 光源(OPT 公司)^[10]。图像处理系统主要组成为 CV-5501 型图像传感器(KENENCE 公司),可实时监控相机视野内的范围,通过触发手柄对获取到的图像进行面积检测、模型搜索、边缘检测、彩色检测、明亮检测等^[11]。

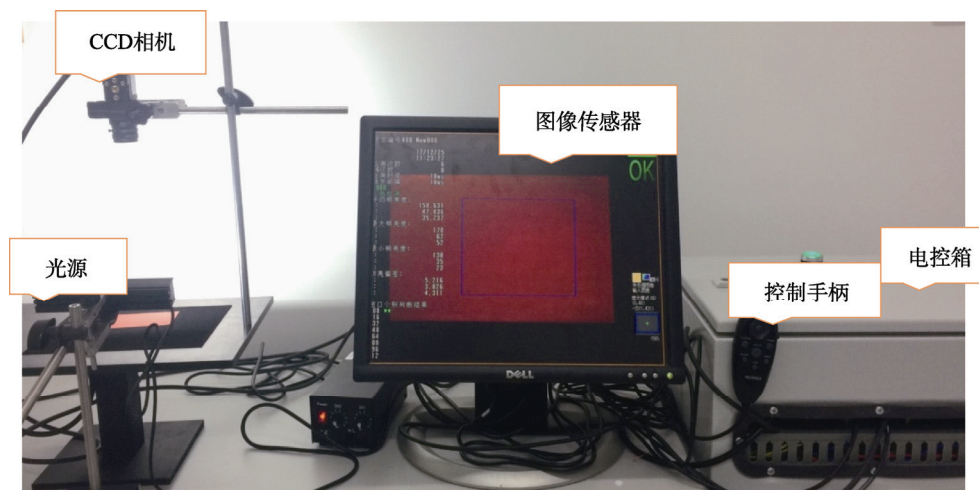


图 1 KENENCE 机器视觉系统
Fig.1 KENENCE machine vision system

1.2 方法

1) 实验条件。固定机器视觉系统中各器件间的几何参数及位置(CCD 像素比例为 4:3,工作距离为 180 mm,光源为低角度照明方式)^[12-13],所有内衬纸裁剪为规格一致(86 mm×54 mm)的长方形,相同颜色、类型的为一组,每组包含 5 种不同品牌内衬纸^[14]。

2) 内衬纸颜色、类型的测定方法。将机器视觉

系统采集到的内衬纸图像录入 Matlab R 2014b 系统中,通过 RGB 及 HSV 颜色空间分别测量各样品图像的 RGB, HSV 值^[15],各组取其平均值。

3) 光敏性测定方法。采用图像处理器中的 RGB 及 HSV 彩色检测方法,分别测定每组样品 R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)、H(色度)、S(饱和度)、V(明亮度)值作为光学反应参量,每张样品在相同实验条件下分别测定 3 次取平均值,光敏性大小为各组光学

反应参数的平均值,在 0~255(浓淡度)范围内输出。其工作流程见图 2。

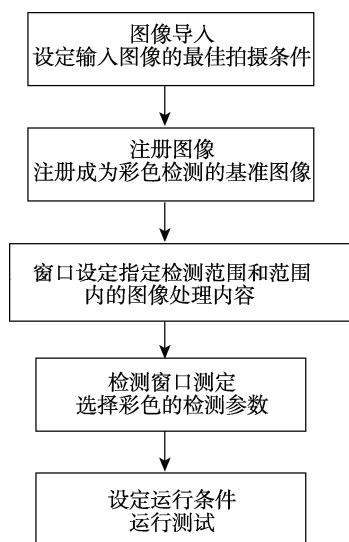


图 2 KEYENCE 机器视觉系统检测流程

Fig.2 Detection flow chart of KEYENCE machine vision system

1.3 统计方法

采用 SPSS Statistics 17.0 软件对各组样品的光学反应参量进行简单统计分析,并分别对各组检测指标进行单因素方差分析,在取得显著性分析结果后进行 Spearman 相关性分析^[16]。

2 结果与分析

2.1 不同颜色内衬纸的光敏性差异检测结果

对内衬纸的颜色及其光学反应参量进行测定,各组实验样品光敏性指标测试结果的平均值及标准偏差见表 1。由表 1 可看出各检测指标均在正常范围内波动,标准偏差也随着 R 、 G 、 B 值波动,其中 R 值:红色>浅金色>银色>金色; G 值:浅金色>银色>金色>红色; B 值:红色>浅金色>银色>金色。这可能是由于 R 、 G 、 B 值反映的分别是红色、绿色、蓝色在整个样品颜色中所占配比,各分量中,数值越小亮度越低,数值越大亮度越高,同时可能与材料本身对光的敏感程度存在一定关系。

表 1 不同颜色内衬纸的光敏性检测结果

Tab.1 Detection results of photosensitivity of liners in different colors

内衬纸颜色 (RGB)	R 值		G 值		B 值	
	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
银色 (87.16)	78.08	7.66	115.74	12.81	134.08	16.20
浅金色 (105.92)	112.48	3.60	135.98	11.85	94.08	14.06
金色 (75.6)	74.62	3.51	81.16	5.73	54.24	3.58
红色 (134.6)	141.12	8.30	36.56	6.02	24.02	3.90

为探究差异大小,采用 SPSS Statistics 17.0 软件对各检测指标进行单因素方差分析,结果见表 2—4。由组间显著性为 $0.000 < 0.01$,说明不同颜色内衬纸间

表 2 不同颜色内衬纸 R 值方差分析

Tab.2 Regression variance analysis of R value of liners in different colors

指标	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	14 806.565	3	4935.522	129.060	0.000
组内	611.872	16	38.242		
总数	15 418.437	19			

表 3 不同颜色内衬纸的 G 值方差分析

Tab.3 Regression variance analysis of G value of liners in different colors

指标	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	28 442.044	3	9480.681	101.427	0.000
组内	1495.564	16	93.473		
总数	29 937.608	19			

表 4 不同颜色内衬纸的 B 值方差分析

Tab.4 Regression variance analysis of B value of liners in different colors

指标	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	34 370.633	3	11456.878	93.796	0.000
组内	1954.356	16	122.147		
总数	36 324.989	19			

(组间)的 R 、 G 、 B 值均存在极显著差异,每种颜色内(组内)的 R 、 G 、 B 值均无显著性差异,即颜色对光敏性为极显著影响因素。

为了进一步确定不同颜色内衬纸间(组间)与 R 、 G 、 B 值的相关关系,进行 Spearman 相关性分析,结果见表 5。由表 5 中的相关系数可知,颜色与 G 、 B 值负相关但不显著,与 R 值的相关系数为 0.900 接近于 1,即颜色对 R 值的影响最大,且呈显著的正相关关系,因此将 R 值作为区分不同颜色内衬纸光敏性大小最具参考价值的依据。结合表 1 中 R 平均值及标准偏差可得不同颜色内衬纸光敏性强弱依次为:红色 (141.12 ± 8.30) > 浅金色 (112.48 ± 3.60) > 银色

(78.08±7.66) > 金色 (74.62±3.50)。

表 5 不同颜色内衬纸与 R, G, B 值的相关性分析
Tab.5 Correlation analysis of R, G, B value of liners in different colors

指标	R 值	G 值	B 值
相关系数	0.900**	-0.225	-0.338
显著性 Sig. (双侧)	0.000	0.340	0.091
样本数量 N	20	20	20

注：**在置信度（双侧）为 0.01 时，相关性是显著的

2.2 不同类型内衬纸的光敏性差异分析

对内衬纸的类型及其光学反应参量进行测定，各组实验样品光敏性指标测试结果的平均值及标准偏

差见表 6。由表 6 可得各检测指标均在正常范围内波动，标准偏差也随着 H, S, V 值波动，其中 H 值：真空镀铝转移型>普通转移型>镭射型>复合铝箔型>直镀型>压花复合铝箔型； S 值：普通转移型>镭射型>复合铝箔型>直镀铝箔型>真空镀铝转移型>压花复合铝箔型； V 值：压花复合铝箔型>普通转移型>直镀铝箔型>复合铝箔型>镭射型>真空镀铝转移型。这可能是由于 H 代表色调、色度，与样品颜色有直接的关系； S 是由于样品颜色的差异、光晕引起的颜色容许误差的参数，反映的是样品的饱和度、颜色的鲜艳度，饱和度越高，颜色越深而艳，间接地反映物体的颜色情况； V 是整体明亮度变动的容许误差的参数，反映的是样品的明亮度、显示颜色的浓淡度。

表 6 不同类型内衬纸的光敏性检测结果
Tab.6 Detection results of photosensitivity of liners in different types

内衬纸类型（HSV）	H 值		S 值		V 值	
	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
普通转移型（95.76）	126.66	37.15	110.96	6.40	143.14	17.04
真空镀铝转移型（65.54）	129.50	18.53	59.00	4.96	26.66	3.47
复合铝箔型（86.54）	115.26	42.89	103.94	11.15	92.76	8.05
压花复合铝箔型（104.98）	16.22	3.26	23.2	6.75	246.00	6.19
直镀铝箔型（53.44）	47.16	7.95	77.90	10.42	132.32	6.20
镭射型（78.86）	119.94	49.07	109.84	14.70	86.22	16.85

采用 SPSS Statistics 17.0 软件对各检测指标进行单因素方差分析（表 7—9）。结果显示，由组间显著性为 0.000<0.01，说明不同类型内衬纸间（组间）的 H, S, V 值均存在极显著差异，每种类型内（组内）的 H, S, V 值均无显著性差异，即类型对光敏性为极显著影响因素。

表 7 不同类型内衬纸的 H 值方差分析
Tab.7 Regression variance analysis of H value of liners in different types

类型	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	58406.098	5	11681.220	11.590	0.000
组内	24188.496	24	1007.854		
总数	82594.594	29			

表 8 不同类型内衬纸的 S 值方差分析
Tab.8 Regression variance analysis of S value of liners in different types

指标	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	30449.083	5	6089.817	65.163	0.000
组内	2242.936	24	93.456		
总数	32692.019	29			

表 9 不同类型内衬纸的 V 值方差分析
Tab.9 Regression variance analysis of V value of liners in different types

指标	平方和	自由度	均方	F 检验值	显著性
组间	135751.510	5	27150.302	223.636	0.000
组内	2913.692	24	121.404		
总数	138665.202	29			

为了进一步确定不同类型内衬纸分别与 H, S, V 间的关系，进行 Spearman 相关性分析，结果见表 10。由相关系数可知，类型与 H, S 值负相关但不显著，与 V 值的相关系数为 0.585 接近于 1，即类型对 V 值的影响最大，且呈显著的正相关关系，因此将 V 值作

表 10 不同类型内衬纸与 H, S, V 值的相关性分析
Tab.10 Correlation analysis of H, S, V value of liners in different types

指标	H 值	S 值	V 值
相关系数	-0.115	-0.008	0.585**
显著性 Sig. (双侧)	0.545	0.967	0.001
样本数量 N	30	30	30

注：**在置信度（双侧）为 0.01 时，相关性是显著的

为区分不同类型内衬纸光敏性大小最具参考价值的依据。结合表 6 中 V 平均值及标准偏差可得光敏性强弱依次为: 压花复合铝箔型 (246.00 ± 6.19) > 普通转移型 (143.14 ± 17.04) > 直镀铝箔型 (132.32 ± 6.20) > 复合铝箔型 (92.76 ± 8.05) > 镭射型 (86.22 ± 16.85) > 真空镀铝转移型 (26.66 ± 3.47)。

2.3 缺陷内衬纸的光敏性验证结果

为验证光敏性 R , V 能否作为判断缺陷内衬纸的依据, 现从样品库中选取 4 种颜色、6 种类型的缺陷内衬纸若干, 其缺陷状态包括内衬纸上染有与原色不同色的污点、破损以及褶皱。每组均有 5 种不同程度缺陷的内衬纸, 其中污点采用斑点检测^[17]选取污点面积分别为 104, 287, 406, 705, 1092 的缺陷内衬纸, 单位以像素数输出; 破损选取缺角或破洞, 破损形状分别为圆形、三角形、正方形、长方形以及不规则形状, 采用面积检测^[18]确认破损面积分别为 4, 8, 12, 16, 20 (像素数); 褶皱类型采用模型搜索选取与合格内衬纸的相似度分别为 95%, 90%, 85%, 80%, 75% 的褶皱内衬纸, 在确定各缺陷尺寸后按 1.2 节方法进行分析测试, 得到相应的 R , V 值, 每组缺陷样品分别测量 3 次, 求得平均值及标准偏差记录于表 11—12 内, 并与 2.1 节中的 4 种颜色、2.2 节中的 6 种类型内衬纸的光敏性范围进行比较。

表 11 不同颜色缺陷内衬纸 R 值测定结果

Tab.11 Results of R value determination of defective liners in different colors

内衬纸颜色	缺陷类型		
	有污点	破损	褶皱
银色	191.18±11.40	169.2±9.27	212.26±14.76
浅金色	71.98±3.36	67.58±4.18	132.88±11.47
金色	86.46±8.62	103.02±4.27	82.66±4.69
红色	119.9±7.40	93.1±3.41	105.18±3.34

表 12 不同类型缺陷内衬纸 V 值测定结果

Tab.12 Results of V value determination of defective liners in different types

内衬纸类型	缺陷类型		
	有污点	破损	褶皱
普通转移型	204.36±13.30	228.50±2.86	216.6±10.66
真空镀铝转移型	31.00±1.91	44.60±3.12	97.36±7.69
复合铝箔型	138.44±13.80	177.00±6.18	197.72±9.57
压花复合铝箔型	233.82±12.94	227.36±15.60	248.36±8.11
直镀铝箔型	173.90±10.16	163.82±6.59	164.22±13.16
镭射型	129.98±4.33	95.30±16.26	135.02±7.11

结果表明, 不同程度缺陷内衬纸的 R 值均不在合格内衬纸的范围内, 不同程度缺陷内衬纸的 V 值除压花复合铝箔型, 其他类型缺陷内衬纸的 V 值均不在合

格内衬纸的范围内。可能是因为对于 R 通道, 有污点、破损以及褶皱这些缺陷类型导致内衬纸在光源条件下都会发生颜色改变, 使得光学反应参量发生改变; 对于 V 通道, 这些缺陷类型则导致内衬纸在光源下的反射程度发生改变, 而正常压花复合铝箔型内衬纸的 V 值本身就高, 其缺陷差异也就不明显, 导致 V 值范围有重复。综上所述, 缺陷内衬纸的光敏性不在合格内衬纸的范围内, 颜色、类型等内衬纸自身条件的变化, 可引起光学反应参数的变化, 进而造成光敏性差异, 不同程度缺陷的内衬纸均可通过光学反应参数 R , V 进行剔除。

3 结语

不同颜色、类型的内衬纸对光敏性的影响程度是不同的。在实验范围内, 对不同颜色内衬纸的光敏性影响较大的参数是 R 值; 对不同类型内衬纸的光敏性影响较大的参数是 V 值。 R , V 值分别与内衬纸的颜色、类型呈显著正相关关系。

验证不同缺陷程度内衬纸的光敏性, 表明内衬纸的颜色、材质这些自身因素可造成光敏性差异, 采用光学参数 R , V 能作为卷烟内衬纸缺陷检测的依据。

实验的研究结果为提高卷烟包装的质量提供了新思路和新方法, 但是不同的卷烟生产企业在不同品牌卷烟中使用的内衬纸均不同, 在实际生产中, 卷烟企业可针对性地优化不同品牌卷烟内衬纸光敏性的大小, 以精确检测指标, 提高包装质量及其稳定性。

参考文献:

- [1] 王理珉, 魏杰, 胡群, 等. 卷烟包装材料的应用及发展趋势[J]. 中国包装工业, 2004(9): 36—41.
WANG Li-min, WEI Jie, HU Qun, et al. Application and Development Trend of Cigarette Packaging Materials[J]. China Packaging Industry, 2004(9): 36—41.
- [2] 龚修端, 李小东. 印刷品耐久性分析[J]. 包装工程, 2017, 38(3): 187—191.
GONG Xiu-duan, LI Xiao-dong. Durability Analysis of Printed Matter[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(3): 187—191.
- [3] RENEE W. Touching Tubs and Grabbing Gable-tops: an Editorial to the Special Issue on Human-packaging Interaction[J]. Packaging Technology and Science, 2016, 29(12): 603—606.
- [4] 刘润昌, 何雪峰, 陈婉, 等. 基于阻隔性的卷烟内衬材料应用性能研究[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 43—47.
LIU Run-chang, HE Xue-feng, CHEN Wan, et al. Application Performance of Cigarette Lining Materials Based on Barrier Properties[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(7): 43—47.

- [5] 王宝金, 徐勇, 陈朝春, 等. 食品包装纸铝复合内衬纸色偏差的影响因素研究[J]. 价值工程, 2017, 36(23): 155—157.
WANG Bao-jin, XU Yong, CHEN Chao-chun, et al. Effect of Factors on Paper Color Deviation of Aluminum Composite Liner in Food Packaging Paper[J]. Value Engineering, 2017, 36(23): 155—157.
- [6] 陈海需, 衡耀付, 李鲁阳, 等. 基于PLC的烟盒内衬纸缺陷检测系统[J]. 电子设计工程, 2017, 25(12): 57—59.
CHEN Hai-xu, HENG Yao-fu, LI Lu-yang, et al. PLC-based Detection System for Cigarette Liner Lining Paper Defects[J]. Electronic Design Engineering, 2017, 25(12): 57—59.
- [7] 陈宸, 杨国涛, 叶长文, 等. 不同类型烟用内衬纸的性能对比分析[J]. 中国造纸, 2016, 35(7): 70—74.
CHEN Chen, YANG Guo-tao, YE Chang-wen, et al. Comparative Analysis of Different Types of Cigarette Paper Lining Performance[J]. China Papermaking, 2016, 35(7): 70—74.
- [8] 牛国才. GDX2包装机烟包铝纸检测系统的开发与应用[C]// 中国烟草学会 2015 年度优秀论文汇编, 2015.
NIU Guo-cai. Development and Application of Cigarette Pack Aluminum Paper Inspection System for GDX2 Packaging Machine[C]// 2015 China Tobacco Institute 2015 Excellent Paper Compilation, 2015.
- [9] 谢定海, 单婧, 方细玲, 等. 不同类型内衬纸的结构对比[J]. 科技视界, 2015(7): 267.
XIE Ding-hai, SHAN Jing, FANG Xi-ling, et al. Structure Comparison of Different Types of Liner Paper[J]. Science and Technology of Horizon, 2015(7): 267.
- [10] MARTINEZ S S, ORTEGA J G, GARCIA J G, et al. A Machine Vision System for Defect Characterization on Transparent Parts with Non-plane Surfaces[J]. Machine Vision & Applications, 2012, 23(1): 1—13.
- [11] 黄跃永, 金鑫, 王德胜, 等. 基于工业触摸屏的烟包外观质量检测系统设计[J]. 科技视界, 2015(26): 326—327.
HUANG Yue-yong, JIN Xin, WANG De-sheng, et al. Design of Smoke Detection System Based on Industrial Touch Screen[J]. Science and Technology of Vision, 2015(26): 326—327.
- [12] 李朝栋. 电视监控 CCD 摄像机与镜头的选用及配合[C]// 99 全国建筑电气设计情报网年会, 1999.
LI Chao-dong. TV Monitoring CCD Camera and Lens Selection and Cooperation[C]// 99 National Building Electrical Design Information Network Annual Meeting, 1999.
- [13] ELANGO V, KARUNAMOORTHY L. Effect of Lighting Conditions in the Study of Surface Roughness by Machine Vision-An Experimental Design Approach[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2008, 37(1/2): 92—103.
- [14] 李晓, 郑力文, 何超, 等. 基于计算机视觉技术的梗丝形态表征方法[J]. 烟草科技, 2016, 49(7): 84—90.
LI Xiao, ZHENG Li-wen, HE Chao, et al. Based on Computer Vision Technology, the Method of Morphological Representation of Stem stalks[J]. Tobacco Science and Technology, 2016, 49(7): 84—90.
- [15] 陈毅, 刘晓玉, 蒋峥, 等. 基于 RGB 和 HSV 的胶囊异囊缺陷识别方法[J]. 计算机工程与设计, 2014, 35(11): 3888—3892.
CHEN Yi, LIU Xiao-yu, JIANG Zheng, et al. An Identification Method for Capsule Foreign Body Defect Based on RGB and HSV[J]. Computer Engineering and Design, 2014, 35(11): 3888—3892.
- [16] 邵宁, 徐秀峰, 万永华, 等. 卷烟烟丝结构分布及其与物理质量的关系[J]. 南方农业学报, 2017, 48(5): 883—888.
SHAO Ning, XU Xiu-feng, WAN Yong-hua, et al. Cut Tobacco Structure Distribution and Its Relation with Physical Quality[J]. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(5): 883—888.
- [17] 史媛芳, 江治国. 几种斑点检测算法及其性能比较[J]. 科技信息, 2012(35): 91—92.
SHI Yuan-fang, JIANG Zhi-guo. Some Speckle Detection Algorithms and Their Performance Comparison[J]. Science, 2012(35): 91—92.
- [18] 刘汉, 宋鹏云, 常韶飞, 等. 模式识别+阈值处理图像快速二值化[C]// 动力学与控制学术会议, 2016.
LIU Han, SONG Peng-yun, CHANG Shao-fei, et al. Fast Binarization of Pattern Recognition+Threshold Processing[C]// Theory of Dynamics and Control, 2016.