

基于机器视觉的商品条码质量检测方法

张志刚, 黄军勤

(西安理工大学, 西安 710048)

摘要: **目的** 针对 EAN-13 商品条码, 运用机器视觉技术进行商品条码质量检测, 实现一体化、自动化、智能化检验。**方法** 根据检测要求, 设计商品条码图像采集装置, 通过系统标定完成初始化。条码检测时, 采集待测条码图像, 进行畸变矫正; 通过边缘检测、形态处理和轮廓匹配, 找到条码准确位置, 分割出条码图像区域, 对其旋转校正, 分为条码区域和数字区域; 对条码区域, 水平采样获取反射曲线, 计算光学特性参数和译码数据, 通过几何特征分析, 结合标定参数, 计算出相关结构参数; 对数字区域, 通过字符分割、模版匹配, 完成字符识别; 最后, 通过对比分析, 获取全部检测数据。**结果** 分别采用该方法和传统方法, 对 100 个 EAN-13 条码样本进行了检测对比, 试验表明该方法的检验结果符合国家标准, 检测数据准确可靠; 该方法操作快捷, 精度更高, 检测速度大幅提高。**结论** 文中方法实现了商品条码质量检测的一体化、自动化、智能化处理, 显著提高了检验水平和工作效率。

关键词: 商品条码; 质量检测; 机器视觉; 条码检测

中图分类号: TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)09-0154-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.09.025

Quality Detection Method of Commodity Bar Code Based on Machine Vision

ZHANG Zhi-gang, HUANG Jun-qin

(Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT: The paper aims to apply machine vision technology to detect the quality of commercial bar code to achieve integration, automation, intelligent inspection of EAN-13 commercial bar code. According to the requirements of detection, the acquisition device of commercial bar code image was designed and initialized by system calibration. For detecting bar code, its image was collected; the distortion was corrected soon afterwards. By edge detection, shape processing and contour matching, the exact position of bar code was found; the bar code image region was segmented, rotated and corrected, which was divided into bar code area and numeric area. For bar code area, the reflection curve was obtained by horizontal sampling; and the optical characteristic parameters and decoding data were calculated. Structural parameters were calculated combining the calibration parameters by analyzing the geometric characteristics and combining the calibration parameters. For numeric area, numerical recognition was accomplished by character segmentation and template matching. Finally, all detection data were obtained by comparison and analysis. 100 EAN-13 bar code samples were detected by this method and the traditional method respectively. Experiments showed that the test results of this method were in full compliance with national standard. The detection data were accurate and reliable. The method of this paper was operated quickly, the accuracy was higher, and the detection speed was greatly improved. In this paper, a new detection method is proposed, which realizes the integration, automation and intelligent processing of commercial bar code quality detection, and improves

收稿日期: 2019-01-30

基金项目: 2017 年陕西省重点研发计划 (2017GY-036)

作者简介: 张志刚 (1970—), 男, 硕士, 西安理工大学副教授、硕导, 主要研究方向为视觉检测与智能信息处理。

the inspection level and work efficiency significantly.

KEY WORDS: commercial bar code; quality detection; machine vision; bar code detection

随着商品经济飞速发展,商品条码作为商品的唯一标识,在商品贸易、物流、销售结算中发挥着重要的作用。我国于 2008 年颁布了《商品条码 零售商品编码与条码表示》(GB 12904—2008),规范了商品条码的设计和使用,同时颁布了《商品条码 条码符号印制质量的检测》(GB/T 18348—2008),制定了商品条码印制质量的检测方法和标准,由国内各级条码检测机构进行检验和管理。

有一些企业对商品条码印刷质量重视不够,这使得市场上出现了很多商品条码质量不合格的情况,严重扰乱了整个产品供应链,给物流和结算造成了极大影响^[1],因此,对商品条码质量的检测和监督管理显得尤为重要。

目前,国内条码检测机构对商品条码质量的检测,主要采用专用条码检验仪器,结合人工检测相结合的方式。这种检测方法存在检测环节多、操作复杂、速度慢等缺点。文中提出一种新型的检测方法,将机器视觉技术应用到商品条码质量检验中,通过对待测条码图像的分析计算,获取到全部检测数据,解决现有检测技术存在的问题。

1 商品条码质量检测现状

1.1 商品条码质量检测规范

目前,我国以 GB/T 18348—2008 作为商品条码质量检测的标准和依据,采用“综合分级法”(美标方法)进行检验^[2],检测项包括以下 3 种。

1) 结构尺寸参数。反映了条码设计的结构和尺寸,包括:Z 尺寸、条高、条宽、空白区宽度(左、右)。

2) 光学特性参数。反映了条码的印刷质量,包括:最低/高反射率、符号反差、最小边缘反差、调制比、缺陷度、可译码度。

3) 其他参数。包括:参考译码、印刷位置。

标准对各个检测项的定义、等级划分、结论判定作了明确的定义^[3]。

1.2 商品条码质量检测方法

条码检测仪专门用于条码质量检测,常见的有 C42A, JY-3C, Axicon PC-7000 等。这类仪器由光电扫描器、辅助测长装置和计算机等组成,仪器发出光束照射条码,条码的反射光进入光电转换器,转换为电信号,根据电信号的强弱计算出各项检测数据^[4],检测项有:译码数据、最低反射率、符号反差、最小边缘反差、调制比、缺陷度、可译码度、空白区域宽度、

Z 尺寸(放大系数)等^[5],其余检测项需要通过人工操作完成。仪器对环境温度、湿度有特定要求,需要定期校准维护。

目前,国内条码检验机构在条码质量检测中,主要采用条码检验仪器结合人工检测的方式,存在检测环节多,操作复杂,检测速度慢,仪器、环境维护困难等问题。

2 基于机器视觉的商品条码质量检测方案

2.1 机器视觉检测技术

机器视觉检测是通过获取目标事物的数字图像,利用计算机对图像进行识别和理解,实现测量和判断的技术^[6],是机人工智能的一个分支。机器视觉具有非接触、速度快、精度高等优点,在各类检测领域有着广泛的应用^[7—13]。

近年来,机器视觉检测技术也开始进入条码检测领域,主要用于条码印刷过程的缺陷检测^[14—15]。文献[16]采用机器视觉技术对商品条码质量的部分检测项进行了检测,取得了较好的效果。

2.2 基于机器视觉的商品条码质量检测系统组成

将机器视觉应用到商品条码质量检测中,提出了一种新型检测方法,系统组成见图 1。

系统由条码图像采集装置和图像分析计算模块组成,检测机制:采集待测条码图像,将图像传输至计算机,由图像分析计算模块(软件)进行处理,通过图像处理和分析计算,最终获取全部检测数据,完成条码质量检验。

2.3 条码图像采集装置

条码图像采集装置的作用是采集商品条码样品(包装盒/袋)的图像,包括相机、光源、样品夹具等。为避免外界光线干扰,装置为密闭箱体结构,下方设有矩形采集窗口,大小为 100 mm×80 mm,可满足常规条码检测需求;内置 LED 光源,选用工业相机(MER-200, 1628×1236),采集图像通过 RJ45 接口接至计算机。

2.4 图像分析计算模块

图像分析计算模块是整个系统的核心,以软件形式运行,包括系统标定和条码检测等 2 个功能模块。

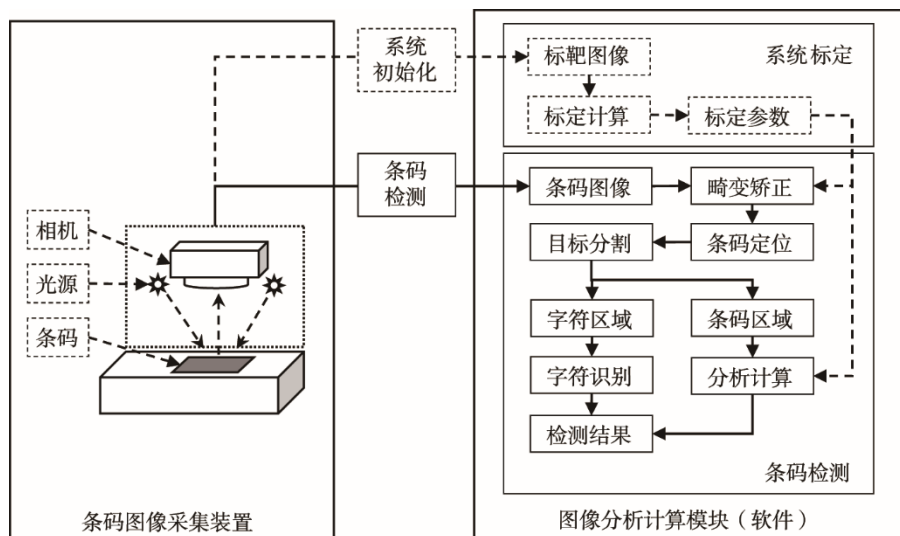


图1 基于机器视觉的商品条码质量检测系统组成

Fig.1 System component of bar code quality detection system based on machine vision

1)系统标定。主要作用是通过标定计算,获取系统参数,为条码检测提供依据。条码图像采集装置制作完成后,需要进行系统标定(初始化),方可用于条码检测,只需做一次即可。

2)条码检测。用于进行商品条码的正常检测,对接收的条码图像,进行畸变矫正、条码定位、目标分割,分割为条码区域和数字区域;对条码区域提取反射率曲线,分析计算获取相关检测数据;对数字区域进行字符识别,最后通过分析对比,可获取全部检测数据,输出检测结果。

3 条码质量检测过程

3.1 系统初始化

系统标定是实现视觉测量的基础,目的是获取系统内外参数^[17-19]。对检测精度要求较高时,需要借助几何尺寸已知的靶标图像,获取图像尺寸与真实尺寸之间的对应关系,为后续计算提供依据。

采用张正友标定法^[20],定标图像为棋盘格(7×7),每格尺寸为8 mm×8 mm(见图2)。采集标

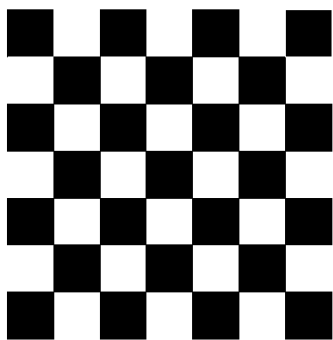


图2 定标图像

Fig.2 Calibration image

靶图像,通过 Harris 点检测,获知图像中棋盘格各角点坐标,结合真实几何尺寸,可构建误差模型,计算转换当量。在条码检测时,可依据误差分布模型进行畸变矫正,根据转换当量计算真实尺寸数值。对标靶图像进行多角度采集,通过线性插值,可有效提高标定精度。系统标定完成后,保存相关参数,在条码检测时直接调用。

3.2 条码图像采集

本系统能够检测印制在纸质、塑料、布料等材质的包装袋、包装盒、标签等表面上的商品条码。将条码区域裁剪下来,将其展平置于样本卡槽上,启动图像分析计算软件,即可采集图像。图3为样本图像。

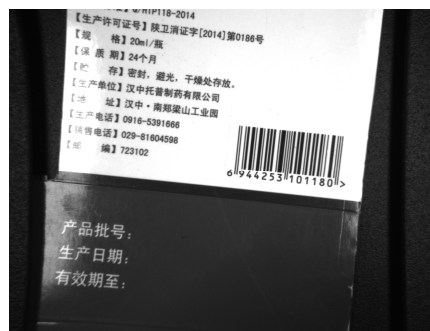


图3 样本图像

Fig.3 Sample image

3.3 条码质量检测

条码质量检测是核心任务,由图像分析计算模块的条码检测部分完成。主要步骤如下所述。

1)畸变矫正。由于制造工艺原因,相机镜头或多或少会存在误差,从而造成图像畸变。利用系统标定测得的误差模型,采用双线性内插法进行误差修正,对条码图像进行畸变矫正,以提高检测精度。

2) 条码定位, 目的是从样本图像中找到条码的准确位置。目前, 有许多一维条码检测和定位方法^[21-25]。样本图像包含有条码和背景, 分析发现条码区域呈现明显的密集纹理, 采用形态学处理和轮廓跟踪的方法进行条码定位, 检测到条码的大致区域, 对该区域利用 Hough 直线检测, 得到条码边缘直线族, 根据其倾斜角度, 通过仿射变换、双线性插值, 完成旋转校正。至此, 可得到端正的条码区域图像 (见图 4)。



图4 条码定位
Fig.4 Bar code location

3) 区域分割, 对条码区域图像边缘图, 分别计算水平投影和垂直投影, 根据极值边界, 很容易将其分为条码区域和数字区域 (见图 5、图 6)。接下来, 分别对条码区域和数字区域进行分析处理, 可获得相应的检测数据。



图5 条码区域
Fig.5 Bar code area

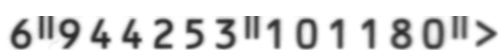


图6 数字区域
Fig.6 numeric area

4) 条码区域分析计算。光学特性参数计算, 对条码区域在 10%~90% 高度范围内, 均匀选取 10 条水平扫描线, 这些扫描线即为反射率曲线, 反映了条码的光学特性。扫描线由各点灰度值构成, 可视其为反射率 (见图 7), 对其进行“条”、“空”分割定位, 提取极值点, 按照各检测项定义, 经分析计算可测得: 最低/高反射率、符号反差、最小边缘反差、调制比、缺陷度、可译码度等数值, 对照国家标准, 可计算出各个单项等级 (0~4 级)。为测得译码数据, 需要对扫描线进行译码, 将其解析为对应的字符信息。采用相似边距离法, 通过对相邻元素之间相似边距离来判别其逻辑值, 对照字符集规则进行译码, 最终得到对应的数字, 即译码数据。对 10 条扫描线分别处理, 可获得 10 组数据, 取均值作为各单项检测数值和等级。结构尺寸参数计算, 条码结构尺寸参数包括:

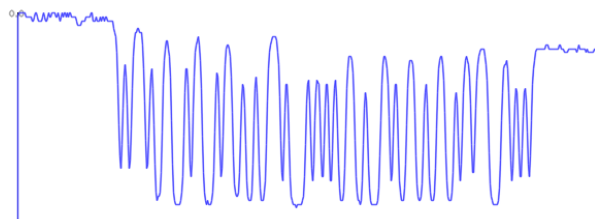


图7 条码反射率曲线
Fig.7 Reflectivity curve of barcode

Z 尺寸、条高、条宽、左右空白区宽度等。对条码区域, 根据垂直投影极值边界, 可测得条宽 W_1 , 根据水平投影极值边界可得条高 H_1 , 此时 W_1 和 H_1 为图像尺寸 (像素值), 根据定标的转换当量, 可计算得到条宽和条高的物理尺寸 (W_2 和 H_2 , 单位为 mm)。遵照国家标准, EAN-13 条码包含有 95 个单元, 根据条宽 W_2 很容易算出每个单元的宽度, 即 Z 尺寸的数值。为测得左右空白区宽度, 需将条码区域进行横向扩充, 具体做法: 对原始样本图像在条码区域位置, 以条高为区间, 分别向两侧延伸截取图像, 做垂直投影, 以条码左边界为起点, 向左扫描, 寻找极值点, 可测得左空白区宽度; 同理, 以条码右边界为起点, 向右扫描, 寻找极值点, 可测得右空白区宽度。

5) 数字区域分析处理。对数字区域, 需测得“供人识别字符”, 即条码下方的 13 位数字, 它应当与条码的译码字符一致。为此, 需要对图像进行字符识别。供人识别字符是 0~9 等 10 个数字, 采用标准字体 (OCR-B 字符), 因此, 采用模板匹配法进行数字识别, 首先制作 0~9 共 10 个 ORC-B 字体数字, 保存为 30×30 图像, 作为模板; 对数字区域, 根据垂直投影特征, 分割成若干个独立小块, 剔除其中由起始符、分隔符、终止符、其他符号产生的干扰块, 得到 13 个数字图像块; 采用最近邻点差值法, 将小块归一化为 30×30; 采用全局匹配法, 与 10 个模板逐个比较, 相似度最高者即为识别结果, 可测得供人识别字符。

3.4 形成检测结论

经过上述处理, 可测得最低/高反射率、符号反差、最小边缘反差、调制比、缺陷度、可译码度、译码数据、Z 尺寸、条高、条宽、左右空白区宽度、供人识别字符检等数据; 将译码数据与供人识别字符进行比较, 可得“符号一致性”检测结果, 根据光学特性参数等级, 可计算出“符号等级”数值。此外, 将检测数据与条码数据库进行检索比对, 可获得“商品代码有效性”、“编码唯一性”的检测结果。

GBT 18348—2008 对符号等级、译码数据、左右空白区宽度、Z 尺寸、条高、条宽、符号一致性、商品代码有效性、编码唯一性等检测项, 制定了对应的技术要求, 与检测数值对比, 可得各单项判定结果;

根据各单项的重要性,设定不同权重,进行综合判定,可形成最终的检测结论。这些工作可由系统自动完成,从而实现自动化、智能化检测处理。

4 实验结果

采集了 100 个条码样本,包括食品、药品、书籍、文具等商品包装盒/袋,印制在纸张、塑料、覆膜等材质上的 EAN-13 码。采用文中方法,均顺利完成了检测,获取到了全部检测数据。为验证和对比,还采用

传统检测方法(C42 条码检测仪+人工检测)进行检测,检测结果见表 1。

从表 1 可知,文中方法能够完成检测,符合国家标准要求,检测结果正确、可靠;操作简便,检测过程一键完成,检测速度提高约 60 倍,检测效率大幅提高。

部分样本的检测数据见表 2 和 3,对比文中方法与传统方法,二者各项检测数据非常接近,略有差异,单项等级和判定结果完全一致,说明文中方法检测数据准确可靠,达到了检测要求。

表 1 检测结果对比
Tab.1 Comparison of test results

方法	样本总数	完成检测样本数	检测合格样本数	检测不合格样本数	检测结论对比	平均检测用时/s
传统方法	100	100	81	19	一致	900
文中方法	100	100	81	19	一致	15

表 2 部分样本光学参数检测数据对比
Tab.2 Comparison of partial sample optical parameter detection data

样本	方法	最低/高反射率		符号反差		最小边缘反差		调制比		缺陷度		可译码度	
		数值	等级	数值	等级	数值	等级	数值	等级	数值	等级	数值	等级
样本1	文中方法	0.048	4	78	4	57	4	0.73	4	0.04	4	0.81	4
	传统方法	0.050	4	79	4	59	4	0.75	4	0.04	4	0.80	4
样本2	文中方法	0.135	4	78	4	67	4	0.60	3	0.20	2	0.65	4
	传统方法	0.120	4	80	4	66	4	0.63	3	0.22	2	0.64	4
样本3	文中方法	0.058	4	70	4	53	4	0.72	4	0.03	4	0.73	4
	传统方法	0.070	4	72	4	54	4	0.75	4	0.04	4	0.72	4

表 3 部分样结构尺寸参数检测数据对比
Tab.3 Comparison of partial sample structure size parameter detection data

样本	方法	符号等级		译码数据		左侧空白区 宽度/mm		右侧空白 宽度/mm		Z尺寸/mm		条高	
		数值	判定	数值	判定	数值	判定	数值	判定	数值	判定	数值	判定
样本1	文中方法	4	+	正确	+	4.58	+	4.56	+	0.304	+	11.72	-
	传统方法	4	+	正确	+	4.5	+	4.5	+	0.299	+	11.8	-
样本2	文中方法	3.5	+	正确	+	3.26	-	2.27	-	0.336	+	22.56	+
	传统方法	3.5	+	正确	+	3.3	-	2.2	-	0.331	+	22.5	+
样本3	文中方法	4	+	正确	+	4.67	+	4.42	+	0.252	-	17.38	-
	传统方法	4	+	正确	+	4.6	+	4.4	+	0.251	-	17.5	-

注:“+”表示合格,“-”表示不合格

此外,对同一样本按不同角度摆放,进行多次检测,检测数据高度一致,稳定性好。

5 结语

将机器视觉技术应用到商品条码质量检测中,提出了一种新型检测方法,实现了一体化、自动化、智能化检测。与传统检测方法相比,具有以下优点。

1)检测速度快。整个检测过程一键处理,操作简便,检测速度得到大幅提高(约 60 倍)。

2)检测数据精度高。祛除了人工检测环节,避免了人为误差,检测精度更高,数据一致性更好。

3)智能化处理。可根据国家标准和检测规范,自动完成分析比对,形成检测结论,生成检验报告,实现自动化、智能化检测流程。

实验证明,文中方法符合国家标准,检测数据准

确,速度快,性能优异,有效地提高了商品条码质量检测水平和工作效率。

参考文献:

- [1] 李永毅. 用标准化提升商品条码印刷质量[J]. 条码与信息系统, 2018(1): 41—42.
LI Yong-yi. Using Standardization to Improve the Quality of Commercial Barcode Printing[J]. Bar Code & Information System, 2018(1): 41—42.
- [2] 徐万成. 条码质量检测方法[J]. 上海计量测试, 2012, 39(2): 21—23.
XU Wan-cheng. Bar Code Quality Detection Method[J]. Shanghai Measurement and Testing, 2012, 39(2): 21—23.
- [3] GB/T 18348—2008, 商品条码 条码符号印制质量的检测[S].
GB/T 18348—2008, China Technical Committee on Standardization of Logistics Information Management[S].
- [4] 魏宋杨. 条码检测仪在条码质量检测中的应用[J]. 中国测试, 2011, 37(6): 38—40.
WEI Song-yang. Application of Bar Code Verifier in Testing Bar Code Quality[J]. China Measurement & Test, 2011, 37(6): 38—40.
- [5] 张欣. 条码检测仪在条码质量检测中的运用研究[J]. 中国标准化, 2018, 524(12): 198—200.
ZHANG Xin. Application of Bar Code Verifier in Testing Bar Code Quality[J]. China Standardization, 2018, 524(12): 198—200.
- [6] 陈露, 程红, 秦帅, 等. 基于机器视觉的红酒灌装品质检测[J]. 包装工程, 2017, 38(9): 146—150.
CHEN Lu, CHENG Hong, QIN Shuai, et al. Filling Quality Detection of Wine Base on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(9): 146—150.
- [7] 蔡晓军. 基于嵌入式机器视觉的多瓶口缺陷检测系统设计[J]. 包装工程, 2018, 39(23): 164—169.
CAI Xiao-jun. Design of Detection System for Multiple Bottle Mouth Defects Based on Embedded Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(23): 164—169.
- [8] 李姿景. 基于机器视觉的药品包装生产线自动检测系统[J]. 包装工程, 2018, 39(17): 165—169.
LI Zi-jing. Automatic Detection System for Drug Packaging Line Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(17): 165—169.
- [9] 张军, 张海云, 赵玉刚, 等. 基于机器视觉的瓷砖裂纹检测[J]. 包装工程, 2018, 39(9): 146—150.
ZHANG Jun, ZHANG Hai-yun, ZHAO Yu-gang, et al. Rack Detection of Ceramic Tiles Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(9): 146—150.
- [10] 罗时光. 基于机器视觉的玻璃瓶口缺陷检测方法[J]. 包装工程, 2018, 39(3): 183—187.
LUO Shi-guang. Glass-bottle Defect Detection Method Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(3): 183—187.
- [11] 杨仁民, 郑洲, 陈斌, 等. 基于机器视觉的零件特征尺寸提取算法[J]. 包装工程, 2017, 38(9): 151—156.
YANG Ren-min, ZHENG Zhou, CHEN Bin, et al. Extraction Algorithm of Part Feature Sizes Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(9): 151—156.
- [12] 陈慧丽, 李继伟. 基于机器视觉的方便面包装品质检测系统设计[J]. 包装工程, 2017, 38(13): 159—163.
CHEN Hui-li, LI Ji-wei. Detection System Design of Instant Noodle Packaging Quality Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(13): 159—163.
- [13] 黄彦相, 王永强, 许增朴, 等. 基于机器视觉的扬声器分层装箱在线检测方法[J]. 包装工程, 2015, 36(21): 84—88.
HUANG Yan-xiang, WANG Yong-qiang, XU Zeng-pu, et al. An Online Measurement Method for Loudspeaker Layered Packaging Based on Machine Vision[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(21): 84—88.
- [14] 李博, 李仕奇, 谭振豪. 基于机器视觉的封印产品防伪条码在线检测系统[J]. 制造业自动化, 2013, 35(13): 62—64.
LI Bo, LI Shi-qi, TAN Zhen-hao. Online Inspection System for Scanning Barcodes Based on Machine Vision[J]. Manufacturing Automation, 2013, 35(13): 62—64.
- [15] 严小红. 计算机视觉在条形码缺陷检测中的应用[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2017, 38(1): 109—112.
YAN Xiao-hong. Application of Computer Vision in Defect Bar Code Detection[J]. Journal of Huaqiao University(Natural Science), 2017, 38(1): 109—112.
- [16] 田敏, 刘全香. 包装印刷品条码质量检测方法[J]. 包装工程, 2017, 38(17): 194—199.
TIAN Min, LIU Quan-xiang. Detection Method for Barcode Quality of Package Printed Matter[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(17): 194—199.
- [17] 许勇, 郭鹏宇, 龙古灿. 摄像机全自动标定方法研究[J]. 光学学报, 2013, 33(6): 131—141.
XU Yong, GUO Peng-yu, LONG Gu-can. Research on Full Automatic camera Calibration Method[J]. Acta Optica Sinica, 2013, 33(6): 131—141.
- [18] 米雪, 苏健民. 稳定标定精确的摄像机方法[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(16): 190—193.
MI Xue, SU Jian-min. Stable and Accurate Method for Camera Calibration[J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(16): 190—193.
- [19] 王靖韬, 侯振杰. 传统相机标定方式的自动标定方法[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(35): 205—208.
WANG Jing-tao, HOU Zhen-jie. Camera Self-calibration Method Based on Traditional Calibration Method[J]. Computer Engineering and Applications, 2010, 46(35): 205—208.

- [20] ZHANG Z. A Flexible New Technique for Camera Calibration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(11): 1330—1334.
- [21] 官燕燕, 叶义成. 镭射卡纸条形码印刷质量问题研究[J]. 包装工程, 2014, 35(19): 135—138.
GUAN Yan-yan, YE Yi-cheng. Analysis of the Bar Code Printing Quality Instability of Laser Paper[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(19): 135—138.
- [22] 翁迅, 孙壮志. 基于形态学处理算法的条烟复核技术[J]. 烟草科技, 2015, 48(9): 88—93.
WENG Xun, SUN Zhuang-zhi. Cigarette Carton Check System Based on Morphological Processing Algorithm [J]. Tobacco Science & Technology, 2015, 48(9): 88—93.
- [23] 高庆吉, 李永胜, 罗其俊. 基于改进粒子群算法的行李条码阅读器布局优化[J]. 计算机应用, 2016, 36(1): 128—132.
GAO Qing-ji, LI Yong-sheng, LUO Qi-jun. Optimization of Baggage Tag Reader Layout Based on Improved Particle Swarm Optimization[J]. Journal of Computer Applications, 2016, 36(1): 128—132.
- [24] 谢广昊, 刘士兴, 朱妍. 基于间距匹配的物流条码定位算法[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2018, 41(10): 1372—1376.
XIE Guang-hao, LIU Shi-xing, ZHU Yan. Logistic Barcode Location Based on Spacing Matching[J]. Journal of Hefei University of Technology(Natural Science), 2018, 41(10): 1372—1376.
- [25] 王霞玲, 吕岳, 文颖. 复杂背景和非均匀光照环境下的条码自动定位和识别[J]. 智能系统学报, 2010, 5(1): 35—40.
WANG Xia-ling, LYU Yue, WEN Ying. Automatic Location and Recognition of Barcodes on Objects with Complex Background and Non-uniform lighting[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2010, 5(1): 35—40.