

基于图像处理的柔性材料自适应纠偏系统设计

周继彦, 余正泓

(广东省科技干部学院, 珠海 519090)

摘要: **目的** 为了解决印刷包装过程中柔性材料容易跑偏的问题, 基于图像处理结合模糊 PID 控制提出一种自适应纠偏控制系统。**方法** 介绍纠偏系统工作原理, 利用传感器检测包装材料边缘, 经图像处理、分析后得到偏差量, 利用纠偏算法生成相应驱动信号, 实现对纠偏机构的控制。为了实现包装材料边缘识别, 提出一种图像处理算法, 包括图像预处理、边缘识别等。同时基于模糊 PID 原理设计一种纠偏控制器, 通过模糊规则实现 PID 控制参数的自适应调节。最后搭建纠偏控制系统, 并进行相关实验。**结果** 系统偏差可控制在 1 mm 以内, 控制精度高, 稳态性能比较理想。**结论** 设计的纠偏系统可满足印刷包装对柔性材料运行精度的要求。

关键词: 图像处理; 纠偏; 模糊 PID 控制; 柔性材料

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)13-0189-06

Design of Adaptive Rectification System of Flexible Material Based on Image Processing

ZHOU Ji-yan, YU Zheng-hong

(Guangdong Institute of Science and Technology, Zhuhai 519090, China)

ABSTRACT: The work aims to propose an adaptive rectification control system based on image processing and fuzzy PID control, in order to solve the problem of flexible material deviation in the process of package printing. The working principle of this rectification system was introduced and the packaging material edge was detected by the sensor. The deviation value was obtained by image processing and analysis. Then, the corresponding driving signals were generated based on the rectification algorithm to control the rectification mechanism. An image processing algorithm, including image preprocessing and edge recognition, was put forward for edge recognition of packaging material. Meanwhile, a rectification control system was designed based on the fuzzy PID principle. The adaptive adjustment of PID parameters was realized on the basis of fuzzy rules. Finally, the rectification control system was set up and the related experiments were carried out. System deviations could be controlled within 1 mm with high control accuracy and more ideal steady-state performance. The rectification system designed can meet the requirements of operation accuracy on flexible materials mainly used in package printing.

KEY WORDS: image processing, rectification, fuzzy PID control, flexible material

纠偏自动控制装置可用于确保卷边整齐, 目前在印染、纺织、薄膜、造纸、印刷包装等行业的应用比较广泛^[1-2]。特别是包装印刷生产线, 由于其运转速度较高、整机运转速度不稳定、生产线延伸以及柔性包装材料本身特性的影响, 往往容易出现“跑偏”现

象。“跑偏”问题会在很大程度上影响包装材料收放的整齐性, 进而导致包装产品质量下降^[3-6]。为解决此问题, 亟需一种高效、精准的纠偏控制装置实现传过程中柔性包装材料水平位置的在线检测和纠正, 以提高包装、印刷等行业的自动化水平^[7-8]。

收稿日期: 2017-01-04

基金项目: 2016 年广东省自然科学基金博士科研启动基金(2016A030310306); 2016 年珠海市先进装备制造与材料成型技术重点实验室重点基金(201601A); 2016 年广东省高等职业教育特色专业计划基金(2016GZPP055)

作者简介: 周继彦 (1978—), 女, 硕士, 广东省科技干部学院讲师, 主要研究方向为计算机科学、通信技术。

传统纠偏装置大多利用光电传感技术检测包装材料上色标,但是在检测过程中容易出现信号盲区,导致检测精度不高^[9]。相对而言,机器视觉具有信息量大、速度快、功能丰富等特点,可以弥补光电传感技术的不足。所谓机器视觉是指利用计算机模拟人眼视觉,通过图像处理获取相关信息并进行处理,以实现检测、测量、判断等^[10-11]。目前,已有一些研究将机器视觉、图像处理应用到纠偏控制中。王保升、左健民等^[12]基于数字图像处理解决了卷筒包装材料的跑偏问题,同时详细介绍了图像在线采集和处理方法。阎龙、江伟等^[13]以布带跑偏为研究对象,利用线阵 CCD 图像传感器设计了一种纠偏控制系统,并介绍了模糊 PID 控制策略。陆兵、束梅玲等^[14]针对软包装带材容易跑偏的问题,基于机器视觉设计了一种自动测量和纠偏系统,利用图像处理技术解决了带材自动测量问题同时利用模糊 PID 进行纠偏控制,实验效果比较理想。文中在现有研究的基础上,基于图像处理提出一种柔性包装材料纠偏方法,阐述图像处理办法,并基于模糊 PID 控制方法设计纠偏控制器,通过实验验证所述方法的可行性和有效性。

1 纠偏原理介绍

纠偏控制系统工作原理见图 1,利用检测传感器获取包装材料的边缘,通过图像处理、模数转换后,将实际位置传送到纠偏控制器。控制器通过比较设定位置与实际位置,得到包装材料位置偏移量。该偏移量由纠偏算法处理后可转换为相应驱动信号,并将该驱动信号传输至电动执行器。电动执行器根据信号大小驱动纠偏机构动作,以确保包装材料恢复到设定位置。

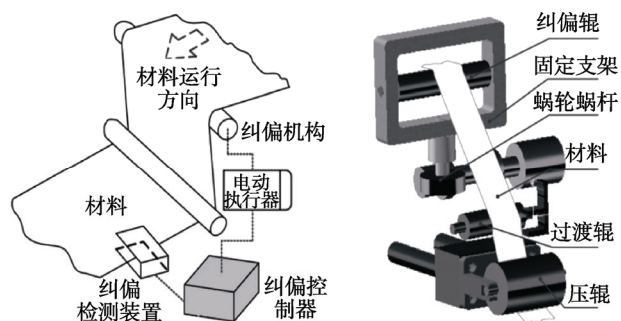


图 1 纠偏示意

Fig.1 The schematic of rectifying

如果包装过程中带材出现跑偏,纠偏辊应绕固定支架旋转一定角度,从而在带材和辊子之间产生横向摩擦力。该摩擦力垂直于带材运动方向,可使其重新回到设定位置。由上述分析可知,决定纠偏控制系统精度的主要因素在于传感器检测精度,即偏移量是否准确;电动执行器响应速度,即带材恢复到设定位置

所需要时间。综上所述,只有传感器检测准确,电动执行器响应迅速,定位精准,控制算法先进、合理,才能确保纠偏系统控制精度,而且可以避免系统发生自激振荡。

2 包装材料边缘识别

2.1 图像预处理

为了提高包装材料边缘识别效果,视频图像预处理具有至关重要的作用。在图像采集过程中,环境、机械振动等影响容易导致图像模糊不清,所以很有必要对原始图像进行预处理,以便于图像的识别检测等。文中采用直方图修正方法实现图像预处理,具体过程可描述为:通过设定一阈值抑制直方图中较大计数值;针对灰度方面存在差值的邻域进行计数;利用均匀分布调整控制参数进而改善图像增强效果。通过增强对比度,可选择性突出图像内有用信息(包装材料边缘特征),同时衰减一些无用信息。

2.2 边缘识别

如何从图像中检测出包装材料边缘并得到边缘实际位置是实现纠偏的关键。如上所述,图像局部对比处理后,包装材料边缘是强度变化最明显部分。大多数情况下,柔性包装材料边缘呈现比较规则的直线形,而且包装材料与其背景的灰度值存在显著明暗差,所以文中基于一阶微分设计了一种边缘检测方法,利用 Sobel 算子卷积模板,即:

$$s_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$s_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

算法实现过程:利用 Sobel 算子求解每个 3×3 图像区域的梯度方向和大小;采用梯度阈值对候选背景和边缘进行分割,由于“包装材料”和“非包装材料”区域内所有点像素值不可能完全相同,所以处理结果中会含有少量伪边缘点;为降低伪边缘点干扰,需要对计算结果进行阈值处理。

为提高包装材料边缘提取的准确性,文中采用自适应阈值法,该算法步骤如下所述。

- 1) 设定初始阈值的一个估计值。
- 2) 基于初始阈值将图像拆分为 2 部分。
- 3) 分别计算 2 部分的梯度均值。
- 4) 根据梯度均值选择新阈值。

5) 跳到步骤 2) 或结束运算。如果梯度值大于给定阈值,则认为是边缘区域;如果梯度值小于给定阈值,则认为是背景区域。

边缘区域确定后, 具体边缘判定算法可描述为: 针对边缘区域内每个像素进行 Sobel 掩模运算处理, 同时实现阈值化; 沿列方向累加阈值化结果, 并存储到一维数组中; 查找数组中最大值; 与最大值相对应的列可视作包装材料边缘。

3 纠偏控制器设计

所述包装材料纠偏控制系统具有一定的非线性, 所以无法确定其精确数学模型。如果仅仅利用常规 PID 控制很难实现“跑偏”的及时、准确纠正, 不过 PID 控制的积分环节能够消除稳态下系统静态误差。模糊控制则可以利用专家知识同时有效地模仿人类控制经验, 比较适合数学模型不确定系统。模糊控制虽然对较大偏差具有很快响应速度, 但是也会增大系统阻尼、强化噪声作用。二者结合则可以弥补各自缺点, 明显改善纠偏系统的控制效果^[15-16]。

3.1 控制原理

PID 控制规律的数学形式可描述为:

$$e(k)=r(k)-y(k) \quad (1)$$

$$u(k)=K_p e(k)+K_i \int_0^k e(k)dt+K_d \frac{de(k)}{dt}= \quad (2)$$

$$K_p e(k)+K_i \int_0^k e(k)dt+K_d \Delta e(k)$$

式中: $r(k)$ 为系统参考输入; $y(k)$ 为系统输出反馈信号; $u(k)$ 为控制器计算结果; $e(k)$ 为偏差; $\Delta e(k)$ 为偏差变化率; K_p , K_i , K_d 分别为比例、积分、微分系数。

为了加快系统响应速度、缩短调节时间, 可以采用增量式 PID 控制, 即:

$$\Delta u(k)=u(k)-u(k-1)=$$

$$K_p \left[e(k)-e(k-1)+\frac{T}{T_i} e(k)+T_d \frac{e(k)-2e(k-1)+e(k-2)}{T} \right]=$$

$$K_p \left(1+\frac{T}{T_i}+\frac{T_d}{T} \right) e(k)-K_p \left(1+\frac{2T_d}{T} \right) \cdot \quad (3)$$

由式(3)可知, 控制系统采样周期 T 恒定不变, 只需确定 PID 参数, 根据先后 3 次所测偏差值, 就能够得到控制增量。与前一时刻输出相加, 便可获得当前时刻控制量。递推公式为:

$$u(k)=u(k-1)+\Delta u(k) \quad (4)$$

与传统 PID 控制相比, 增量 PID 控制以简单和差运算得到控制增量。在很大程度上, 可以减少计算量, 提高系统响应速度。模糊 PID 控制原理见图 2, 模糊 PID 控制器主要由模糊控制器和参数自整定 PID 控制器 2 部分组成。同时, 基于模糊推理方法利用偏差 e 和偏差变化率 e_c 可以实现参数 K_p , K_i , K_d 的在线自动调整。

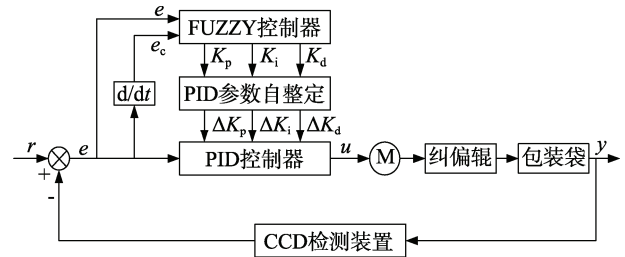


图 2 模糊 PID 控制原理

Fig.2 The fuzzy PID control theory

3.2 模糊控制器设计

模糊控制器目的为通过持续检测系统输入量即误差 e 和误差变化率 e_c 的大小, 基于模糊推理方法在线实时调整 PID 控制器参数 K_p , K_i , K_d , 以满足控制要求。

针对模糊控制器的输入量 e 和 e_c , 其变化范围可视为模糊集上论域, 相应取值均为 $[-6, 6]$ 。同理, 输出量 ΔK_p , ΔK_i 和 ΔK_d 的取值分别为 $[-3, 3]$, $[-0.06, 0.06]$ 和 $[-3, 3]$ 。模糊语言集可取 $[PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB]$ 。另外, 模糊控制器的输入量和输出量均符合正态高斯分布。模糊控制器具体结构为两输入三输出, 其输入量和输出量均有 7 种状态。可根据实际控制要求, 建立模糊控制规则以实现不同工况下 PID 控制器参数的调整。

1) 如果 $|e|$ 比较大, 应选取比较大 K_p 以及比较小 K_d 。可使系统误差以最大速度减小, 进而保证系统的快速跟踪性能; 同时可避免初始误差突变导致微分过饱和, 确保控制作用在允许范围内; 通常情况下, K_i 取值为 0, 对积分作用进行限制, 可防止积分饱和, 避免出现超调过大。

2) 如果 $|e|$ 和 $|e_c|$ 均中等大小, 应选取较小 K_p , 适中 K_i 和 K_d 。可使系统兼具较快响应速度和较小超调量。其中 K_d 大小决定系统响应速度, 取值应大小适中。

3) 如果 $|e|$ 较小, 数值接近设定值时, 应选取较大 K_p 和 K_i 、较小 K_d , 可保证系统的稳态性能。进一步, 为增强系统抗干扰性能、避免设定值附近系发生振荡现象, K_p 的取值应适当; 另外, 当 $|e_c|$ 较小时, K_d 数值可中等大小; 当 $|e_c|$ 较大时, K_d 数值应小些。

根据模糊逻辑进行推理, 可得相应模糊控制规则, 见表 1。

4 实验与分析

包装材料纠偏控制系统结构见图 3。该系统主要由图像获取、图像处理、纠偏机构控制等部分组成。图像获取, 利用 CCD 工业摄像头获取待检包装材料图像, 并传送到计算机进行分析处理; 图像处理, 主

表 1 模糊控制规则
Tab.1 Fuzzy control rules

e		e_c						
		PB	PM	PS	ZO	NS	NM	NB
PB	ΔK_p	NB	NB	NM	NM	NM	ZO	ZO
	ΔK_i	PB	PB	PM	PM	PS	ZO	ZO
	ΔK_d	PB	PS	PS	PM	PM	PM	PB
PM	ΔK_p	NB	NM	NM	NM	NS	ZO	PS
	ΔK_i	PB	PB	PM	PS	PS	ZO	ZO
	ΔK_d	PB	PS	PS	PS	PS	NS	PB
PS	ΔK_p	NM	NM	NS	NS	ZO	PS	PS
	ΔK_i	PB	PM	PS	NS	ZO	NM	NM
	ΔK_d	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
ZO	ΔK_p	NM	NM	NS	ZO	PS	PM	PM
	ΔK_i	PM	PM	PS	ZO	NS	NM	NM
	ΔK_d	ZO	NS	NS	NS	NS	NS	ZO
NS	ΔK_p	NS	NS	ZO	PS	PM	PM	PM
	ΔK_i	PS	PS	ZO	NS	NS	NB	NB
	ΔK_d	ZO	NS	NS	NM	NM	NS	ZO
NM	ΔK_p	NS	ZO	PS	PS	PM	PB	PB
	ΔK_i	ZO	ZO	NS	NS	NM	NB	NB
	ΔK_d	ZO	NS	NM	NM	NB	NS	PS
NB	ΔK_p	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB	PB
	ΔK_i	ZO	ZO	NS	NM	NM	NB	NB
	ΔK_d	PS	NM	NB	NB	NB	NS	PS

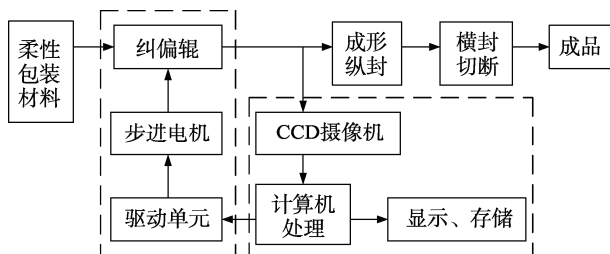


图 3 纠偏控制系统结构

Fig.3 Deviation rectifying control system structure

要包括 CCD 摄像机管理软件、图像处理软件、计算机等；纠偏机构控制部分，主要包括驱动单元、步进电机和纠偏辊。控制系统根据图像处理结果获取偏差量，通过计算、处理得到对应控制信号，驱动步进电机和纠偏辊实现“跑偏”自动纠正。

LED 光源具有亮度高、抗振性能强、节能、环境适应性好等特点，所以文中采用 LED 光源，排列方式为线性阵列，直流电驱动可避免视觉闪烁。CCD 摄像机采用 Micro-vision 黑白/彩色型工业数字摄像机，其可用于高性能工业检测。该产品具有低噪声、高清晰度(1500 线)、高精度(2.2 $\mu\text{m} \times 2.2 \mu\text{m}$)、高分辨率、色彩还原好等诸多特点。文中选用 42BYG 型两相混合式步进电机，其输出轴安装一级减速器，如此

不仅可以放大电机输出转矩，而且可实现机构自锁，防止纠偏机构出现反转。综合考虑，所选步进电机型号为 RD-4202PX 系列。步进电机控制器型号为 SC4131 系列，输出脉冲信号频率最高为 30 kHz，结合细分控制，可实现电机高速、平稳地运行。

4.1 纠偏精度测试

为验证所述纠偏方法和系统的可靠性，文中进行了相关实验，以验证如下两方面：检测结果的准确性；系统鲁棒性和抗干扰性。实验条件：包装材料不透明；包装材料运转速度可变，调节范围为 0~10 m/s，车速确定为 360 m/min；步进电机转速在 0~500 r/min 范围可调；纠偏机构速度在 0~30 mm/s 范围内可调；丝杆螺距为 2 mm。首先，标定包装材料边缘的基准位置；然后，系统运行，启动纠偏。实验过程中，每 100 ms 记录具体偏差数值，结果见表 2。

由实验结果可以看出，利用所述纠偏控制系统，实测偏差绝对值可以控制在 0~1 mm 内；控制精度较高、相对误差小、稳态误差较小；显著提高了包装材料纠偏精度，效果比较理想。

4.2 系统测试

进一步，以某型号包装机为平台，主要包括填充、

表 2 实验结果
Tab.2 The experimental results

序号	实测偏差/mm	累计出现次数百分比/%	绝对误差/mm	相对误差/%
1	0.1	6	0.1	1
2	0.15	5	0.15	1.5
3	0.2	10	0.2	2
4	0.3	9	0.3	3
5	0.35	11	0.35	3.5
6	0.4	17	0.4	4
7	0.5	12	0.5	5
8	0.55	7	0.55	5.5
9	0.7	10	0.7	7
10	0.8	8	0.8	8
11	1.0	13	1.0	10
12	0	15	0	15
最大误差	1.0		1.0	
平均误差	0.43		0.43	

纵封、横封、喷码等工序。设定包装长度为 60 mm，其他实验条件同上。通过对比实验，即将纠偏系统应用于包装机并与同型号普通包装机的包装效果进行比较。通过多次实验，分别随机 50 组包装成品。经测量，实际效果如下：装有纠偏系统的包装机其包装长度误差可控制在 1 mm 以内；较普通包装机包装精度可提高 50%左右；而且喷码位置相对比较准确。综上所述，所述纠偏系统可以满足印刷包装对柔性材料运行精度的要求。

5 结语

纠偏控制装置是一种保证卷边整齐的自动化装置，广泛应用于工业各领域。对于印刷包装生产线，由于运行速度变化、生产线延伸以及柔性包装材料本身特性的影响，往往会出现跑偏现象，所以纠偏装置在生产线中的作用尤其重要。文中基于图像处理和模糊 PID 控制提出了一种柔性材料自适应纠偏系统，重点论述了图像处理方法在包装材料边缘识别中的应用以及模糊 PID 控制算法如何实现自适应纠偏。搭建控制系统通过实验验证了文中所述自适应纠偏系统的可行性和有效性。对提高包装、印刷等行业自动化水平具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 陈耀欢, 任德均, 邓霖杰, 等. 基于机器视觉的纠偏检测系统[J]. 机电工程技术, 2014, 43(11): 86—88.
CHEN Yao-huan, REN De-jun, DENG Lin-jie, et al.

System of Deviation Detector Based on Machine Vision[J]. M & E Engineering Technology, 2014, 43(11): 86—88.

[2] 张琴, 王保升. 基于数字图像处理的瓦楞纸材料破损度自动检测[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 10—12.
ZHANG Qin, WANG Bao-sheng. Damage Degree Automatic Detection of Corrugated Board Material Based on Digital Image Processing[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 10—12.

[3] 钟飞, 吴雪茹. 基于线阵 CCD 的自动纠偏控制系统设计[J]. 包装学报, 2011, 3(2): 14—16.
ZHONG Fei, WU Xue-ru. Research on Automatic Deviation System Based on Linear CCD[J]. Packaging Journal, 2011, 3(2): 14—16.

[4] 蔡友发, 郑惠群. 高精度超声波纠偏控制系统的设计[J]. 工业仪表与自动化装, 2007(5): 66—70.
CAI You-fa, ZHENG Hui-qun. The Design of a High Accuracy Ultrasonic Web Guide Control System[J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2007(5): 66—70.

[5] 韩凌, 陆荣鑑. 制袋机的检测与控制技术发展概述[J]. 包装工程, 2010, 31(11): 135—139.
HAN Ling, LU Rong-jian. Profile of Bag-making Machine Detection and Development of Control Technique[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11): 135—139.

[6] 奉泽昊, 徐杜, 蒋永平, 等. 基于 CIS & CPLD 的光电纠偏控制系统的设计[J]. 计算机系统应用, 2008(9): 122—124.
FENG Ze-hao, XU Du, JIANG Yong-ping, et al. An Opto-Electronic Correction Control System Based on CIS and CPLD[J]. Computer System and Its Application, 2008(9): 122—124.

[7] 孙智娟. 自动纠偏控制系统的设计与开发[J]. 机械工程与自动化, 2010(4): 138—140.
SUN Zhi-juan. Design of Automatic Correct Offset Control System[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2010(4): 138—140.

[8] 柯居鑫, 徐杜, 王日明, 等. 基于 CIS 的自动纠偏控制器的设计与实现[J]. 光学与光电技术, 2009, 7(2): 51—54.
KE Ju-xin, XU Du, WANG Ri-ming, et al. Design and Realization of Automatic Rectifying Deviation Control System Based on CIS[J]. Optical And Photoelectric Technology, 2009, 7(2): 51—54.

[9] 赵万剑, 徐耀良, 杨宁, 等. 一种带颜色自动识别功能的卷材纠偏控制方法[J]. 包装工程, 2012, 33(9): 99—103.
ZHAO Wan-jian, XU Yao-liang, YANG Ning, et al. Coil Correction Control Method with Color Automatic Recognition Function[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 99—103.

[10] 秦玉华, 王东兵, 张海燕, 等. 基于图像识别技术的总碱度自动测定方法[J]. 仪器仪表学报, 2011(11): 2586—2589.

- QIN Yu-hua, WANG Dong-bin, ZHANG Hai-yan, et al. Automatic Determination of Total Alkalinity Based on Image Identification Technology[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2011(11): 2586—2589.
- [11] 黄斌. 基于图像识别的包装机下料控制系统设计[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 75—79.
- HUANG Bin. Design of Feeding Control System of Packaging Machine Based on Image Identification[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 75—79.
- [12] 王保升, 左健民. 基于数字图像处理的卷筒包装材料自动纠偏[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 16—18.
- WANG Bao-sheng, ZUO Jian-min. Automatic Rectification of Rewinding Packaging Material Based on Digital Image Processing[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 16—18.
- [13] 阎龙, 江伟, 史耀耀. 复合材料布带缠绕纠偏控制系统设计[J]. 宇航学报, 2012, 33(8): 1171—1176.
- YAN Long, JIANG Wei, SHI Yao-yao. Design of the Rectification Control System for Composites Tape Winding[J]. Journal of Astronautics, 2012, 33(8): 1171—1176.
- [14] 陆兵, 束梅玲. 基于机器视觉的软包装边缘测量及纠偏系统[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(7): 2005—2013.
- LU Bing, SU Mei-ling. Soft Package Edge Measurement and Correction System Based on Machine Vision[J]. Computer Measurement & Control, 2014, 22(7): 2005—2013.
- [15] 蔡锦达, 刘劲阳, 杨宝山. 基于自适应模糊 PID 飞剪式冲切控制研究[J]. 控制工程, 2016, 23(5): 693—697.
- CAI Jin-da, LIU Jin-yang, YANG Bao-shan. Flying Shear Punching Machine Based on Adaptive Fuzzy PID Control Algorithm[J]. Control Engineering of China, 2016, 23(5): 693—697.
- [16] 齐建虹, 蔡锦达. 基于 ARM9 和自适应模糊 PID 算法的蜂窝纸板飞剪控制系统[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 75—79, 84.
- QI Jian-hong, CAI Jin-da. Honeycomb Cardboard Flying Shear Control System Based on ARM9 and Adaptive Fuzzy PID Control Algorithm[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 75—79.

《图像防伪技术》特色栏目征稿函

现代科技的高速发展和假冒伪造活动的日益猖獗, 促进了各种防伪技术的发展。防伪技术的发展是与其他相关学科和技术的发展紧密相连、密切相关的, 在其融入了先进技术成果的同时, 也成为多学科科技成果的组合和综合应用的结晶。防伪技术难以复制和仿制, 本身价格合理, 易于检验, 在一定时限内可不被第三者成功复制, 从而保护企业品牌、保护市场、保护广大消费者合法权益。

鉴于此, 本刊拟围绕“图像防伪技术”这一主线, 作系列的专项报道。本刊编辑部特邀请该领域的专家为本栏目撰写稿件, 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