

# 基于线阵 CCD 的自动纠偏控制系统设计

钟 飞, 吴雪茹

(湖北工业大学 机械工程学院, 湖北 武汉 430068)

**摘 要:** 针对柔性片材传输过程中的跑偏现象, 设计了一种基于线阵 CCD 的自动纠偏控制系统。采用线阵 CCD 可以准确、快速检测出特征标志线的位置, 实时驱动电机与滚珠丝杠推进滚筒进行及时、准确的位置纠正。实验证明: 所设计的基于线阵 CCD 的自动纠偏控制系统具有良好的检测精度, 可适用于各种需要纠偏的场合。

**关键词:** CCD; 纠偏; 边缘检测; 图像处理

**中图分类号:** TB486+.03; TN911.73

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2011)02-0014-03

## Research on Automatic Deviation System Based on Linear CCD

Zhong Fei, Wu Xueru

(School of Mechanical Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

**Abstract:** A system of automatic deviation based on linear CCD is presented to deal with the deviation phenomenon during the process of transmission of flexible material. It can accurately and rapidly detect the position of the characteristic straight line by using the linear array CCD and real-time drive motor and ball screw to promote timely and accurate location. Experimental results show that the CCD automatic deviation system have high precision and it meets the needs of most occasions for deviation correction.

**Key words:** CCD; deviation correction; edge detection; image processing

## 0 引言

在轻工、印刷、纺织等行业中, 要进行薄型物料(如塑料薄膜和纸张、布匹等可绕行带材)的线位自动探测和跟踪。特别是自动化竞争激烈的产品生产行业中, 在制造包装产品时, 只有将带材准确输送到剪切点位, 才能将包装材料剪切成规定的尺寸, 以满足后续生产要求, 同时减轻能源的不必要消耗。

从较薄的塑料薄膜到较厚的钢板, 从较窄的卷材到较宽的卷筒, 无论是在放卷、收卷还是在行进过程中, 卷材由于受到不可控制力的作用, 会不可避免地产生幅宽中心偏离基准中心线的现象, 从而造成卷材

的跑偏<sup>[1]</sup>。为了消除卷材跑偏对产品质量的影响, 以及因卷材跑偏带来的能源与原材料的不必要消耗, 实现对上述卷材生产流程的自动化控制, 本文设计了一种基于线阵电荷耦合元件(charge-coupled device, 简称 CCD)的具有自动检测、自动跟踪、自动纠偏等功能的自动化纠偏系统。所设计的纠偏系统使用线阵 CCD 图像传感器, 以过程控制器(process controller, 简称 PC)开发平台作为控制器, 以电机和滚珠丝杠作为执行机构。实验证明, 所设计的自动纠偏控制系统不但纠偏性能优良, 而且具有很好的人机交互界面, 可广泛应用于各种需要纠偏的场合。

收稿日期: 2011-01-22

基金项目: 武汉市公关计划基金资助项目(200910321096), 湖北省教育厅基金资助项目(Q20091404)

作者简介: 钟 飞(1970-), 男, 湖北武汉人, 湖北工业大学副教授, 工学博士, 主要从事包装过程检测与控制方面的研究,

E-mail: hg\_zfxs@sina.com

## 1 系统设计

### 1.1 自动纠偏控制系统的原理图

CCD 图像传感器将图像信号转换为数字电信号,将带有偏移量信息的纸面图像作为反馈信号,传输并存储于纠偏控制器,控制器据此产生控制信号,最后通过执行机构对卷筒位移进行调整纠正,以保证包装纸被无偏移地输送,图 1 为该控制系统的原理图。

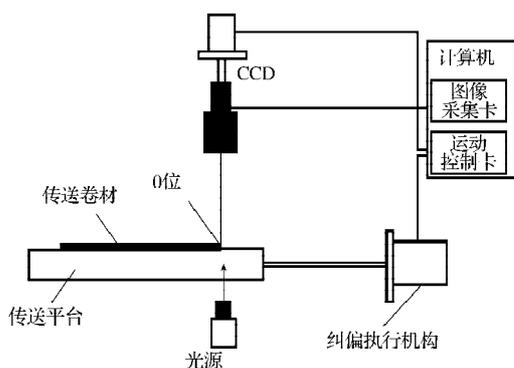


图 1 控制系统原理图

Fig. 1 Deviation control system schematic diagram

在图 1 所示的自动控制纠偏系统中,系统首先通过固定在传输带上方的 CCD 提取包装纸面的图像信息,然后将所收集到的图像信息经图像采集卡保存到 PC 机,并经 PC 机中的图像处理系统对图像信号进行处理和分析。系统通过将所得处理分析与正常运行过程中的零偏标志线(基准标志线)进行对比,计算出纸面的偏移量,然后 PC 机根据偏移量驱动执行机构完成纠偏<sup>[2]</sup>。其中,纠偏机构采用滚珠丝杠进行纠偏控制。即系统利用纸面图像的偏移角度作为反馈信号,偏移信号  $E$  通过纠偏控制器产生控制信号  $U$ ,该控制信号  $U$  通过执行机构(即电机与滚珠丝杠)带动滚筒作相应调整,因而能保证包装纸无偏移地输送。

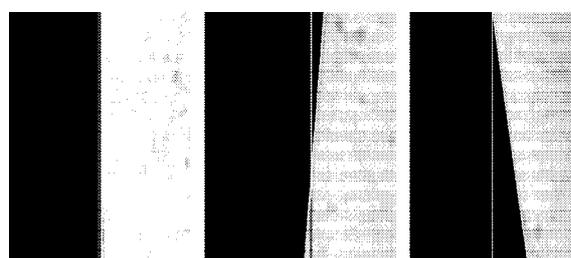
### 1.2 图像处理

CCD 传感器用于实现图像的高速采集。传统的面阵 CCD 分辨率低、采集速度慢,不符合本纠偏系统要求;线阵 CCD 由于单行分辨率高、采集速度快且可调,因而可被应用于纠偏及其它工业监控领域。根据图像目标宽度为 600 mm,拍摄距离为 1 000 mm 的要求,可得其宽度方向上的焦距为 50.632 9 mm,故本系统采用加拿大 Point Grey 公司生产的焦距为 50 mm 的 SCOR-2050M-CS 型线阵 CCD computar 系列。

#### 1.2.1 图像采集

由于 CCD 摄像机采集到的是模拟信号,因而不能直接送入计算机进行处理。故需图像采集卡在其中起沟通作用,它能将模拟信号转换成数字信号,并实时将数据传输到系统内存,系统再进行处理。本研究所

设计的自动纠偏系统中,CCD 图像的帧频为 7.5 Hz,帧图像分辨率为 1 600\*1 200 像素,每个像素点为 8 bit<sup>[3]</sup>。图 2 所示为 CCD 可能检测到的纸面图像信息。



a) 板带零偏位置 b) 板带偏移 1 c) 板带偏移 2

图 2 特征标志线及跑偏图像信息

Fig. 2 Characteristic signs line and deviation of image information

#### 1.2.2 图像特征值提取

数据采集卡通过对 CCD 采集的图像信号进行增益、隔离、放大、滤波以及 A/D 转换后,将图像信号转化为数字信号。通常,CCD 器件采集到的图像信号带有 PN 结散粒噪声,并夹杂着 Gauss 噪声,要消除这些噪声就要使用非线性滤波器。各类滤波器中,以次序统计理论为理论基础的中值滤波器,具有较好的边缘保护特性及较强的消除脉冲噪声的能力,因而适宜用作图像边缘检测中的预滤波器,故本研究中采用该滤波器来平滑 CCD 采集的图像<sup>[4]</sup>。另外,由于系统需要布置光源,而光源随时间会有所衰减,所以对图像进行了边缘检测处理,以减小光源亮度变化对图像检测的影响。

图像的边缘检测是图像分割和图像识别的关键,传统的边缘检测方法对噪声非常敏感,所以不能满足精度较高的系统。本设计中使用基于 Roberts 算法的图像边缘检测方法,在该算法设计中,需要一个阈值来判断某一点是否是图像的边缘位置,因而阈值如何选择是该算法设计的基础<sup>[5]</sup>。本系统设计中采用自组织神经网络算法自动检测阈值,该算法能使软件根据光线、工作条件的变化,自动改变边缘算法的阈值大小,而不需要在生产过程中进行人工调整。结果表明,该方法明显优于传统的边缘检测算法,对噪声的抑制能力很强。本系统使用 vc++ 进行程序编写,所得的图像边缘信息较准确。

### 1.3 纠偏系统

纠偏系统的工作原理是:首先,当柔性片材在传感器下方经过时,传感器检测物料实际边缘信息,并将检测到的信号传送给控制器。控制器判断物料实际位置与无偏移时的基准位置的偏差以确切其偏移方向和偏移量,然后发出相关的纠正信号给执行机构。

本文采用 Roberts 算子提取图像边缘信息,与纸张边缘沿零偏标志线位置信息作比较运算,由控制系统给伺服电机发出指令,使其通过减速器、滚珠丝杠及直线导轨拖动滑板使滚筒左移或是右移使包装纸重回零偏位置。纠偏软件设计流程图如图 3 所示。

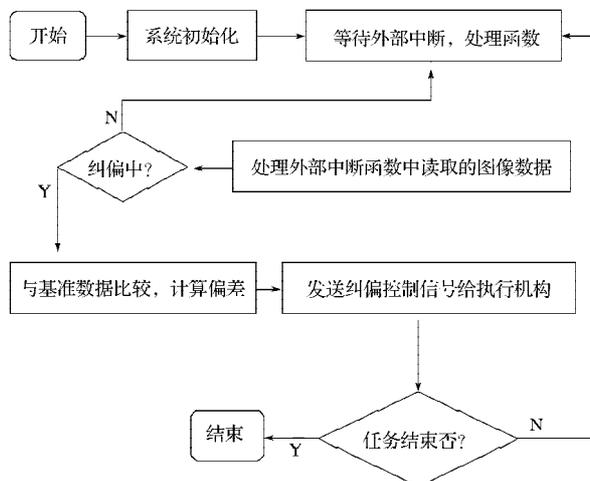


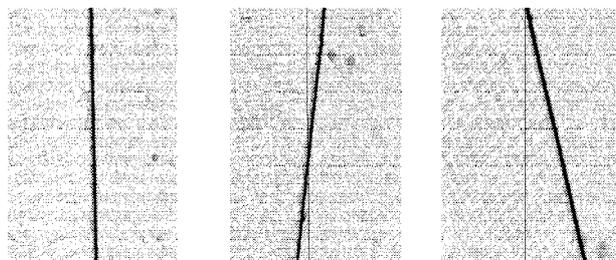
图 3 系统的主程序流程图

Fig. 3 Main program flow chart

## 2 模拟试验

为了对纠偏系统运行状况和性能指标进行测试,笔者模拟本系统设计了一套实验机械装置。考虑到实际流水线上机械装置的复杂性,采用的测试方法是让执行机构带动固定在拖板上的 CCD 相机<sup>[6]</sup>,让其跟着纠偏设定的基准位置移动,该做法可在简化实验机械装置的同时达到和工业现场测试同样的效果。

经试验,所设计的基于线阵 CCD 的自动纠偏系统在实验过程中的检测分辨率为  $1\ 600 \times 1\ 200$  Pixel,可检测的最大线宽为 60 mm,对焦距离为 1 000 mm,系统响应时间为 8 ms,纠偏控制误差为 0.1 mm,能较精确地实现对分切柔性片材的纠偏控制,图 4 所示为实验所得处理后的图像。



a) 板带零偏位置      b) 板带偏移 1      c) 板带偏移 2

图 4 进行边缘检测后的图像信息

Fig. 4 Feature information after image edge detection

从图 4 可看出,经处理后的图像边缘清晰可见,大

大提高了图像检测的准确度和可靠度,取得了满意的设计效果。

## 3 结语

随着现代化生产的发展,在高速生产条件下,严格控制产品质量,从而降低生产成本的要求越来越急切,使得自动纠偏技术所带来的效益引起了国内外有关部门和单位的重视。本文设计的基于线阵 CCD 的自动纠偏控制器,应用边缘检测的方法,具有检测精度高、控制灵敏度高、抗干扰能力强的特点。该系统在实验过程中能较精确地实现对分切柔性片材的纠偏控制,是一种操作简便、实用性高的自动纠偏控制系统。

### 参考文献:

- [1] 杨淑莹. vc++ 图像处理程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 8-25.  
Yang Shuying. Programming of Image Processing Based on vc++[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003: 8-25.
- [2] 蒋焕新. 基于 89C51 单片机控制的包装机自动纠偏系统[J]. 包装工程, 2004, 25(5): 38-39.  
Jiang Huanxin. A Deviation Auto-Rectifying System of Packaging Machine Based on 89C51 Single Chip[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(5): 38-39.
- [3] 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 Zehao, Xu Du, Jiang Yongping, et al. An Opto-Electronic Correction Control System Based on CIS and CPLD [J]. Computer System and Its Application, 2008(9): 122-124.
- [4] 劳达宝, 杨学友, 吴 斌, 等. 一种视觉示教与纠偏的焊缝跟踪方法[J]. 仪表技术与传感器, 2009(5): 86-88.  
Lao Dabao, Yang Xueyou, Wu Bin, et al. Seam Tacking Method to Visual Teaching and Correcting[J]. Instrument Technique and Sensor, 2009(5): 86-88.
- [5] 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 Juxin, Xu Du, Wang Riming, et al. Design and Realization of Automatic Rectifying Deviation Control System Based on CIS[J]. Optical And Photoelectric Technology, 2009, 7(2): 51-54.
- [6] 吴海滨, 陈启谦. 近红外 CCD 成像技术在板带纠偏系统中的应用[J]. 冶金动力, 2004(6): 94-96.  
Wu Haibin, Chen Qiqian. Application of Near Infrared CCD Imaging Technology in the Strip Correcting System[J]. Metallurgical Power, 2004(6): 94-96.

(责任编辑: 廖友媛)