

基于 PLC 与图像联合控制的印刷套准系统关键技术研究

谢志萍^{1,2}

(1. 西南交通大学, 成都 610031; 2. 成都电子机械高等专科学校, 成都 611730)

摘要: 以印刷套准智能化问题为研究对象, 制定了基于 PLC 与图像联合控制的印刷套准控制系统总体方案, 并就图像处理、数据存储和通讯、硬件选型等系统实现的关键技术进行了研究。经实验验证, 该系统实现了印刷套准标记的在线检测和自动校准, 套准标记灵活、多样。通过串行设备服务器组成以太网, 实现了印刷全过程的远程监控。

关键词: 印刷套准; PLC; 联合控制; 步进电机

中图分类号: TS803; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)09-0070-04

Study of Key Technologies of Printing Register System Based on PLC and Image Joint Control

XIE Zhi-ping^{1,2}

(1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Chengdu Electromechanical College, Chengdu 611730, China)

Abstract: The overall plan of printing register control system based on PLC and image joint control was developed to solve printing register intellectualization problem. The key technologies of printing register control system were studied, which were image processing, data storage and communication, and hardware selection, etc. The experimental results proved that the automatic detection, automatic calibration of the register marks can be realized. The registration marks is flexible and diverse. Remote management of printing process is realized with serial device server through Ethernet.

Key words: printing register; PLC; joint control; stepper motor

套准偏差作为印刷过程中的一个重要参数, 其准确性不仅直接影响画面清晰度和精细度, 而且其控制方式也直接影响到设备的自动化程度。在国外, 印刷设备制造商已经实现了套准偏差的在线自动检测, 如德国的海德堡印刷机公司开发的系列印刷机设备, 但其针对的均是特别设计的套准标记, 基本上采用光电传感器和光电编码器来获取套印误差, 而且无法移植。国内生产的印刷机大部分是靠人工套色, 大大限制了印刷速度及套色精度。随着印刷业的不断发展, 采用手工控制印刷品质量的生产方式已远远不能满足实际生产的要求。为了改善印刷质量, 提高劳动生产率, 对印刷过程进行套印质量自动检测和控制势在必行。笔者提出了一种基于 PLC 和图像联合控制的

印刷套准自动检测和控制系统, 并就其关键技术进行了研究和实现。

1 总体技术方案

在彩色印刷中, 任意一种颜色都由黄色、青色、品红和黑色组合而成, 彩色图案需要经过 4 次套印方可获得。印刷时, 首先将原稿经分色处理成多色底片, 在每一色底片旁边设计一专用的、可根据需要选择不同形状的套准测量标记(如菱形或十字细线), 然后制成印版, 按一定的次序装在各个印刷单元的印版滚筒上。当纸先后经过印版时, 相应的单色图像组合成一幅完整的彩色图像, 同时每色的印刷标记也印在了纸

收稿日期: 2011-01-25

基金项目: 四川省教育厅重点青年基金科研项目(K10720)

作者简介: 谢志萍(1970—), 女, 四川人, 西南交通大学在读博士生, 成都电子机械高等专科学校副教授, 主要研究方向为计算机测控技术。

张上。利用摄像头分别对各单元印在实际印刷内容旁边的套印标记进行适时图像采集。图像经图像采集卡送入工控机,对采集到的图像进行一系列处理,完成模式识别后,得到印刷套准标记的套准误差。如果相邻两色的套印标记相比较有偏差的话,就会产生校正信号(控制信号)。把校正信号通过通讯模块传送到由组态软件编制的监控程序中,由监控程序把套准误差转换成相关的控制指令,并发送给 PLC,改变 PLC 内部数据,从而改变对步进电机的输出脉冲,控制由步进电机驱动器、步进电机等构成的伺服系统,修正套准误差,从而实现印刷套准的在线自动检测与控制。印刷套准自动检测与控制系统工作原理见图 1。相邻两色套印控制子系统只需要摄像头、图采集

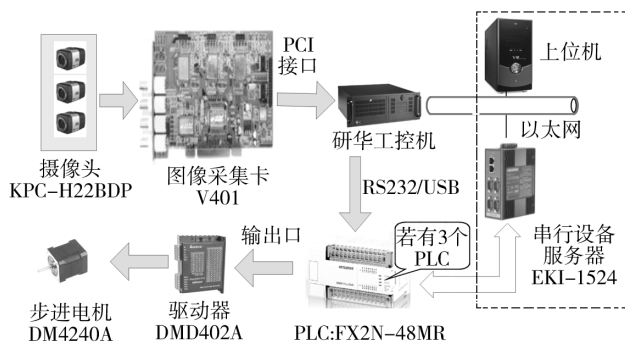


图 1 印刷套准自动检测与控制系统工作原理

Fig. 1 Working principle of printing register automatic detection and control system

卡、PLC、工控机、步进电机及驱动器各一个;若四色套印系统则需要 3 个摄像头和 3 个 PLC,这时,可通过串行设备服务器把 3 个现场 PLC 和工控机组或以以太网,便于实现整个印刷过程的适时监控。

2 关键技术的实现

如何在高速印刷的环境下,采集高质量的套准标记图像;采取怎样的算法对数字图像进行预处理和快速图像模式识别,才能在速度和精度上适应彩色印刷标志的在线检测;怎样实现计算机内不同软件之间、监控系统与伺服驱动系统的通信等技术问题,是本系统实现的关键。

2.1 硬件选择

硬件是系统的物质基础,是支持软件的核心,是系统实现的前提,选择合适的硬件可提高系统的控制精度,加快系统的动态响应速度。该印刷自动套准系

统的硬件主要由 CCD 摄像头、图像采集卡、工控机、PLC、步进电动机及驱动器和印刷机等组成。

2.1.1 摄像头的选择

好的图像质量对于后面的图像分析非常重要,采集的图像质量受采集设备的影响,因此要选用合适的 CCD 摄像机和图像采集卡。

摄像头的功能是将图像传感器所接收到的光学图像转化为图像采集卡可以识别接收的电信号。主要根据摄像头的色彩、扫描制式、分辨率、扫描速度或帧速、同步方式、通信接口等特性进行选择。针对套准标记的大小、检测精度的要求和性价比的大小,该系统选用工业检测专用彩色摄像头 KPC-H22BDP。它具有 22 倍光学变焦(总变倍率 242X),1/4" Sony HAD CCD,日夜转换、宽动态、数字快门,分辨率 420 线或 480 线,有云台、RS485 控制等特点。

2.1.2 图像采集卡的选择

图像采集卡的功能是将摄像头传送来的电信号转变为计算机可以识别的数字信号,即把图像转化为数字图像。当摄像头以较高速率拍摄高分辨率图像时,会产生很高的输出速率,一般需要多路信号同时输出。在选择图像采集卡时,需要注意:图像采集卡支持几路彩色视频信号的同时输入;是否支持系统中摄像头所采用的输出信号格式;在高速图像采集时,采集卡的采样频率是否满足要求;其分辨率是否足够高。

根据图像采集卡的技术参数和系统要求,该系统选用具有 PCI32 接口的微视图像采集卡 V401。它的 A/D 采样位数 9 bit;可实时采集 PAL 制、NTSC 制标准黑白/彩色信号;最大采集分辨率:768 × 576 (PAL)/640 × 480 (NTS);四路实时采集、显示,可以同时多路(多卡)实时预览等。

2.1.3 可编程控制器(PLC)的选择

由于 PLC 具有抗干扰能力强、适应恶劣的工作环境等特点,工控机有丰富的软硬件资源,该系统采用 PLC 做印刷现场的下位机,工控机做上位机。计算机的配置越高越好,特别是 CPU 的运行速度越快越好,以满足高速印刷的需要。

该套准系统中(四色套准),PLC 要控制 3 个步进电机驱动器,至少需要 6 个输出点。另外,可以通过按钮操作印刷机的起停,印刷机转轴的速度可以反馈给 PLC,实现闭环控制,PLC 的输入点至少需要 10 个。考虑到选择 PLC 时应该留有余量,该系统确定选用三菱公司生产的一体式可编程控制器 FX1N-

48MR-001。它具有 24 个输入点、24 个输出点;继电器输出;有 RS232,RS485 通信接口;拥有 1 相和 2 相的高速计数等功能。

2.1.4 步进电机及驱动器的选择

当检测到有套准误差时,该系统通过由步进电机、驱动器构成的伺服驱动系统调节纸张的张紧程度。考虑到控制和实现难度及性价比,选用 DMD402A 驱动器和 DM4240A 步进电机。DMD402A 步进电机驱动器适合驱动两相或四相混合式步进电机,最大驱动电流 2A/相(峰值);细分设置可调,最大细分数可达 256;具有双脉冲输入控制功能、过流保护功能和自动半流调节。DM4240 步进电机的步距角 1.8° ,步距角精度 $\pm 5\%$,径向最大负载 28 N(距法兰面 20 mm),轴向最大负载 10 N,保持转矩 $0.32 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

由 V401 图像采集卡、FX1N-48MRPLC 和 DMD402A 驱动器与 DM4240A 步进电机等构成的印刷套准自动检测与控制系统电气原理见图 2。

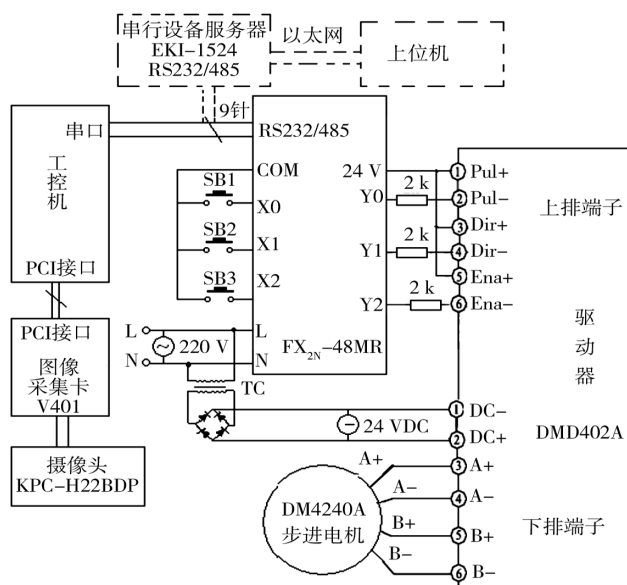


图2 印刷套准自动检测与控制系统电气原理

Fig. 2 Electrical principle of printing register automatic detection and control system

若是四色套印系统,选用 EKI-1524 串口联网服务器将 3 个现场 PLC 和工控机组以太网。EKI-1524 可连接 4 个 RS-232/422/485 串行设备。它具有的以太网数据网关使 PLC 可以通过以太网络快速高效地连接到主机,通过以太网远程控制和监测印刷全过程。具体连接方式见图 2。

2.2 软件设计

该系统的软件设计主要包括图像的采集和处理、

监控系统设计、数据的存储与通讯设计。

2.2.1 图像采集和处理

图像采集和处理模块主要完成印刷套准标志的图像采集和处理,包括对数字图像预处理、图像分割、边缘检测、数字图像几何基本信息的提取等。在实际工作环境下,通常采集到的图像或多或少带有噪声及非目标污点,需要对其进行预处理,将噪声及非目标污点去除,为下一步的图像处理做好准备。为了检测出各颜色相对之间的偏差,需要对彩色图像进行颜色分割,将整个彩色套准标记图像分为各种颜色的若干区域,然后求取各个区域的边缘。对套准标记图像进行彩色分割提取边缘后,需对其进行模式识别,进而确定相邻两颜色间的相对偏差,即套准误差。

图像处理的算法不能太复杂,也不能太简单,要求在速度和精度上适应彩色印刷标志的在线检测。为了满足套印标志的适时检测,系统套印标志设为“■”形状,采用 C++ 语言,利用中值滤波器对图像中孤立的噪声进行处理,进行彩色空间的分割,并对分割后的区域进行修复。图像分割后,获取了各个颜色的初始聚类点,进行颜色聚类后,通过彩色梯度定位提取定位边缘。利用 Hough 变换的强抗干扰性,排除非边界直线的噪声点,并采用最小二乘法拟合直线,计算出套印误差^[2]。整个图像处理流程见图 3。

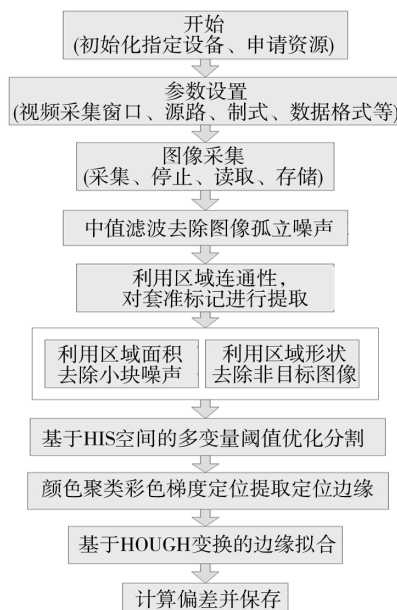


图3 图像处理流程

Fig. 3 Image processing flow

2.2.2 监控系统设计

监控系统设计包括上位机监控程序设计和 PLC

程序设计。上位机对整个印刷控制系统进行集中管理与监控,主要实现系统参数设置与存储、实时数据的采集与显示、历史数据查询等功能。本系统基于工控机丰富的软硬件资源,利用易控组态软件,编程实现印刷过程监控系统的人机界面设计。基于 PLC 具有抗干扰能力强、适应恶劣的工作环境等特点,采用三菱 FX1N-48MR 的 PLC 为印刷现场的下位机,利用三菱 GX Developer 8.0 软件,编程实现对印刷现场的相关控制。

具体设计时,易控(INSPEC)与 FX1N-48MR 使用三菱 SC09 专用通信电缆,通过可编程口通信。连接好通信线后,打开 GX Developer 8.0 软件,先选择相应的 CPU 以及 PLC 类型,点击确定,测试编程软件和 PLC 的通信是否正常。然后点击菜单[在线]→[传输设置],参数设定为波特率:9600,数据位:7,停止位:1,校验方式:偶校验。然后进行易控组态软件配置。

打开易控组态软件,在工程窗口中选择“IO 通信”节点的右键菜单中的“新建”,选择“串口”,点击[下一步];配置与 PLC 相应的波特率、数据位、停止位及校验方式。点击“配置”按钮,弹出设备配置窗口,选择[PLC]—[三菱]—[FX 编程口],见图 4。配

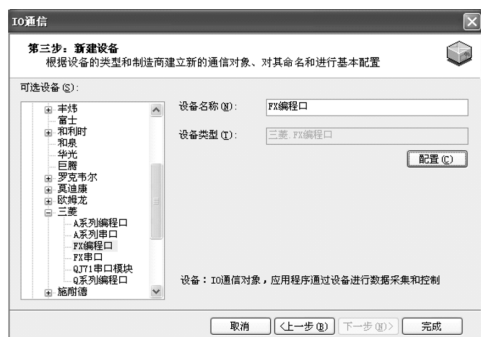


图 4 设备配置窗口

Fig. 4 Device configuration window

置好后,设置易控的工程变量和系统的设备变量,并把设备变量与工程变量关联起来,最后建立画面,制作基于易控的印刷在线监控界面。

2.2.3 数据的存储与通讯设计

该系统的数据保存和通讯包括上下位机间的通信、计算机内不同软件(数据处理软件与易控组态软件)之间的通讯、监控系统与伺服驱动系统的通信。

上下位机间的通信包括上位机对各下位机系统参数的设置及下位机测量数据的上传。系统采用 RS-485/USB 和以太网为通信介质实现上位机与多个下位机的通信。

由于印刷套准标记图像经处理后,相邻 2 种颜色之间的图像误差需要通过通讯模块传递给由组态软件编制的监控程序里。系统实现时必须完成图像处理软件 VC6.0 与组态软件之间的数据传送。具体实现时,利用 VC6.0 编程把图像误差存储在一文本文件里,文件的内容可随图像误差的改变而适时自行改变。由组态软件编制的程序适时读取文件内容得到套准误差,在监控画面中适时显示出来。当图像误差不为 0 时,通过监控程序计算得到步进电机的脉冲数,通过 PLC 编程控制步进电机正转或反转一定角度,实现印刷标记的自动套准。

3 结论

该系统采用 PLC 和图像联合控制,对不同形状的印刷套准测量标记,实现了在线检测和自动校准,套准标记灵活、多样。在现有硬件条件下,印刷机最大运行速度 10 m/s 时,实验验证套准控制精度为 ± 0.08 mm。通过串行设备服务器把 3 个现场 PLC 和工控机组成以太网,实现了印刷全过程的远程控制和监测。

参考文献:

- [1] 李传伟,陈广华,杨飞,等. 基于色标点印报机自动套准系统设计[J]. 国外电子测量技术,2006(7):11-13.
- [2] 曾新新. 彩色印刷套准标记的自动检测算法研究[D]. 北京:北京工业大学,2008.
- [3] 王梅,赵荣丽,李克天. 印刷自动套准标记识别方法的研究[J]. 包装工程,2007,28(8):60-62.
- [4] 蒋斌,颜钢锋. 凹版印刷机自动套色系统的控制方法与实现[J]. 包装工程,2000,21(6):9-11.
- [5] 康存锋,周明辉,马春敏,等. 机器视觉技术在彩色印刷品质在线检测中的应用[J]. 包装工程,2010,31(11):88-91.
- [6] 张海燕,赵博. 基于图像处理的单张胶印机对角线套准及自动控制系统[J]. 包装工程,2005,26(2):50-51.
- [7] 陈广秋,刘树林,周建秋,等. 基于 DSP TMS320F2812 的自动套色控制系统的研究与实现[J]. 包装工程,2010,31(8):89-92.
- [8] 赵庆海,杨志伟,凹印机轴向和周向自动套准控制系统[J]. 包装工程,2010,31(3):86-88.
- [9] 李长涛,高军,范增华. 基于提升小波的选择性图像融合算法的研究[J]. 包装工程,2010,31(8):106-109.
- [10] 王晓红,李树章,周辰人. 基于机器视觉的文字印刷质量检测与评价[J]. 包装工程,2010,31(7):97-99.