

# 基于机器视觉的套印误差自动检测系统设计

蒋恩松<sup>1,2</sup>, 肖辉军<sup>1</sup>, 孙刘杰<sup>2</sup>, 熊清廉<sup>1</sup>

(1. 湖南科技学院 计算机与信息科学系, 湖南 永州 425100;

2. 上海理工大学 出版印刷学院, 上海 200093)

**摘要:**彩色印刷过程中,人工检测套印误差是一项费时且低效的工作。为了提高印刷效率,降低管理成本,针对套印误差检测的特点,设计了一套机器视觉自动检测系统。巧妙地利用印版滚筒的空档,在编码器脉冲信号作用下,实现了色标图像的静态采集,并详细介绍了该图像采集系统的硬件构成;对所采集的色标图像进行中值滤波和增强处理后,最终采用图像匹配技术来获得准确的套印误差数据。试验结果表明,系统的检测误差小于一个像素,提高了印品的检测质量和检测速度。

**关键词:**套印误差;机器视觉;图像处理;检测

**中图分类号:**TP274<sup>+</sup>.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2008)07-0173-03

## Design of Automatic Detecting Printing Registration Deviation System Based on Machine Vision

JIANG En-song<sup>1,2</sup>, XIAO Hui-jun<sup>1</sup>, SUN Liu-jie<sup>2</sup>, XIONG Qing-lian<sup>1</sup>

(1. Computer and Information Science Dept., Hunan Univ. of Science and Engineering, Yongzhou 425100, China;

2. Publishing & Printing Coll., Univ. of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In color printing, detecting printing registration deviation by man is time-consuming and inefficient. In order to enhance printing productivity and decrease administrative cost, an automatic detecting system based on machine vision is designed. Through making use of the gap of the plate skillfully, the system of image collecting statically is realized with the impulse signal of encoder. Meanwhile, the hardware composing of this system is introduced in detail. The color mark images collected from the system are medium filtered and enhanced, then the registration deviation can be detected accurately by using image matching technology. The experiment results indicate that the detecting error is less than one pixel; and the system also can improve the quality and speed of detecting printed products.

**Key words:** registration deviation; machine vision; image processing; detecting

### 1 套印误差检测原理

现代的彩色印刷一般均采用套印技术,套印准确是印刷的最基本要求<sup>[1]</sup>。在印刷过程中,是通过检测印品特定位置上的标记来实现套印误差的检测,此标记即通常所说的 Mark 线(各色印刷标记线),在不至于混淆的情况下,也简称为色标。一种常用的色标标记形式如图1所示,在套印准确的情况下,如(a)图,色标重合,图文清晰;(b)图所示的是套印误差较大的情况,两个色标线不重合,彼此错开,表明有较大的套印误差,由于套印不准确,图文整体上非常模糊。因此,通过观察各色标记线的重合程度就可以得到横向和纵

向的套印误差。

### 2 视觉检测系统设计方案

#### 2.1 机器视觉概述

所谓机器视觉,是在没有人工干预的情况下使用计算机来处理和分析所获得的图像信息,并最终做出判断或结论,一般场合下也称计算机视觉<sup>[2]</sup>。简言之,机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。机器视觉技术被广泛地应用于各方面,需要人类视觉的场合几乎都可应用机器视觉技术,特别是在许多人类视觉无法感知的场合,如精确定量感知、危险场景感知、不可见物体感知等,机器视觉更能突显其优越性。

#### 2.2 图像采集系统方案

图像数据采集是机器视觉系统的重要组成部分,是以后进行图像处理和图像分析的基础,是提高整个

收稿日期:2007-10-09

基金项目:上海市重点学科基金资助项目(P0501)

作者简介:蒋恩松(1972-),男,湖南人,硕士,讲师,研究方向为计算机控制及信息处理。

系统精度的重要途径。因此在采用机器视觉进行色标检测时,首先要分析图像采集的现场条件,确定可行的采集方案。一般情况下,摄像机在固定的位置采集图像,当印刷机以高速(2m/s)印刷时,假设曝光的时间是 10ms,在这段时间标记的运动距离是 2cm,一方面会造成图像拖尾模糊,另一方面,要求相机视场要取得较大。所以,动态情况下,快门设得越小越好。但快门设得小,光照强度就必须加大,这又会引起所拍摄对象受强光照射产生光照不均匀,导致采集的图像往往会在光斑。考虑到动态采集图像的困难,根据实际的印刷过程,可以采用静态采集方式。

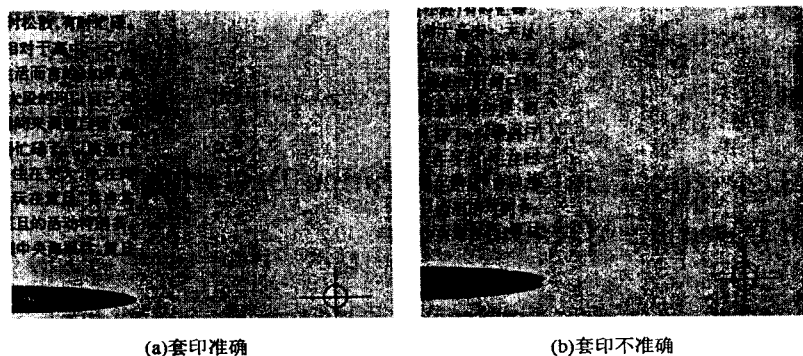


图 1 色标的印刷形式

由于印版滚筒有一定的空档,各印张之间的间距为 230mm 左右,也就是说,在印速 2m/s 的情况下,各印张到达收纸台的时间间隔在 115ms 左右。所以,在收纸台上专门设置一个停纸装置,让印张经过时停顿一定时间再进入收纸台,将相机安装在此位置上就可进行静态图像拍摄。根据胶印机节拍印刷原理<sup>[3]</sup>,已知收纸链条长度以及压印滚筒周长,通过安装在印版滚筒上的编码器,可以准确知道各印张到达收纸台的时间,将编码器脉冲信号经串口输入上位机,则上位机根据此信号控制摄像机进行图像采集,即可获得各印张色标图像。图像采集方案如图 2 所示。

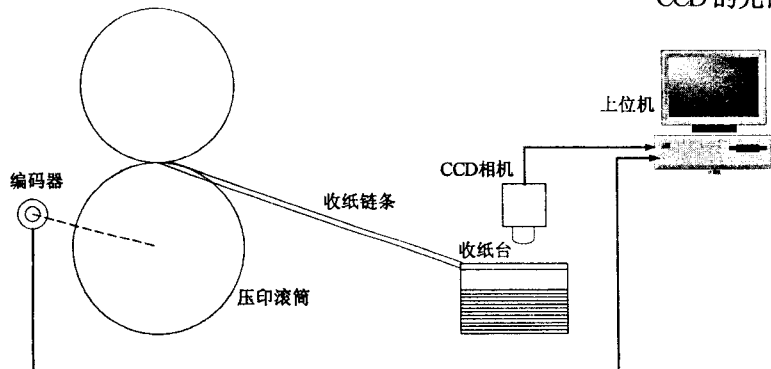


图 2 图像采集系统结构示意图

其工作流程是:首先上位机根据编码器送进来的脉冲信号,控制 CCD 相机的电子快门进行色标拍摄,

然后 CCD 相机将被摄取色标转换成数字信号送入计算机,由计算机图像处理系统根据像素分布和亮度等信息进行各种运算来抽取目标的特征,最终计算出实际的套印误差。

### 2.3 系统硬件组成

在机器视觉检测方案设计过程中,需要根据实际情况确定如下主要的硬件。

#### (1) 相机。

正确地选择相机是设计整个机器视觉系统关键的第一步,相机的功能就是将光信号转为电信号。选择合适的摄像机也是机器视觉系统设计中的重要环节,

在这当中,选择何种类型的感光芯片、黑白相机还是彩色相机、面阵相机还是线阵相机等方面都是设计者要考虑的问题。对于视觉检测系统而言,根据实际检测精度的要求来确定相机的分辨率是最重要的工作。在本系统中,采用的是 CCD 面阵黑白相机,色标大小为 10mm × 8mm,检测精度要求为 0.02mm,则相机至少要选 500 × 400 像素以上。

#### (2) 镜头。

镜头的功能就是光学成像,将所需要的图像完好地投影到相机感光芯片上。在色标检测中,一个对镜头最重要的要求就是使被测物所形成的像面尽可能全部覆盖图像传感器,镜头的规格要大于或等于相机的靶面规格,在选用镜头时要考虑的就是该镜头的成像面与所用的相机是否匹配。同时,还需要考虑工作距离(镜头的最下端到被测物之间的距离)、镜头的视角范围(镜头所能够覆盖的有效工作区域)。除了上述要求外,在实际应用中还要考虑最短成像距离、景深、光圈大小、镜头口径以及接口等其它的一些因素。由于 CCD 的光谱响应范围为 350nm ~ 1000nm,不仅包括了可见光谱区域,还包括了红外区域,可考虑加入滤镜以滤除红外光线。在实际摄像中,还需要设计转接环将摄像镜头与 CCD 相机正确连接并保证成像系统的像距。

#### (3) 光源。

在对色标的检测过程中,照明光源同样是一个重要因素,这是检测系统能够在现场条件下持续获得高品质、高对比度图像的保证。对于以灰度进行量化处理的机器视觉系统而言,图像亮度是一个尤为重要的参数。常用光源的类型有卤素灯、荧光灯和 LED 光

源,从现有的各种照明系统中,选择适合应用目的的最佳照明光源是系统设计的关键步骤之一。

#### (4) 图像采集卡。

图像采集卡是图像采集部分和图像处理部分的接口,它具有如下功能:可处理来自不同图像源的信息,并在各种不同应用中具有灵活性;可快速高效地存储图像信息;提供图形用户接口。现在的数字摄像机内已置有高性能的图像采集卡,因此,系统设计中无须过多考虑图像数据的传送问题。

### 3 图像处理系统

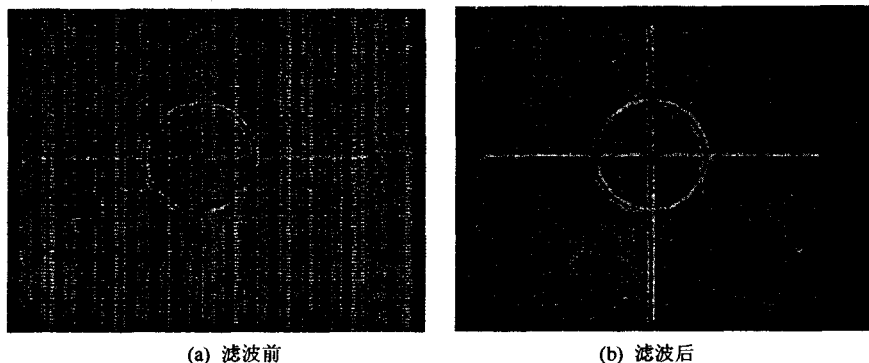
在检测过程中,机器视觉与数字图像处理是紧密相关的,图像信号的处理是机器视觉系统的核心。后续工作重点即是组建一个图像处理系统,能对色标进行精确检测,并将检测的套印误差结果提供给用户或工控机(如PC和PLC)。

#### 3.1 图像前期处理

一般而言,进行图像处理主要解决两个问题:一是判断图像中是否有需要的信息;二是确定这些信息是什么。前期处理就是为解决这两个问题创造更好的条件。

##### (1) 图像滤波。

对获得的色标图像信息进行预处理以过滤干扰噪声,这样可提高信噪比。对未进行滤波的色标图像进行锐化处理后结果见图3(a),可以看到,纸张纹理以及一些高频噪声在图像中很明显,几乎跟色标轮廓的灰度值相当。在检测过程中,往往更注意的是边缘信息,如果对这些噪声信号不做处理,会对后续的一些操作带来麻烦,也会给处理结果带来一定的误差,在此,采取线性平滑滤波器对图像进行滤波处理,能够有效地消除高频的噪声信号。滤波后结果见图3(b)。



(a) 滤波前

(b) 滤波后

图3 滤波前后色标图像锐化效果比较

##### (2) 图像增强。

对图像增强处理的目的就是改善图像质量,突出所感兴趣的部分,使其结果对特定的应用来说比原始

图像更适用。对于色标图像,需要关心的是它所提供的各色套印的误差信息,具体来说,要求能够清晰地分辨各色标记线。因此,图像增强主要是进行灰度调整,增强对比度。图4所示的是增强前后图像同一列像素的灰度值比较,可以清楚地看到,图像增强明显扩展了灰度的动态范围,有利于图像识别。

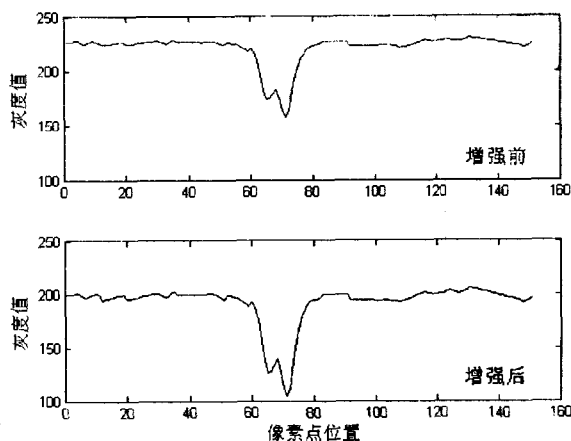


图4 增强前后色标图像的灰度范围比较

#### 3.2 套印误差的检测算法

边缘检测技术是计算机视觉领域最基本的技术,在实际的检测中,对于几种经典的边缘检测算子而言,现实要求往往都是矛盾的,很难在一个边缘检测器中得到完全的统一<sup>[4,5]</sup>。

在本系统的色标检测中,如采用边缘检测技术则有两方面的不利因素:一是通常实际图像的边缘是模糊的,同时在滤波处理中还丢失了部分高频信息;其次,实际印刷过程中,由于纸张质量及印版滚筒压印力度不均等方面的原因,油墨在纸张上有一定的扩散而引起毛边现象,边缘并不规则,而印在纸张上的色标大小与定制的大小也并不严格一致。这些因素都会造成检测的误差。由于图像匹配技术在高精度测量中有其

显著的优势<sup>[6]</sup>,用于色标检测中能有效地克服上述两个不利的因素(具体实现的方法另文论述,在此限于篇幅不再详述)。匹配结果如图5所示,两个匹配点的位置就分别代表了两色标的中心位置。显然,可以从相关图中直接计算两个匹配点的纵向和横向的距离,从而得到实际的套印的纵向和横向偏差。由于图像匹配法利用了色标的整体信息,信息含量大,对像素灰度的变化与噪声具有鲁棒性,利用该方法的检测误差不超过一个像素。

(下转第180页)

最大覆盖源谓词 S,直到可以覆盖整个 S,若存在多个这样的集合,则选择映射中具有最小数量谓词个数的映射作为目标表单上的查询集。

查询翻译器以映射后的谓词组合来构造原始用户查询的最小包含查询集。查询翻译问题的研究有基于范围的查询重写技术,它可以产生原查询的最小包含映射。并将尽可能多的谓词转换到目标表单上,从而最大化地使用源表单上的谓词。

一旦在目标表单上产生了查询串,就可以将查询串转发到 Web 爬虫来下载结果页面。系统收集所获得的所有结果页面,然后将其发送给查询结果合并器,最终对结果进行处理后以统一风格展示给用户。

### 3 结束语

Deep Web 信息集成及 Deep Web 信息检索将是下一代分布式信息集成技术和分布式数据库集成技术发展的方向之一。文中提出了一个基于 Deep Web 的信息集成系统框架结构,并在此基础上实现了一个实验原型系统,重点介绍了用户查询转换。然而,如何模型化查询接口,以及如何选择查询接口和优化用户查询都将是 Deep Web 信息集成系统设计中有待深入解决的问题。

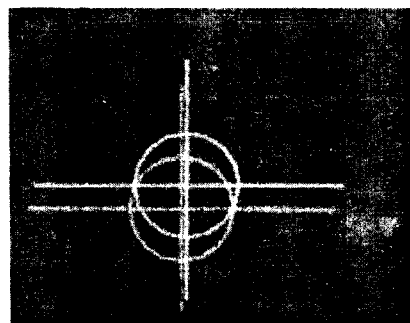
#### 参考文献:

- [1] 黄晓冬. Invisible Web 研究综述[J]. 情报科学, 2004, 22

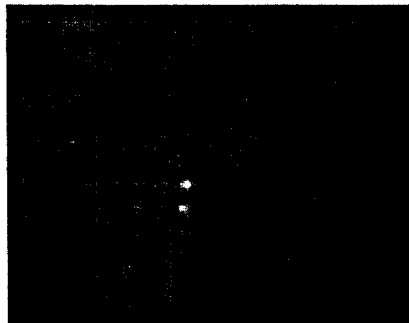
(9):1144-1147.

- [2] He Bin, Chang Kevin Chen - Chuan. Statistical Schema Matching across Web Query Interfaces[C]//In Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD Conference. San Diego, California: [s. n.], 2003: 217-228.
- [3] He Bin, Chang Kevin Chen - Chuan, Han Jiawei. Discovering complex matchings across web query interfaces[C]//In Proceedings of the tenth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. New York: KDD, 2004: 148-157.
- [4] Papakonstantinou Y, Gupta A, Garcia - Molina H, et al. A query translation scheme for rapid implementation of wrappers [C]//International Conference on Deductive and Object - Oriented Databases. Singapore: Springer, 1995: 161-186.
- [5] Rajaranman A, Sagiv Y, Ullman J D. Answering queries using templates with binding patterns[C]//In Proceedings of the fourteenth ACM SIGACT - SIGMOD - SIGART symposium on Principles of database systems. California: [s. n.], 1995: 105-112.
- [6] Levy A Y, Rajaraman A, Ordille J J. Querying heterogeneous information sources using source descriptions[C]//In Proceedings of the Twenty - second International Conference on Very Large Databases. San Francisco: [s. n.], 1996: 251-262.
- [7] Chang K C - C, Garcia - Molina H. Approximate query mapping: Accounting for translation closeness[J]. The VLDB Journal, 2001, 10: 155-181.

(上接第 175 页)



(a) 色标图



(b) 相关图

图 5 色标及其相关匹配图

### 4 结束语

该视觉检测系统适用于目前国内大多数胶印机套印误差检测。引入机器视觉技术,对于套印误差检测这种带有高度重复性和智能性的工作而言,可以快速获取大量信息,实现智能化快速处理,具有直观性、非接触性、检测结果可靠等优点,从而大大提高印品的检

测质量和检测速度,降低了人工成本和管理成本。

#### 参考文献:

- [1] 夏 军. 关于套印问题的研究[J]. 印刷杂志, 2002(6): 42-45.
- [2] Shapiro L G, Stockman G C. 计算机视觉[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 6-7.
- [3] 韩玄武, 郑 莉. 胶印机工作原理与操作技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 147-151.
- [4] 沈 洁, 杜宇人, 高浩军. 图像边缘检测技术研究[J]. 信息技术, 2005(12): 32-34.
- [5] 段瑞玲, 李庆祥, 李玉和. 图像边缘检测方法研究综述[J]. 光学技术, 2005, 31(3): 415-419.
- [6] 朱永松, 国澄明. 基于相关系数的相关匹配算法的研究[J]. 信号处理, 2003, 19(6): 531-534.