

织物瑕疵的实时光电检测系统*

张秋坤¹, 钟舜聪^{1,2*}

- (1. 福州大学 机械工程及自动化学院, 福建 福州 350108;
2. 华东理工大学 承压系统安全科学教育部重点实验室, 上海 200237)

摘要:针对织物人工视觉检测效率低下的问题,研究了基于单片机的光学检测系统,实现了织物实时高效的自动瑕疵检测。采用光透射的扫描方法来实现稀疏经纬线的织物的检测具有高信噪比的优点,因为在这种情况下透射光远远大于发射光。由光电传感器的输出信号可以提取织物的瑕疵信息,此信号经过放大滤波并采样至单片机,最后经单片机定量分析和评估并发出瑕疵报警。研究结果表明,基于单片机的光电检测系统有较好的实时性、鲁棒性,并具有较高的检测精度,该系统可以推广至纺织企业,具有较好的应用前景。

关键词:织物瑕疵检测;光电检测;单片机

中图分类号:TH741;TP216+.1;O439

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)11-1324-03

Real-time fabric defect photoelectric detection system

ZHANG Qiu-kun¹, ZHONG Shun-cong^{1,2}

- (1. School of Mechanical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China;
2. Key Laboratory of Safety Science of Pressurized System of Ministry of Education, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: Aiming at solving the low efficiency problems of manual visual fabric defect inspection, a real-time fabric defect photoelectric detection system was investigated. Instead of detection of light reflection from fabric, a light transmission technique with higher signal-to-noise rate was employed in the system for evaluating the fabric defect. A photodiode was used to record the defect signal of fabric. The weak signal was amplified, filtered, and then converted to a digital signal by an analog-to-digital converter. Consequently, the digital signal was sent to a microcomputer. The signal was quantitatively evaluated and finally a defect alarm was triggered. From the experimental results, the timeliness, robustness and detection precision of the system are demonstrated, therefore, it can be recommended for the applications in fabric industries.

Key words: fabric defect detection; photoelectric detection; microcomputer

0 引言

在纺织品生产过程中,质量控制与检测是非常重要的,织物瑕疵检测是其中非常重要的一部分。目前由于国外自动验布系统极高的价格和技术封锁,国内织物检测基本上是由人工视觉来完成。在检测过程中,由于人眼视觉存在偏差,首先,一个检验员精力集

中的最长时间只有 20 min ~ 30 min,超过这个时间就会疲劳,检验员的注意力就会降低而引起漏检。其次,一个检验员的工作状态受到外界因素,如疵点类型和大小、频率、天气、身体情况影响会不断变化,较低的重现率并不奇怪,也会影响检测结果^[1]。

基于以上原因,织物疵点的自动检测技术是近年来国内外学者共同关注和研究的热门课题之一。观察

收稿日期:2011-05-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51005077);福建省杰出青年基金资助项目(2011J06020);教育部回国留学人员启动基金资助项目(教外司留[2008]890号);福州大学人才基金资助项目(XRC-1024)

作者简介:张秋坤(1990-),男,福建莆田人,主要从事测试计量技术及仪器方面的研究。E-mail:qiukun_zhang@163.com

通信联系人:钟舜聪,男,研究员,博士生导师。E-mail:zhongshuncong@hotmail.com

国内外研究已取得的成果,该类技术核心是如何以图像识别技术准确快速地对采集的较大面积布面图片进行处理,提取特征值,然后利用判别系统进行分类。其原理方法可分为以下 3 类:纹理结构模型方法、象素特征统计方法、图像变换滤波方法^[2-6]。该类方法往往因采集的是大面积的图片信息,致使布匹的基本信息、宏观纹理信息、噪声信息、瑕疵信息掺杂在一起,采用图片识别技术很难提取出瑕疵特征值,系统往往复杂且准确率不高。

本研究采用单点扫描的方式,逐点、逐行的对整个布匹进行扫描,每次只对一小块织物表面信息进行采集、处理、判别,一般的单片机系统即可满足工作要求。此方法优点有:每次扫描面积小,瑕疵信息相对于总收集到的信息信噪比大,易于采集和判别;可以设计合理的滤波电路滤去噪声等无用的高频信息。相对而言,本研究适于单色丝线编织的织物以及表面纹理变化缓慢的各种织物的瑕疵检测,并具有较好的实时性、鲁棒性,以及具有较高的检测精度,该系统可以推广至纺织企业,具有较好的应用前景。

1 实时光电检测系统

1.1 系统框图

实时光电检测系统如图 1 所示,其实现过程为:光源发出的光线经透镜折射成平行光透射过布匹再聚焦为一点被传感器采集,相比于扩散光线平行光能准确的反应布匹的信息。光电传感器将光信号转变为电信号,经滤波放大电路去噪声和信号处理,提取有用的信号再经 A/D 转换成数字信号以便单片机系统可以采集到信号并对信号进行处理。单片机系统通过内部的自基准瑕疵判断程序对信号进行处理,根据处理结果控制电机和外部人员设备交换信息。采用单片机控制系统其可靠性高、处理速度快,能实现实时控制,一出现瑕疵即可报停,节约生产成本^[7]。一般的光电检测系统都采用反射光检测,但是一般物体表面反射率不到 10%,反射的光线很弱,而生产现场往往有白炽灯太阳光反射等嘈杂光信号使有用信号采集困难、

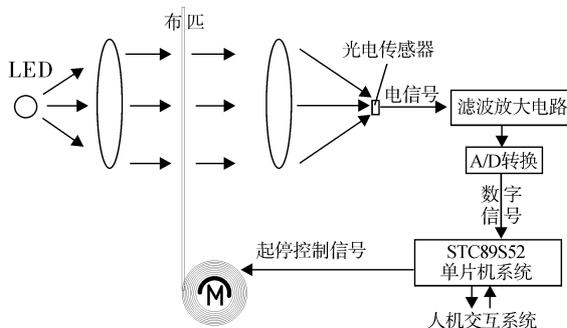


图 1 实时光电检测系统

信号信噪比小、信号处理难、系统可靠性差。本研究采用的透射光检测则极大地减小了这些方面的影响^[8]。

1.2 前端电路设计

系统采用光电传感器检测,光电传感器是指能够将一定波长范围的光转换成某种电量的传感器。现以光敏二极管为例简单介绍其原理。光敏二极管的外型与一般二极管一样,只是它的管壳上开有一个嵌着玻璃的窗口,以便于光线射入,为增加受光面积,PN 结的面积做得较大,光敏二极管工作在反向偏置的工作状态下,并与负载电阻相串联,当无光照时,它与普通二极管一样,反向电流很小($< 0.1 \mu\text{A}$),称为光敏二极管的暗电流;当有光照时,载流子被激发,产生电子-空穴,称为光电载流子。在外电场的作用下,光电载流子参与导电,形成比暗电流大得多的反向电流,该反向电流称为光电流。光电流的大小与光照强度成正比,于是在负载电阻上就能得到随光照强度变化而变化的电信号。因此,传感器采用反向截止的接法,传感器输出一个电压信号:

$$U_0 = I_A \cdot R_a$$

式中: U_0 —输出电压信号, I_A —传感器光照电流, R_a —串联电阻, R_a 取 $10 \text{ k}\Omega$ 。

正常环境下,环境中充满各种光信号,这些构成了检测系统的背景噪声,尤其以工业生产中用于照射的白炽灯影响最大,所以应滤去该部分的信号。在实际应用中往往需要利用滤光片来滤去一些干扰的背景光以提高检测信号的信噪比。传感器直接输出信号较小,需进行放大。本研究采用基于 LM324 芯片的同向比例放大电路,放大电路使用可变电阻,通过调整可变电阻可在不同光照条件下都能获得范围合适的信号^[9]。相关电路如图 2 所示。

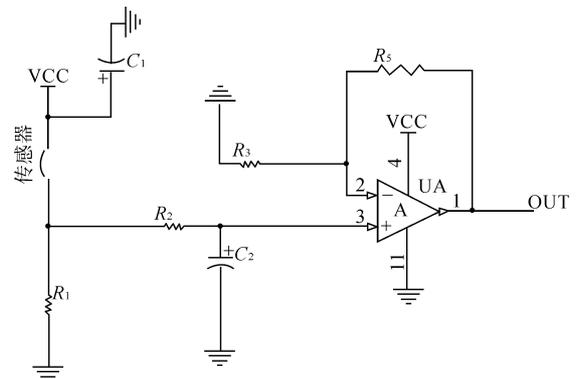


图 2 滤波放大电路

1.3 A/D 转换和单片机系统

本研究拟检测 1 mm 大小的瑕疵,则系统应每移动 0.5 mm 检测一次,假设布匹以 2 m/s 的速度卷起,即一秒内需采样 4000 个点,则系统采样频率应大于 4 kHz 。

系统所采用的 ADC0832 最大工作频率为 250 kHz, 8 位转换精度, 每次转换需要 19 个 A/D 转换时钟。因此, ADC0832 可允许的最大采样频率为 13.2 kHz, 显然满足上述 4 kHz 的采样频率要求, 因此可使用 ADC0832 芯片进行 A/D 转换。

系统处理核心是基于 STC89S52 芯片的单片机系统。STC89S52 芯片有 3 列 I/O 接口 P1、P2、P3 支持直接读/写各引脚的 TTL 电平信号, P3 支持串口通信单片机, 可与外部设备进行实时交换信息。单片机支持中断系统, 有计数/计时器、串行口中断、外部中断, 可以通过中断协调各执行任务处理顺序, 具有处理一定复杂程度控制要求的能力^[10]。

2 织物瑕疵的实时检测

本研究以一块带有瑕疵的织物 (如图 3 所示) 的检测来验证以上自研制的织物瑕疵检测系统的准确性和可靠性。这块布的经纬线比较稀疏, 中间还穿插了一些花纹, 在有花纹的地方线条比较密, 也就是说在这些地方的透光性差一些。织物瑕疵的检测结果如图 4 所示, 实际采集到的光电信号如图 4(a) 所示。由图 4(a) 可以获知最大峰值所在的地方为瑕疵的位置; 频率波动比较大的峰谷处是织线的位置, 反之, 频率波动比较小的峰值处是空隙的位置; 另外, 频率波动比较大的峰值处为织物的花纹的地方。因此, 自研制的织物瑕疵检测系统具有较高的检测精度, 能够识别织线、空隙和瑕疵等。

经平滑滤波后的光电信号如图 4(b) 所示, 基本把

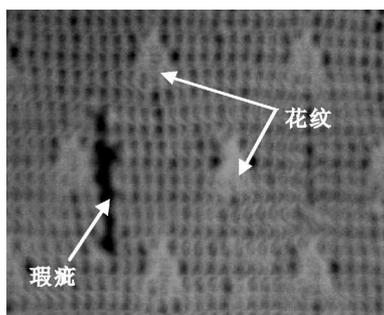
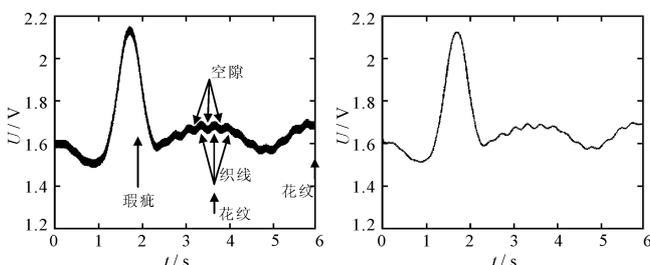


图 3 带有瑕疵的织物



(a) 实际采集到的光电信号

(b) 经平滑滤波后的光电信号

图 4 织物瑕疵检测

高频噪声滤掉, 信号比较平滑。经过滤波之后的光电信号同样可以从其中识别织线、空隙和瑕疵等。平滑滤波信号处理方法的使用, 提高织物瑕疵实时光电检测系统的鲁棒性。

3 结束语

在纺织品生产过程中, 质量控制与检测是非常重要的, 织物瑕疵检测是其中非常重要的一部分。针对织物人工视觉检测效率低下的问题, 笔者研究了基于单片机的光学检测系统对织物实现实时高效的自动瑕疵检测。采用光透射的方法来实现稀疏经纬线的织物的检测具有高信噪比的优点, 因为在这种情况下透射光远远大于发射光。由光电二极管的输出信号可以提取织物的瑕疵信息, 此信号经过放大滤波并采样至单片机, 最后经单片机定量分析和评估后发出瑕疵报警以及电机停止信号, 避免经编机在织物存在瑕疵 (比如断线) 的情况还继续工作而导致原材料的损失。

基于单片机的光电检测系统有较好的实时性、鲁棒性, 并具有较高的检测精度, 该系统可以推广至纺织企业, 具有较好的应用前景。

参考文献 (References):

- [1] 高晓丁, 左 贺, 汪成龙, 等. 基于直方图统计的织物疵点识别算法[J]. 纺织学报, 2005, 26(2): 121-123.
- [2] FU R, SHI M, WEI H, et al. Fabric defect detection based on adaptive local binary patterns [C] // Proceedings of the IEEE International conference on Robotics and BioMimetics, 2009: 1336-1340.
- [3] SHI M, FU R, HUANG S, et al. A method of fabric defect detection using local contrast deviation [C] // Proceedings of 2009 International Congress on Image and Signal Processing, 2009: 1-5.
- [4] 马晓川, 赵荣椿. 特征符号随机场 Gibbs 模型及其在纹理分割中的应用[J]. 电子学报, 1998, 26(10): 81-85.
- [5] 韩立伟, 徐 德, 王麟琨. 基于统计信息的织物瑕疵自适应检测[J]. 电子器件, 2008, 31(3): 979-983.
- [6] 步红刚, 黄秀宝. 基于计算机视觉的织物疵点检测的近期进展[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2006, 32(3): 128-133.
- [7] 胡助理, 安文源, 李 玲, 等. 基于单片机技术的光电检测研究[J]. 现代电子技术, 2004, 180(13): 39-41.
- [8] 刘正岐, 付文羽. 影响光电检测电路信噪比的因素[J]. 延安大学学报, 2003, 22(4): 41-43.
- [9] 霍成文, 李 伟, 李 进, 等. 光电探测信号放大器设计[J]. 浙江理工大学学报, 2005, 22(3): 259-262.
- [10] 张小林, 罗来成. 单片机在光度测试中的应用[J]. 江西科技, 2004, 22(2): 118-121.

[编辑: 张 翔]