

# 基于机器视觉的织带检测系统研发

郑刚,倪俊芳

(苏州大学 机电工程学院,江苏 苏州 215021)

**摘要:**为了满足织带企业的高效、自动化检测需求,构建了基于PC的织带检测系统。设计织带张力传送机构和基于iMC3041E运动控制卡的运动控制系统;改进“边缘提取”和“傅里叶变换”图像算法,研发了实时图像采集系统;并用C#开发了集成图像采集检测和运动控制的人机界面。研究表明,系统可实时检测织带缺陷,满足企业实际生产需求。

**关键词:**机器视觉;织带;缺陷检测;算法

**中图分类号:**TP27 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)05-0162-03

## Research and Development of Belt Detection System Based on Machine Vision

ZHENG Gang, NI Junfang

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Soochow University, Suzhou 215021, China)

**Abstract:** To meet the demand for high efficiency and automation, the belt detection system based on PC is constructed. A motion control system based on iMC3041E motion control card is designed, “Edge detection” and “Fourier Transform” image algorithms are improved, the real-time image acquisition system is developed and C# is used to develop, human-computer interfaces of the image detection and motion control. The results show that the system can be used for the real-time detection of the belt defects, it meets the actual production demand of the enterprises.

**Keywords:** machine vision; belt; defect detection; algorithm

## 0 引言

在灯光下人工检测织带效率低且漏检率高。国内外目前尚缺乏织带检测的专用设备,成套的织物检测软件系统(如ViDi,康耐视等)价格过高,中小企业无力承担<sup>[1-3]</sup>。蔡亚用labview搭建的织物检测系统,采用G语言开发,并结合虚拟仪器技术对织物瑕疵进行逐行分析<sup>[4]</sup>。徐铭倩采用DSP搭建的织物检测系统,采用CCS集成开发环境,应用了matlab仿真系统<sup>[5]</sup>。张莹莹采用DM3730嵌入式系统完成了基于NSCT瑕点检测算法的开发<sup>[6]</sup>。这些研究工作主要针对普通的布匹织物,理论性强,难适用于织带的生产实际。为适应企业对织带检测的速度、精度、可靠性越来越高的要求以及视觉检测技术的发展,本文将从织带检测系统的机械结构、电气控制、图像算法、上位机软件等方面来研发织带专用检测系统。

## 1 系统总体设计

一般织带的缺陷有:不良编织及纤维断裂造成的表面毛刺、边缘毛刺以及脏污造成的白点,如图1所示。

针对上述问题所设计的织带检测系统总体框架主要包括:机械结构与传动张力控制模块、电气控制模块、图像采集模块以及上位机模块。

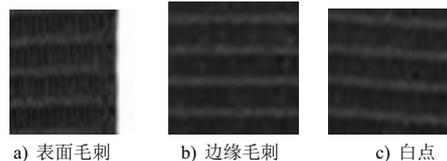


图1 缺陷种类

### 1.1 机械系统设计

在机械结构中,由进给滚轮与压紧滚轮夹持传送织带,由伺服电机驱动的进给滚轮刻有滚花花纹,增加了摩擦系数;聚氨酯橡胶压紧滚轮提供夹紧力,可通过变更弹簧来调整夹紧压力。中间导辊处安装有张力传感器及时感知织带的松紧。通过实时调整2个伺服电机的速度差,使织带张力保持恒定。上位机连接相机采图,如图2所示。

### 1.2 电气系统设计

以PC为上位机连接iMC3041E以太网运动控制卡和YAV USB数据采集卡。运动控制卡连接驱动器控制电机运动;SN70张力传感器内置电阻应变片,输出0~20 mV张力信号,TN3000信号放大器将张力信号变选为高精度的0~10 V电压模拟信号输出到数据采集卡;数据采集卡同时接收编码器输入脉冲以及其他启动、急停、停止按钮的数字量输入。PC控制相机实时采图,电气原理图如

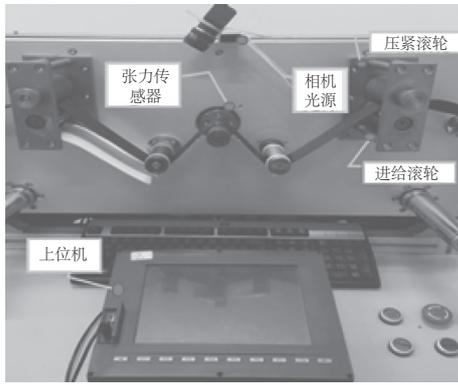


图2 机械结构图

图3所示。

织带有较好的抗拉性、不易断裂,因此采用间接控制法,即控制2个伺服电机速度来控制张力<sup>[8]</sup>。在正常情况下2个进给滚轮的速度相等,程序开始后,实时读取张力值、织带速度、电机速度;检测张力值偏差超过正常范围(即织带没有绷紧)之后,减小第2个进给滚轮的速度,使张力回归正常范围之后,第2个滚轮的速度复原(即与第1个滚轮速度一致)。当张力测定值与设定值偏差较大时,取消积分作用,以免由于积分作用使系统稳定性降低,超调量增大;当张力测定值接近给定值时,引入积分控制,以便消除静差,提高控制精度。

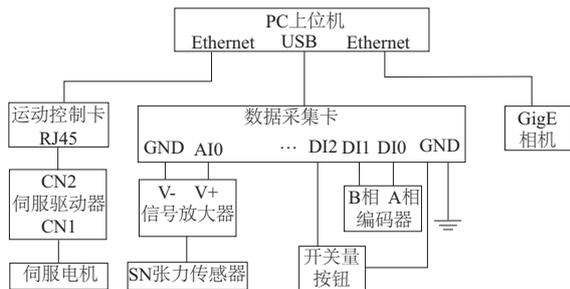


图3 电气原理图

### 1.3 图像采集系统设计

在织带的前景采用带有漫射板的白色环形光源,背景采用吸光白布,获得良好的照明效果。

采用2个MER-504-10GM/GC-P型号的500万像素CCD工业相机。正面图像一次拍摄长60mm、宽47mm的织带,1s拍摄5帧。由于织带以0.3m/s运动,因此选择曝光时间短的工业CCD相机,满足曝光时间内的拖影远小于拍摄精度的要求。

## 2 图像检测算法

### 2.1 边缘毛刺及宽度检测

为了达到精确测量的目的,采用先“一维边缘提取”再“拟合直线”的方法。原始图像如图4a)所示。首先假设出织带两侧的理想边缘(即两条直线线段),将线段等

距分割成一段段等距线,生成一个包含一段段等距线的矩形状的感兴趣区域(ROI),如图4b)所示。图b)中2条绿色的长条,每个长条有许多个矩形ROI组成,如图4c)放大图。在每一个ROI内部沿着矩形长边方向垂直投影,得到每条投影线的平均强度。计算公式(1)中 $f_i$ 表示第 $c+i$ 列的灰度值平均值,这种方式类似在一个方向上的均值滤波,可以有效减少测量区域中的噪点引起的误差。然后对投影线的平均强度进行微分处理,设置边缘敏感度为20。对于最高差异波形几个邻近的像素点采用最邻近插值运算,测量边缘位置。

一个个ROI得到一段段小直线边缘,采用最小平方的拟合直线法,以降低远离点(即异常点)的影响。将每个点引入权重 $\omega_i$ ,约束条件 $\alpha^2 + \beta^2 = 1$ 作为拉格朗日乘子,点到直线的距离的平方( $\varepsilon^2$ )的最小化过程为式(2),引入Tukey权重函数来削弱距离( $\delta$ )大于 $\tau$ 的点, $\tau$ 这里也是削波系数,如式(3)。

边缘毛刺处的边缘点作为异常点直接被舍弃,最终拟合合成直线(即织带的理想直线边缘),如图4c),边缘毛刺在拟合的直线外面,可以很容易分割出毛刺,如图4d)所示。

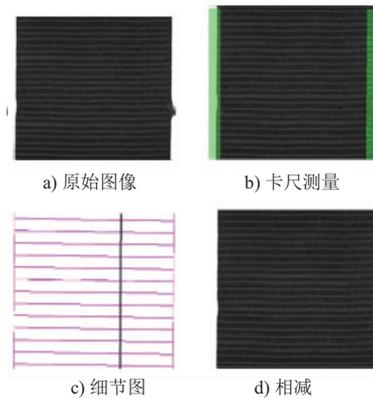


图4 边缘检测及处理

$$f_i = \frac{1}{2m+1} \sum_{j=-m}^m f_{r+j,c+i} \quad (1)$$

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n \omega_i (\alpha r_i + \beta c_i + \gamma)^2 - \lambda (\alpha^2 + \beta^2 - 1) n \quad (2)$$

$$\omega(\delta) = \begin{cases} [1 - (\delta/r)^2] & |\delta| \leq \tau \\ 0 & |\delta| > \tau \end{cases} \quad (3)$$

拟合而成的两条直线(即织带的两条理想边),将当中的一条直线等距截取出各个点往另一条直线作垂线,得到各个垂线的值,取平均得到织带的平均宽度。

采用C#编程的主要代码如下:

```
HOperatorSet.AddMetrologyObjectGeneric(hv_MetrologyHandle, "line",
    hv_Line1.TupleConcat(hv_Line2), 100, 50, 1, 20, new HTuple(),
    new HTuple(), out hv_MetrologyLine);
//设置ROI矩形的参数
HOperatorSet.GetMetrologyObjectModelContour(
    out ho_ModelContour, hv_MetrologyHandle, "all", 1.5);
//获取测量模型里的模型轮廓
HOperatorSet.GetMetrologyObjectMeasures(out ho_MeasureCon-
```

