

基于抖动特征的纱线检测方法研究

谌 欣, 吴震宇*

(浙江理工大学 现代纺织装备技术教育部工程研究中心, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对纺织生产中对运动纱线进行在线识别检测准确性低的问题, 提出了一种用红外光电检测技术有效识别纱线的新方法, 该方法的提出是基于柔性纱线运动时会以一定频率抖动, 而且当纱线位于非均匀光场中, 其抖动所导致的位置变换将会改变传感器接收的光信号强度。给出了检测方法流程, 详细介绍了检测流程中的一些关键性模块设计方法并通过实验论证了其可行性。研究表明, 该方法提出了一种在线检测识别纱线的新思路, 具有一定的理论和实际意义。

关键词: 运动纱线; 光电检测; 峰值检测算法; 自动增益控制

中图分类号: TH693.63; TS103.6

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)03-0329-04

Research of yarn detection based on jitter characteristics

CHEN Xin, WU Zhen-yu

(Engineering Research Center of Modern Textile and Equipment Technology,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at problem of low detection accuracy in the real-time identification of yarn movement in the production of textile, a new method was proposed which can identify the features of yarn movement effectively using infrared photoelectric detection. It is the basis of proposed method that, when the movement of soft yarn, it should cause a certain frequency jitter, and when the yarn exist in the non-uniform light field, the location change of yarn caused by the jitter will change the light signal strength which received by sensor. Detection procedure was given, and the key module in the detection procedure was described in detail. By the experiment, its feasibility was demonstrated. The results indicate that the method proposes a new idea for detection and identification of yarn movement on line, and it is well expected that the proposed method is beneficial for the kind of problems.

Key words: yarn movement; photoelectric detection; peak detection algorithm; automatic gain control

0 引 言

在纺织工业的发展过程中, 各种先进检测技术得到了广泛地运用, 光电检测技术在纱线检测方面运用非常广泛^[1]。国内外纱线检测光电仪器在测试性能和高新技术应用等方面有不同程度的改进和提高, 检测实时性和准确性越来越高, 但是检测方法多样化, 各自执行自己的检测标准。如果能找到一种通用的检测方法, 统一标准具有重要的意义, 本研究就是以该目的为出发点提出检测新方法。

在织造工程中, 很多情况下需要对运动中的纱线进行检测, 典型运用如探纬、检测经纱断头等^[2-3]。纱线所具有的柔软性使其在运动过程中会以一定频率抖动, 当纱线位于非均匀光场中, 其抖动所导致的位置变换将会改变传感器接收的光信号强度。而无纱线或是静止纱线情况下则不会出现上述现象, 因此, 根据纱线这一运动特征能够有效地减少纱线识别过程中的误判出现。

本研究通过对运动中纱线位于红外光路中, 一定会对其光强度产生频率性变化影响的特点, 提出了一

种有效地检测运动纱线的新方法。该方法采用红外光电传感器采集信号,利用自动增益控制对信号幅度进行调节,并采用峰值检测算法对信号进行处理,能够有效地获取有无运动纱线存在时的信号特征,并将其作为后续信号处理识别纱线的重要依据。

1 检测方法的研究

为了对这种纺织生产中运动纱线的检测方法进行研究,笔者搭建了一个实验平台,该实验平台上纱线由气流的带动而前进,由于气流速度的波动特性,必然会使纱线在各个位置段上受到不均匀的作用力,也就产生了纱线波动飞行的特性,也就是说纱线的运动轨迹是一条脉动的、波状的飞行曲线,这样得到研究中需要的运动中的纱线。

由纱线运动特点的研究可知,纱线检测设备检测的是一种抖动的纱线。在实验平台上采用红外光电传感器对纱线进行检测,红外光电传感器由透镜、红外发光二极管、红外接收管组成^[4]。红外发光管发出红外光经透镜聚合照射到纱线上,光线经纱线反射或吸收后由红外接收管接收。将红外接收管接收的信号滤波放大,再经数据采集卡和 Matlab 软件平台进行信号采集分析。为了提高红外发光管的辐射功率,采用脉冲驱动方式驱动红外发光二极管,方波脉冲频率为 4.72 kHz,占空比 51.6%。实验平台信号处理流程图如图 1 所示。

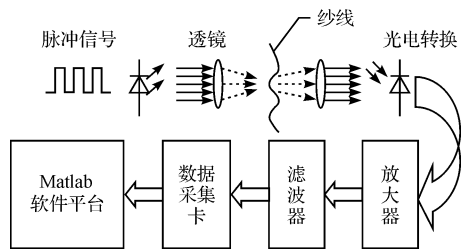


图 1 实验平台信号处理流程图

实验数据分析:数据采集卡采样有纱线运动通过和无纱线时两组信号数据,采样频率为 50 kHz,将采样后数据导入 Matlab 后显示波形图如图 2 所示,本研究选取中间时间段 4 ms 进行分析。无纱线位于红外光通路时,红外接收管接收后输出与方波相同且幅值不变的交流信号如图 2(a)所示;当纱线位于光通路时,红外接收管输出信号幅度频率性变化,如图 2(b)所示。

通过以上的研究分析可知:在红外光通路中,纱线的存在会对其光强度产生影响,特别是运动中的纱线存在于光通路中,光强度会不断变化。本研究得出这

样的结论:用红外光电传感器对纱线进行识别时,纱线运动地存在于红外光通路中,纱线以一定的频率抖动着,这将导致有纱线时,无论纱线是对光线反射还是吸收,红外光电传感器上的光电接收管的光照度,随着纱线抖动的频率改变其强弱程度。光电接收器输出信号经放大滤波后都可以观察到该信号的幅值在周期内不断变换,对这样的信号进行识别最重要的是提取其幅值的变化信息。

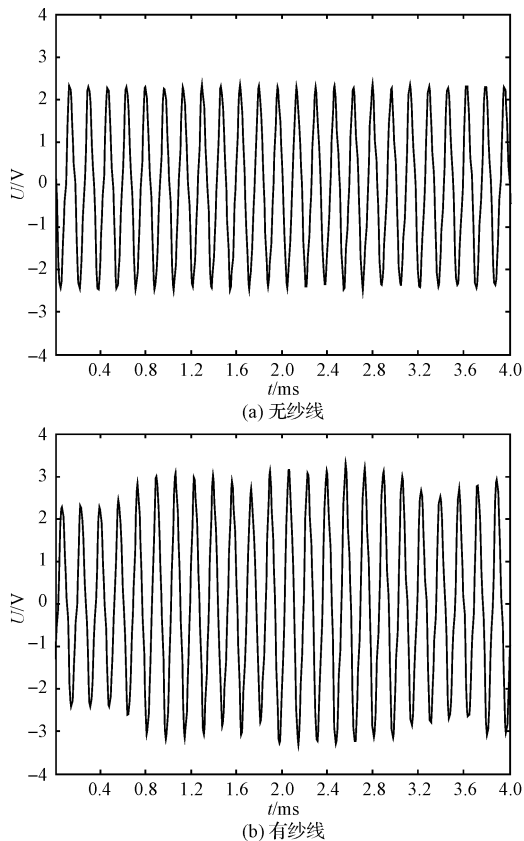


图 2 实验采集信号

在以往文献资料中后续电路都是对信号进行检测放大或是信号的整流,然后比较放大输出。这些处理信号的方法只是考虑幅值的瞬间增大来对纱线信号进行识别,容易受到外部信号干扰而使信号幅值瞬间增大,从而被误认为纱线信号。本研究提出一种用红外光电传感器对运动纱线进行检测的方法,该方法采用峰值检测算法对红外光电传感器信号进行处理,主要是提取因纱线抖动的运动特征而产生的信号幅值变化信息。整个检测方法流程图如图 3 所示。

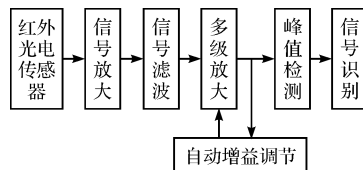


图 3 检测方法流程图

红外光电传感器输出信号一般很微弱,往往被深埋于噪声之中,通过信号放大将信号电压幅度从微伏级放大到伏级^[5-6],然后通过低通滤波将信号中掺杂的高低频分量过滤;将载波信号提取出来,对该载波信号进行幅值调整,采用单一的放大增益时,如果信号幅值过小会使有用信号丢失,信号幅值过大,则会导致信号失真。本研究采用一个能将信号多级放大的模块,通过自动增益调节放大倍数;调理后的信号在峰值检测环节中采用峰值检测算法对信号进行处理,提取峰值信息。后续信号识别电路可以根据有无纱线时峰值变化特点对信号进行判断识别,根据识别结果判断是否检测到纱线。

2 自动增益调节

在由光电传感器和信号处理电路组成的光电检测系统中,为了保证信号处理的准确性,需要对信号进行适当的幅度调理^[7-9]。在实际纺织生产纱线检测工作中存在大量的背景噪声,背景噪声通过信号电路放大,特别是与红外光电信号同频率的背景噪声强度过大会造成误检。为此需要多级信号放大电路能调节放大倍数,减小放大器的放大倍数使背景信号的电压幅度低于设定值,但放大倍数过小又会影响纱线信号的检测,降低检测的灵敏度。在检测纱线的过程中,纱线对红外光通路的信号强度影响有强弱差别,为了提高检测的灵敏度,当信号强度较弱时,增大放大倍数;信号强度过强时,减小放大倍数,防止信号的电压幅度超过电路供电电压过大而饱和失真,从而峰值检测不能准确地检测信号幅值点,影响信号检测的准确性。为此本研究在纱线检测流程中增设了自动增益调节环节。

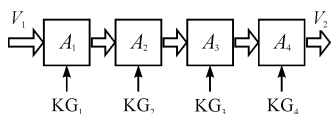


图4 多级放大模块

自动增益调节环节原理:在多级放大模块中,如图4所示。输入信号 V_1 经4级运放电路放大输出信号, A_1, A_2, A_3, A_4 是各级运放电路的放大倍数。几级放大和放大倍数可以根据具体电路信号特点进行设置。通过自动增益调节模块如图5所示对各级运放电路进行开启和关闭控制,综合考虑纱线反射强度和背景光的影响,经实验分析和实际论证设定一个电压参数。 V_2 与设定电压值通过比较器进行比较,当输出信号幅度大于设定值时,输出方波脉冲信号,使能计数器,计数

器根据脉冲信号下降沿计数。将计数结果通过反相器触发控制信号KG控制各级运放工作。

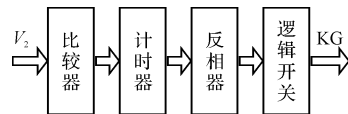


图5 自动增益调节模块

3 峰值检测算法描述与应用

红外光电传感器检测到的运动纱线存在光路中的信号是一个幅值变化的跳变信号,纱线检测重要的一步就是对该信号进行判断,与无纱线时的信号进行区分。本研究中采用一种阈值峰值检测算法对信号进行处理,该算法能精确地提取信号由于纱线抖动而产生的幅值跳变峰值信息,并依此信号特点判断纱线存在红外光路中,峰值检测算法示意图如图6所示。

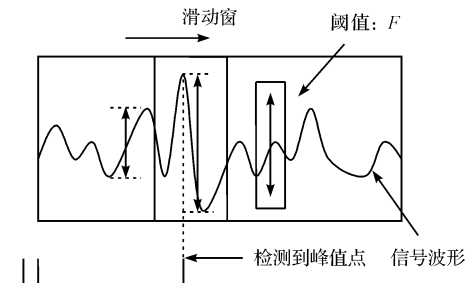


图6 峰值检测算法示意图

峰值检测算法是对信号采样的各数据点进行数学运算处理,信号数据点携带整个信号的信息,获取其中的峰值点是整个峰值检测算法设计的关键。信号中总数据量较大,峰值检测时应尽量考虑数据处理的速度,以满足在实际运用中信号处理的实时性^[10]。本研究采用的峰值检测算法,能有效地提取峰值点,该算法通过将各数据点分段,即设定一个固定宽度窗口,每段内至多只有一个峰值点,每段的数据点个数一定。构造矩阵,数据段个数为矩阵行数和各数据段数据量为矩阵列数,矩阵中的元素为数据点。计算矩阵中每一行的数据点的最大值与最小值差,即峰-峰值,计算数据峰-峰值的偏差,以此偏差作为设定阈值的依据^[11],设定: X_i 为第 i 个数据点; N 为总数据量; F 为阈值; M 为滑动窗宽(窗内数据点数); K 为阈值与峰-峰值偏差的比例系数。

由 X_i 构造 $(N/M) \times M$ 矩阵:

$$\{X_{ij}\} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{(N/M)1} & \cdots & x_{(N/M)M} \end{bmatrix}$$

通过 Matlab 软件编写程序对信号进行峰值检测算法处理,算法描述:

```

for (i = 1; i ≤ N/M; i++)
{
 $Y_i = \max_{1 \leq j \leq M} \{X_{ij}\} - \min_{1 \leq j \leq M} \{X_{ij}\}$ 
 $\Phi = \sqrt{E[Y_i - E\{Y_i\}]^2}$ 
 $F = K \cdot \Phi$ 
for (i = 1; i ≤ N/M; i++)
{
if  $|Y_i| \geq F$ 
输出峰值点
}
}

```

峰值检测算法具有如下优点:通过设定一个固定宽度窗口沿数据滑动,计算当前窗内峰-峰值。针对有限窗内数据峰-峰值之差,设定比较阈值,通过准确设定窗口宽度使窗内只有一个峰值点,能更准确地检测峰值电位。信号基于峰-峰值运算的峰值检测算法消除了杂波干扰的影响,得到了正确的检测结果。

为了验证峰值检测算法的可行性,根据峰值检测算法的要求,设定各参数值:滑动窗宽宽度设定为 0.2 ms,20 个点对应一个峰-峰值;比例系数 K 设定为 1.5。从实验平台采样信号中分别选取有纱线和无纱线信号中各取一段时间长度 4 ms 的数据段信号,在 Matlab 软件中编程对信号进行峰值检测算法处理,并显示信号处理结果如图 7 所示。

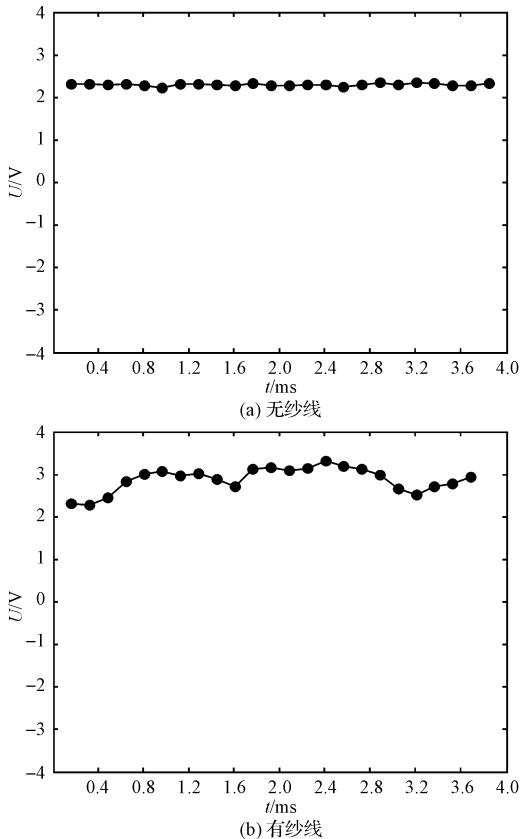


图 7 峰值检测算法处理结果

如图 7 所示为峰值检测算法信号处理结果,图 7 (a)反映的是红外光电传感器光通路中无纱线抖动时的信号处理结果,该图中的结果与有纱线抖动中的信号处理结果相差较大,即峰值检测算法信号处理效果比较明显。图 7(a)中各峰值点波动很小,连接成一条近似于直线的形状;图 7(b)中各峰值点波动比较大,可连接成抖动变化幅度比较大的曲线,该信号波形特点可以形象地反映纱线抖动的频率。

检测运动中的纱线最重要的是对信号进行识别,判据是根据纱线的运动特征而作出的。从峰值算法检测结果可知:有无纱线抖动结果差异较大,这种差异性可以为后续信号识别提供很好的鉴别依据。后续信号识别电路可以将信号通过隔直电路滤取信号直流分量,综合红外光电信号频率和纱线抖动的频率设计一个低通滤波器滤除高频信号,然后将处理后的信号通过比较器与设定的阈值比较,阈值设定根据无纱线时信号的峰值电压和背景光的电压跳变综合设定比较基准值。如在本实验中可设定阈值电压为 0.122 V,在实际的运用中采用微处理器实时获取信号峰值电压值综合比较结果,设定合适的阈值。比较输出脉冲信号即表明检测到纱线。

4 结束语

本研究中在对纺织生产中运动纱线检测技术特点研究的基础上,采用红外光电检测技术提出了一种检测运动纱线的新方法,该方法充分利用运动中的纱线频率性抖动存在于红外光通路中一定会引起红外光电传感器接收信号强度发生同样频率改变的特点,采用峰值检测算法对这种强度不断改变信号进行信号处理,依据峰值检测算法处理结果来判断是否检测到纱线,同时运用自动增益调节方法调节信号的幅度,确保峰值检测的灵敏度。实验结果证明:该检测方法能够准确地纱线进行识别,可以运用在织造工程运动纱线检测中,具有一定的新颖性和实用性。

参考文献 (References):

- [1] 李福刚,岳佩麟. 纺织检测技术及仪表[M]. 北京:中国纺织出版社,1992.
- [2] 田晓静,韦德怀,刘上乾. 光电子技术及其在纺织工业中的应用[C]. 中国纺织工程学会. 长岭杯纺织电子学术研讨论文集,2002.
- [3] 何兆湘. 光电信号处理[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2003.

- haviour in storm winds[J]. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**,2004, 92(7-8):687-697.
- [12] AL-HUSSEIN M, NIAZ M A, YU Hai-tao, et al. Integrating 3D visualization and simulation for tower crane operations on construction sites[J]. **Automation in Construction**, 2006,15(5):554-562.
- [13] YEHIEL R, AVIAD S. Automation of existing tower cranes; economic and technological feasibility[J]. **Automation in Construction**,1998,7(4):285-298.
- [14] AVIAD S, LUCKO G. Cranes for building construction projects[J]. **Journal of Construction Engineering and Management**,2007,133(9):690-700.
- [15] THORSTENSEN B, SYVERSEN T, BJORNVOLD T. Electronic Shepherd-a Low-cost, Low-bandwidth, Wireless Network System[C]//Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. New York, NY, USA: ACM,2004:245-255.
- [16] LIU Hui, MENG Zhi-jun, CUI Shuang-hu. A Wireless Sensor Network Prototype for Environmental Monitoring in Greenhouses[C]//2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2007. Piscataway, United States: Inst. of Elec. and Elec. Eng. Computer Society,2007:2344-2347.
- [17] DALTON A F, SCANAILL C. A Clinical Evaluation of a Remote Mobility Monitoring System based on SMS Messaging[C]//29th Annual International Conference of IEEE-EMBS, Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC'07. Piscataway, United States: Inst. of Elec. and Elec. Eng. Computer Society,2007:2327-2330.

[编辑:柴福莉]

(上接第 323 页)

- [7] SCHRAFT R D, SIMONS F. Concept of a low-cost, window-cleaning robot[C]//Proceedings of the 6th ICCWR. [s. n.],2003:785-792.
- [8] LONGO D, MUSCATO G. Adhesion Control for the Alicia3 Climbing Robot[M]. IEEE Robotics and Automation Magazine,2006:42-50.
- [9] JIZHONG X, SADEGH A. Design of Mobile Robots with Wall Climbing Capability [C]//Proceedings of the 2005 IEEE/ASME ICAIM, [s. n.],2005:438-443.
- [10] HILLENBRAND C, BERNS K. A Climbing Robot based on under Pressure Adhesion for the Inspection of Concrete Walls [C]. 35th International Symposium on Robotics (ISR), [s. n.],2004.
- [11] WANG Y, LIU S L, XU D G. Development and application of wall-climbing robots[C]//Proceedings of ICRA99, [s. n.],1999:1207-1212.

[编辑:柴福莉]

(上接第 332 页)

- [4] 颜晓河,董玲娇,苏绍兴. 光电传感器的发展及其应用[J]. 电子工业专用设备,2006,35(1):59-62.
- [5] 萧泽新. 现代光电仪器共性技术与系统集成[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [6] 曲光阳,吴晓波. 高精度高边电流检测放大器的研究与设计[J]. 机电工程,2008,25(1):1-4.
- [7] 郭振民. 自动增益控制在光电检测系统中的应用[J]. 河北省科学院学报,2009,26(2):38-41.
- [8] CHEN Jin-xiang, CHANG Ben-kang. A study on intelligent measuring equipment for the width of fibers[C]//Proceeding of SPIE,1998:591-594.
- [9] GUSAROVA N F. Optical monitoring of yarn during its processing [J]. **Journal of Optical Technology**, 2001, 68(8):613-616.
- [10] [美]KUO S M, [美]LEE B H. 实时数字信号处理[M]. 卢伯英,译. 北京:中国铁道出版社,2005.
- [11] CHIAPPALONE M, VATO A, TEDESCO M B, et al. Networks of neurons coupled to microelectrode arrays: a neuronal sensory system for pharmacological applications [J]. **Biosensors and Bioelectronics**,2003(18):627-634.

[编辑:柴福莉]