

文章编号:1671-251X(2015)12-0068-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.12.018

王晓超,乔铁柱.基于 Hough 变换的输送带纵向撕裂检测方法[J].工矿自动化,2015,41(12):68-70.

基于 Hough 变换的输送带纵向撕裂检测方法

王晓超, 乔铁柱

(太原理工大学 新型传感器与智能控制教育部重点实验室, 山西 太原 030024)

摘要:针对现有输送带纵向撕裂检测方法存在敏感度低、操作不便、非可视化等问题,提出了一种基于 Hough 变换的输送带纵向撕裂检测方法。该方法使用线光源辅助照射,利用 CCD 实时采集输送带下表面图像,通过 Hough 变换提取图像斜率差特征来判断输送带是否发生纵向撕裂。测试结果验证了该方法的有效性。

关键词:输送带;纵向撕裂;Hough 变换

中图分类号:TD634

文献标志码:A

网络出版时间:2015-12-04 15:44

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20151204.1544.018.html>

Detection method of conveyor belt longitudinal tear based on Hough transform

WANG Xiaochao, QIAO Tiezhu

(Ministry of Education Key Laboratory of Advanced Transducers and Intelligent Control System,
Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In view of problems of low sensitivity, inconvenient operation and non-visualization of existing detection methods of conveyor belt longitudinal tear, a detection method of conveyor belt longitudinal tear based on Hough transform was proposed. Lower surface image of conveyor belt is collected in real-time by use of CCD with line light source as auxiliary irradiation, and slope difference characteristics of the image are extracted through Hough transform, so as to determine whether longitudinal tear of conveyor belt happens. The test result verifies effectiveness of the method.

Key words: conveyor belt; longitudinal tear; Hough transform

0 引言

煤矿输送带具有输送距离长、运载能力强等特点,其在长期运转过程中,由于物料中夹带的尖锐金属、大型矸石等造成输送带受力不均,极易发生纵向撕裂事故^[1-2]。目前,输送带纵向撕裂检测方法主要有接触式力学检测、非接触式 X 射线检测、预埋式声波/电磁检测^[3]等。其中,接触式力学检测方法对于输送带没有完全裂开,即无物料掉落的情况无法起效;非接触式 X 射线检测方法对人体有一定伤害,不适合长时间应用;预埋式声波/电磁检测方法需在输送带中埋入检测装置,降低了输送带强度。

同时,上述方法都存在非可视化的缺点,在实际检测过程中效果并不理想。因此,本文提出了一种基于 Hough 变换的输送带纵向撕裂检测方法,利用 CCD 实时采集输送带下表面图像,通过 Hough 变换检测输送带图像特征,从而判断输送带是否发生纵向撕裂或有发生纵向撕裂的趋势。

1 输送带图像采集

CCD 是一种工作时长、分辨率高、响应速度快的视觉敏感器件。矿井巷道内光线较弱,直接利用 CCD 采集的图像显示较模糊。因此使用线光源进行辅助照射,以增强采集图像的纹理效果。CCD

收稿日期:2015-07-23;修回日期:2015-11-13;责任编辑:盛男。

基金项目:山西省特色学科项目(晋教财[2012]145号)。

作者简介:王晓超(1989—),男,山西大同人,硕士研究生,主要研究方向为图像处理、智能控制等,E-mail:wangxc1989@126.com。

及线光源安装方式如图 1 所示。线光源对输送带呈 45° 照射,在输送带下表面出现一条 5 mm 左右宽度、覆盖整个输送带的高亮细线,且与输送带运行方向呈垂直状态。CCD 正对输送带下表面采集图像,调整线光源使高亮细线基本处于 CCD 采集视野的中央。由于线光源倾斜照射,输送带上的划痕、撕裂等不平整处会在高亮细线上以角点、断点的形式体现。

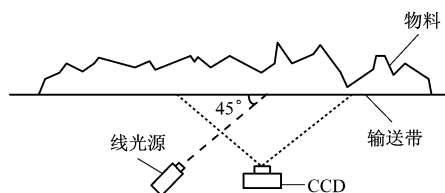


图 1 CCD 及线光源安装方式

2 基于 Hough 变换的图像检测原理

Hough 变换是一种应用于图像的特征识别方法,其主要思想是通过直角坐标系到极坐标系的转换,计算在一个区域内包含目标形状的点的个数,以其最大值作为可确定的目标^[4-6]。针对本文的检测目标——高亮细线是带有一定弧度的曲线,利用无限微分思想,可将极小范围内的每一段曲线近似为直线进行分析。利用 Hough 变换对直线及其斜率进行检测,并利用差分思想检测斜率的变化,即高亮细线的整体走向。

将输送带图像中的高亮细线分成相同长度的 n 段,利用 Hough 变换计算每段直线的倾角 $\theta_i (i = 1, 2, \dots, n)$,再利用倾角 θ_i 计算每段直线的斜率 k_i ,最终得到相邻直线段斜率差 $k'_i = |k_{i+1} - k_i| (i = 1, 2, \dots, n-1)$ 。

CCD 采集的输送带图像经过 Hough 变换处理后所得斜率差 k'_i 随着高亮细线的光滑程度改变:当 k'_i 极小,趋近于 0 时,即高亮细线较平滑,表明输送带完好;当 k'_i 较大,超过一定阈值时,即高亮细线发生了弯折,表明输送带表面可能出现划痕或纵向撕裂现象。

3 测试分析

通过模拟不同程度的输送带纵向撕裂并采集大量图像,利用本文方法计算分析,得到输送带表面处于不同情况时的斜率差 k'_i :当 $|k'_i| < 0.1$ 时,输送带未发生纵向撕裂;当 $0.1 \leq |k'_i| \leq 0.5$ 时,输送带表面出现划痕,即有发生纵向撕裂的趋势;当 $|k'_i| > 0.5$ 时,可判断输送带发生了纵向撕裂。计算机只需

计算图像中高亮细线每段的斜率差,通过设定的阈值即可实现输送带纵向撕裂检测的目的。

为验证本文方法的有效性,对大同煤矿集团有限责任公司晋华宫矿主井输送带进行纵向撕裂检测。主井输送带宽 120 cm,长 800 m,运行速度为 4.5 m/s。CCD 型号为 PointGrey CMLN-13S2M,其分辨率为 800×600 ,最小曝光时间为 $0.3 \mu\text{s}$,采用 4 mm 广角镜头可保证 CCD 在距离输送带 40 cm 内拍摄视野大小为 $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$,设置 CCD 帧频为 30 帧/s。线光源照射长度为 40 cm,光束发射角小于 2.5 rad 。在输送带下表面并列放置 2 套 CCD 和线光源。根据输送带宽度以及采集图像的宽度设置高亮细线分段数 n 为 50,则每一段对应 16 个像素点。

输送带不同状态下 CCD 采集图像及对应斜率差曲线如图 2 所示。图 2(a)中高亮细线呈一条较

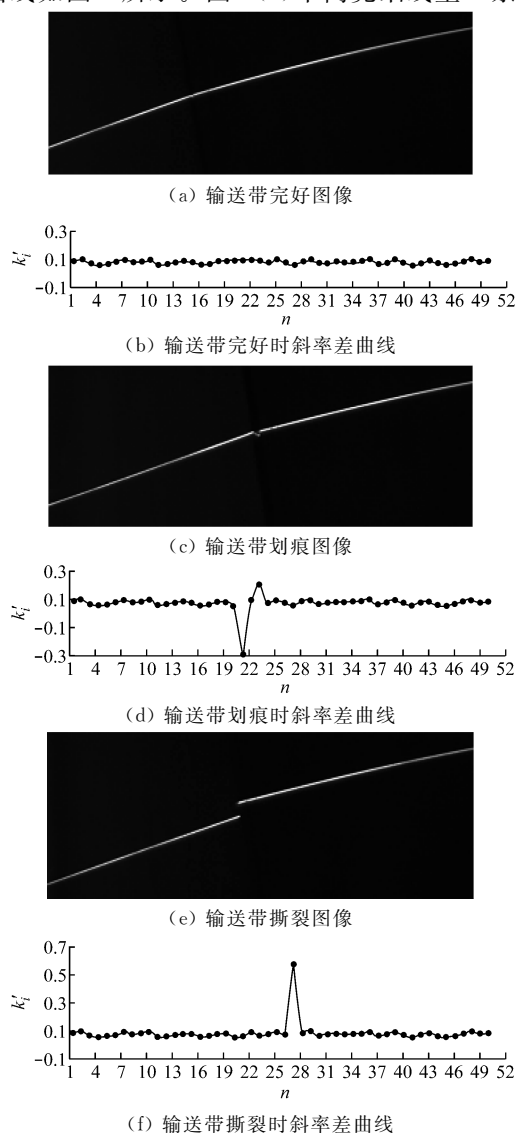


图 2 输送带不同状态下 CCD 采集图像及对应斜率差曲线

光滑的曲线,其对应斜率差曲线图 2(b)中 $|k'_i| < 0.1 (i=1,2,\dots,50)$,表明输送带完好。图 2(c)中高亮细线有小的角点特征出现,其对应斜率差曲线图 2(d)中 $k'_{21}=-0.3, k'_{23}=0.2$,表明在横向第 336 至 368 像素区域输送带出现划痕,有发生纵向撕裂的趋势。图 2(e)中高亮细线有断开部分,其对应斜率差曲线图 2(f)中 $k'_{27}=0.57$,表明在横向第 432 像素处输送带发生了撕裂。该检测结果与实际输送带上存在的划痕、撕裂区域完全一致,表明本文方法具有较高的准确性。

4 结语

基于 Hough 变换的输送带纵向撕裂检测方法通过 Hough 变换提取的输送带图像的斜率差特征来识别输送带纵向撕裂或带有撕裂趋势的划痕,具有较高的准确性、实时性,实现了检测的可视化,具

有较好的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 曹剑,张书洋,张暑利,等. 煤矿胶带输送机防纵撕事故的研究[J]. 工矿自动化,2011,37(1):57-58.
- [2] 赵弼龙,乔铁柱. 基于支持向量机红外图像分割的输送带纵向撕裂检测方法[J]. 工矿自动化,2014,40(5):30-33.
- [3] 周德维. 一种防止运输皮带纵向撕裂检测方法[J]. 港口科技,2011(4):27-30.
- [4] 王竞雪,朱庆,王伟玺,等. 结合边缘编组的 Hough 变换直线提取[J]. 遥感学报,2014,18(2):378-389.
- [5] 曾文静,张铁栋,万磊,等. 基于 Hough 变换的水下管道检测方法[J]. 仪器仪表学报,2012,33(1):76-84.
- [6] 鲁昌华,韩静,刘春. 基于 hough 变换的角度检测和特征识别[J]. 电子测量与仪器学报,2005,19(5):45-49.