

MI-Cored: A Mathematical Morphological Filtering Method by Using Structural Element of “M” Glyph Based on Machine Vision

Chunyan Song¹, Meng Zhao²

¹Mechanical Engineering College of Yanshan University, Qinhuangdao Hebei

²Information Science and Engineering College of Yanshan University, Qinhuangdao Hebei

Email: 1064687452@qq.com, zhaomeng_527@163.com

Received: May 12th, 2017; accepted: May 28th, 2017; published: May 31st, 2017

Abstract

With the development of information technology, Machine vision technology which has the advantages of accurate, efficient, fast and flexible, receives extensive attention of the public. The application of machine vision technology in industrial production has great potential and effectiveness. Due to the manual measurement of the turnout rail size has problems such as low efficiency and accuracy, subjective and poor consistency, this paper proposes a new mathematical morphological filtering method based on machine vision, called MI-cored which uses a structural element of “M” glyph. Through experiments, by using the MI-cored, the resulting image signal has the smallest noise-signal ratio and the best effect of noise suppression, which is provided to measure the turnout rail size, improves the accuracy of measurement and ensures the quality of turnout rail production.

Keywords

Machine Vision, Filtering Method, Mathematical Morphological, Structural Element

MI-Cored: 一种基于机器视觉的米字形结构元素数学形态学滤波方法

宋春艳¹, 赵孟²

¹燕山大学机械工程学院, 河北 秦皇岛

²燕山大学信息科学与工程学院, 河北 秦皇岛

Email: 1064687452@qq.com, zhaomeng_527@163.com

收稿日期: 2017年5月12日; 录用日期: 2017年5月28日; 发布日期: 2017年5月31日

摘要

随着信息化技术的不断发展, 机器视觉技术受到了大众的广泛关注。机器视觉技术具有精确、高效、快速、灵活等优点, 使其在工业生产中具有巨大的应用潜力和效能。本文针对目前国内道岔钢轨尺寸传统测量方法的弊端: 效率低、精度低、人为主观性强和测量者个体差异等问题, 提出了一种基于机器视觉的道岔钢轨端面尺寸测量方法, 此方法的核心技术在于应用米字形结构元素的数学形态学操作MI-cored对道岔钢轨端面图像进行二次去噪处理, 并通过实验验证, 应用MI-cored滤波方法后最终得到图像的信噪比最小, 具有最佳的噪声点抑制效果。通过此方法得到最优图像供道岔钢轨端面尺寸测量, 提高尺寸测量的准确性, 进而保障道岔钢轨生产质量。

关键词

机器视觉, 滤波方法, 数学形态学, 结构元素

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自 1825 年英国修建了世界第一条铁路以来, 由于运输速度和运输能量上的优点, 铁路在很长的历史时期内成为各国的交通运输骨干。从 20 世纪 50 年代开始, 公路和航空运输迅速发展, 使铁路在速度上居于劣势, 长途客运受航空运输排挤, 短途客运被汽车运输取代, 铁路进入“夕阳产业”的被动局面。然而进入 20 世纪 70 年代以后, 由于能源危机、环境恶化、交通安全等问题的困扰, 人们重新认识到铁路的价值。特别是高速铁路以其速度快、运能大、能耗低、污染轻等一系列的技术优势, 适应了现代社会经济发展的新需求。近年来, 随着我国运输业的快速发展, 更多的资金投入 to 高速铁路的建设上来, 轨道的生产量将在未来几年日益增大。为保障铁路运输业的稳定发展, 保障钢轨质量是基本前提, 而道岔钢轨作为保证高速列车能够平稳转线的关键部件, 具有繁杂的几何结构, 并且数量庞大。道岔钢轨端面的尺寸精度是衡量道岔的精确性和稳定性的重要因子, 因此如何精准、高效地完成道岔钢轨端面尺寸测量, 对提升道岔钢轨生产质量具有重大意义。

1986 年澳大利亚制造的第一台轨道状态监视系统问世, 此系统的应用开创了自动快速检测的新纪元。随后, 英国道比研究中心开发的钢轨断面测量仪、英国 DeltaRail 公司的 C.Rogers、美国 KLDLabs 公司的 ORLAM 系统、丹麦绿林公司的 MINIPROF 测量系统、意大利 MERMEC 公司的轨道测试系统等机器视觉技术被应用在实际生产当中, 机器视觉检测理论和相关技术也日趋完善, 逐渐取代传统工业检测技术, 一跃成为现代工业自动化检测的重要手段和基本方法。目前, 我国钢轨等零部件的测量仍然以传统式测量方法为主, 主要依靠接触式测量, 使用的检测设备仍是卡尺和钢卷尺, 而测量仪器也以工业仪器为主, 如: 门式钢轨端面数据测量仪、卡轨头式钢轨端面测量仪、绘图式钢轨端面测量仪等等, 技术及设备都远远低于国际水平。近些年来, 我国的研发人员在广泛学习国外机器视觉技术的基础上不断探索挖掘, 在机器视觉领域也有所突破, 并将其应用于工业生产上, 取得了令人叹为观

止的成效。

基于机器视觉的检测技术具有高效、快速、灵活、高精度、非接触式、获取信息丰富等优点, 逐渐成为具有广泛应用潜力的检测技术。本文针对目前国内道岔钢轨尺寸传统测量方法的弊端: 效率低、精度低、人为主观性强和测量者个体差异等问题, 提出了一种基于机器视觉的道岔钢轨端面的尺寸测量方法, 这种技术的核心技术在于对道岔钢轨端面图像应用数学形态学技术进行二次去噪处理。本文以下内容首先对常用滤波方法[1]进行分析, 选择适用于道岔钢轨端面图像的滤波方法进行初次去噪处理; 然后通过常用的数学形态学操作中结构元素选取的分析, 提出适用于道岔钢轨端面图像处理的米字形结构元素, 通过基于米字形结构元素的数学形态学操作(即 MI-cored)进行二次去噪处理; 最后, 针对不同拍摄状态下的道岔钢轨端面图像, 应用不同的结构元素进行信噪比实验分析比较, 最终得出结论。

2. 初次滤波方法

图像在拍摄过程中常常会受到外界环境如光照、温度等, 甚至元器件自身条件因素的影响, 使得最终获取图像中存在大量的噪声。而噪声干扰会严重影响到道岔钢轨端面尺寸测量的准确性, 因此对拍摄获取图像进行滤波去噪是保障最终测量精度的关键环节。

常见的滤波方法有: 中值滤波[2]、均值滤波[3]及高斯滤波等。其中, 中值滤波是一种非线性的滤波技术, 对脉冲噪声、点状噪声、椒盐噪声、叠加白噪声和长尾叠加噪声方面具有很好的滤波性能。均值滤波能有效抑制各种噪声, 在一定程度上能够对高斯噪声进行滤除, 但对椒盐噪声比较敏感, 会产生比较大的偏差; 均值滤波算法简单易操作, 但会使图像中锐角、不连续部分变得模糊, 造成边缘等信息的丢失。高斯滤波是一种线性平滑滤波, 对于抑制服从正态分布的噪声非常有效。

从拍摄获取道岔钢轨端面图像的实际需要出发, 本文选择能够保留较好边缘信息的中值滤波方法进行第一次去噪处理。

3. 米字形结构元素的数学形态学二次滤波方法

虽然通过初次滤波处理可以去除大量噪声, 使图像更加平滑, 但由于光线角度、拍摄条件等因素的影响会导致道岔钢轨端面受光不均匀, 造成更大范围的噪声。而对于这种较大规模的噪声, 本文采用数学形态学操作去除。

数学形态学[4]是一种非线性滤波方式, 它的基本思想就是利用一个结构元素对原始图像进行一系列形态学的基本操作, 得到输出图像。形态学操作中最关键的内容是选择合适的结构元素[5], 结构元素也称为核, 可以被看做是一副小尺寸的图像, 通过这个小尺寸图像来对原始图像进行相应形态学操作, 完成形态学变换得到输出图像。选择合适的结构元素主要是确定它的尺寸大小和形状。目前常用的有十字形、椭圆形和长方形。

根据道岔钢轨端面的轮廓曲线及实际拍摄环境, 通过分析对比十字形、椭圆形和长方形等常用结构元素, 本文定义一种新的结构元素, 即米字形结构元素, 如图 1 所示。通过基于米字核的数学形态学操作(即 MI-cored)对道岔钢轨端面图像进行二次去噪处理。

米字形结构元素可以看作是二个 5×5 的十字形相组合而构成的结构元素。米字形与十字形结构元素相比较, 米字形增加了东北 45° 、西北 45° 、东南 45° 及西南 45° 四个方向, 方向扩展了一倍。米字形与长方形结构元素相比较, 在相同尺寸的条件下, 米字形的计算量更小, 效率更高。

为了使实验效果的对比明显, 在对道岔钢轨图像在无光源、有光源晚上和无光源白天三种情况, 通过初次中值滤波后, 再进行二值化, 由于夜晚亮度与白天正好相反, 因此对夜晚图像进行取反, 处理后的图像如图 2 所示。

从二值化处理后的图像上我们可以清楚看出, 图 2 中无光源的图 a 中有大量的噪声点, 有光源

●		●		●	1	0	1	0	1
	●	●	●		0	1	1	1	0
●	●	●	●	●	1	1	1	1	1
	●	●	●		0	1	1	1	0
●		●		●	1	0	1	0	1

Figure 1. “M” glyph structural element and template
图 1. 米字形结构元素及模板表示

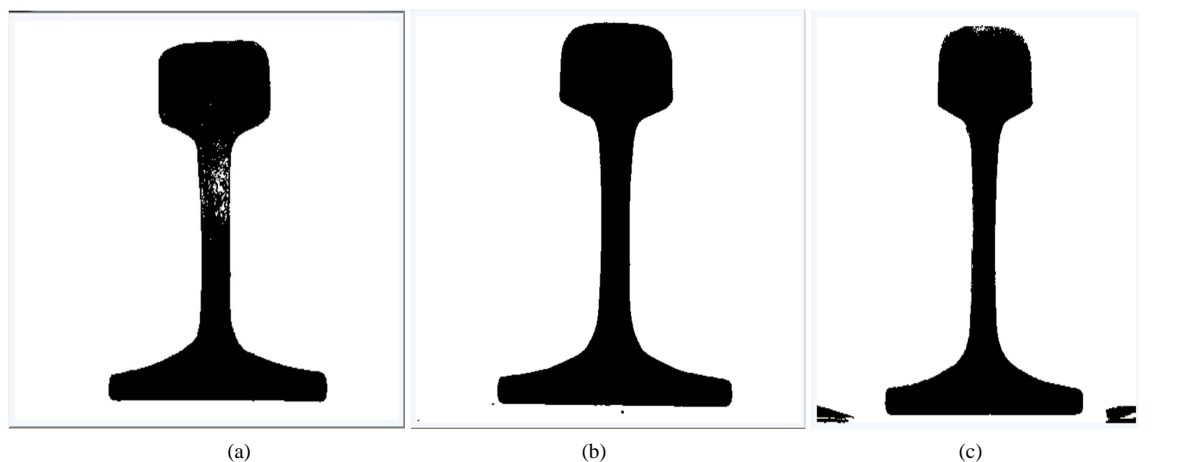


Figure 2. Binarization figure; (a) No light; (b) Light source in the evening; (c) Light source during the day
图 2. 二值化图; (a) 无光源; (b) 有光源晚上; (c) 有光源白天

晚上的图 b 效果很好, 有光源白天的图 c 中轨头位置有大量噪声。

仅针对图 c 分别应用长方形、十字形及米字形结构元素的数学形态学操作进行去噪, 为了能够更加清晰明显的观测出来, 我们仅截取图 c 轨头位置并进行局部放大, 显示效果如图 3 所示。

通过实验结果对比可以清晰的看出, 应用米字形结构元素去噪后, 噪声点明显减少, 通过肉眼观察即可看出, 米字形结构元素相较于十字形和长方形结构元素去噪效果更好, 边缘也更加平滑。

4. 实验分析

通过使用不同的结构元素对三幅不同的钢轨端面图像进行实验得到如表 1 所示的实验数据。

通过比较表 1 信噪比统计结果, 我们可以很明显的看出, 选取结构元素的尺寸比越大通过数学形态学操作后计算出的信噪比越小; 而对于相同尺寸的结构元素来说, 十字形、长方形和椭圆形结构元素计算得出的信噪比都要大于米字形结构元素。因此, 根据信噪比统计结果可以得出结论, 应用米字形结构元素进行数学形态学操作后得到的信噪比最小, 卷积计算时所需乘法次数也最小, 去噪效率最高, 效果最优。

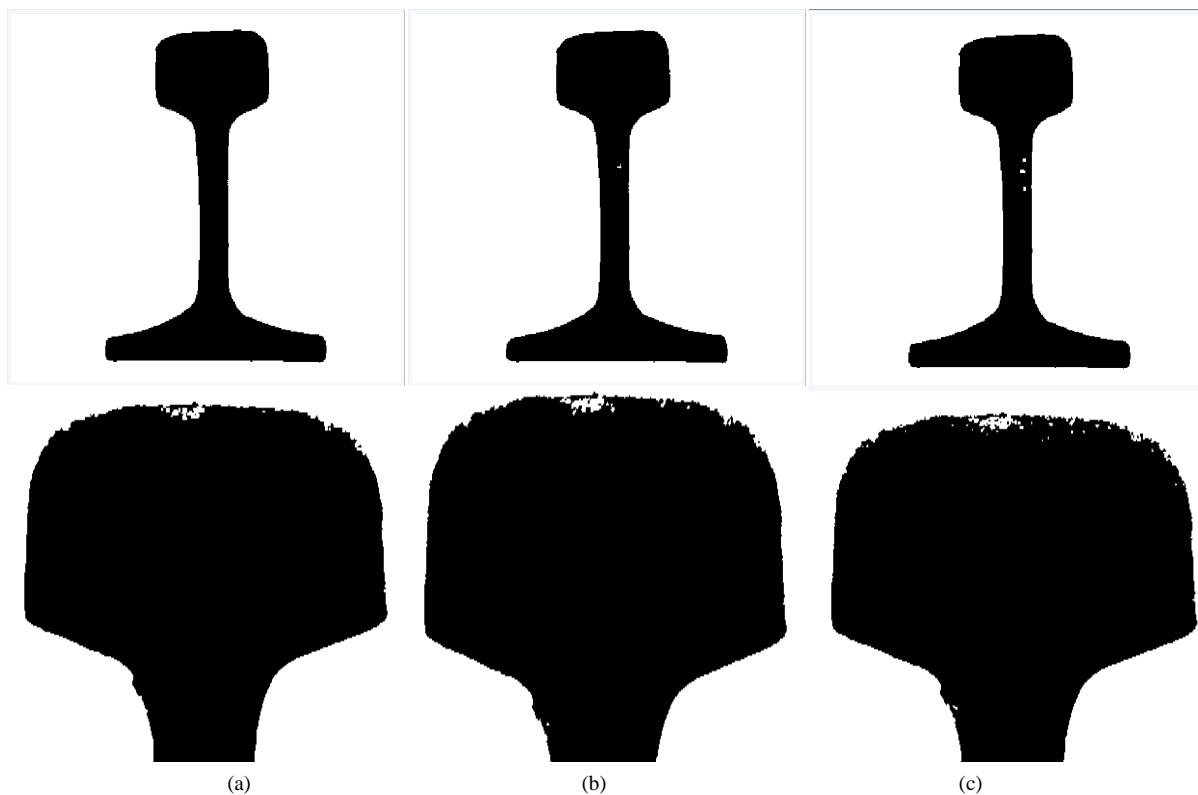


Figure 3. Comparing the effect of different structural elements experiment; (a) 3×3 rectangular processing result; (b) 5×5 cross processing results; (c) “M” glyph processing results

图 3. 不同结构元素实验效果对比图; (a) 3×3 长方形处理结果; (b) 5×5 十字形处理结果; (c) 米字形处理结果

Table 1. The statistical results of SNR

表 1. 信噪比统计结果

结构元素	图 a	图 b	图 c
3×3 十字形	40.851889	45.289910	39.179389
3×3 长方形	35.976956	41.124169	32.734537
5×5 十字形	12.269987	12.798876	14.400112
5×5 长方形	12.037987	12.621487	13.689776
5×5 椭圆形	12.045941	12.623451	13.746766
米字形	12.023998	12.598879	13.671123

5. 结论

通过介绍机械视觉技术, 并将其应用于道岔钢轨端面尺寸测量, 本文首先通过中值滤波方法对道岔钢轨端面图像进行初次去噪, 对其进行预处理后应用 MI-cored 进行二次滤波, 最终得到去噪效果最优的道岔钢轨端面图像, 用于测量道岔钢轨尺寸。通过实验验证, 与其它结构元素相比, 应用基于米字形结构元素的数学形态学操作得到图像的信噪比最小, 对噪声点的抑制效率最佳, 进而保障高效、精准的进行道岔钢轨端面尺寸测量, 提高道岔钢轨的生产质量。

参考文献 (References)

- [1] 刘平平. 机器视觉系统中的图像噪声处理算法研究[D]: [硕士学位论文]. 湖北: 华中科技大学, 2011.

-
- [2] Shadhan, L. and Cohen, P. (2007) Detection of Anomalies in Texture Images Using Multi-Resolution Random Field Models. *Signal Processing*, **87**, 3045-3062.
- [3] 王科俊, 熊新炎, 任桢. 高效均值滤波算法[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(2): 434-438.
- [4] 王树文, 闫成新, 张天序, 等. 数学形态学在图像处理中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2004, 32(1): 89-92.
- [5] 郭景峰, 蔺旭东. 数学形态中结构元素的分析研究[J]. 计算机科学, 2002, 29(7): 113-115..

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: csa@hanspub.org