

文章编号: 1005-8451 (2013) 05-0023-04

动车组故障轨边图像自动检测系统图像 对比算法研究

许艳峰

(郑州铁路局 车辆处, 郑州 450052)

摘要: 动车组故障轨边图像自动检测系统 (TEDS) 采用模块化、小型化的设计理念, 运用图像自动识别技术, 对异常图像进行分级报警。在图像自动识别技术基础上, 设计了整个图像识别框架, 针对不同部件, 采用逐级细化、图像对比、分级预报算法, 提高动车组故障自动识别效果, 达到分级报警的要求。

关键词: 动车组故障轨边图像自动检测系统; 图像自动识别; 历史对比

中图分类号: U266.2 : TP39 文献标识码: A

Research on image contrasting algorithm for TEDS

XU Yanfeng

(Department of Vehicle, Zhengzhou Railway Administration, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The modular and miniaturization design concept was adopted in TEDS by using the automatic identification technology to alarm hierarchically in abnormal image. On the basis of automatic identification image technology, the whole image identification framework was designed. According to the different components, the algorithm of stepwise refinement, image contrasting and classification prediction were used to improve the effect of automatic identification for the trouble image of EMU, reach the hierarchical alarm requirements.

Key words: TEDS; image automatic identification; history contrast

目前, 在铁路广泛应用的铁路车辆图像检测设备主要是货车故障轨边图像检测系统 (TFDS) 和客车故障轨边图像检测系统 (TVDS), TFDS 和 TVDS 通过对运行列车进行动态图像检测, 以人机结合的方式, 及时发现车辆关键部位故障, 是保障铁路客、货车辆运行安全的重要设施。动车组故障轨边图像自动检测系统 (TEDS) 对运行中的动车组进行多方位多角度拍摄, 采集动车组底部可视部件 (车体底部及转向架制动装置、传动装置、牵引装置、轮轴、车钩及车底部其他可视部位)、侧部可视部件 (侧部裙板、转向架及轴箱、车端连接部等可视部件) 图像, 采用图像自动识别技术, 实现故障自动报警。TEDS 是集高速连续数字照相技术、大容量图像数据实时处理技术、精确定位技术、图像识别技术、网络技术及自动控制技术于一体的智能系统; 在借鉴 TFDS、

TVDS 技术的基础上, 结合动车组车型少、同一种型号动车组外形规范统一等特点, 充分考虑到 TFDS、TVDS 在图像检测方面存在的耗用时间长、需要人员多、故障图像识别难度大、适用速度等級低等缺点, 采用了模块化、小型化的设计理念, 运用图像自动识别技术, 增加了具体重点部件的故障识别算法, 对图像自动进行对比分析和异常分级报警, 人工对异常报警信息进行确认处理, 实现图像自动识别和分级报警。

1 对比算法原理

TEDS 由轨边设备、探测站设备和监测站 3 部分组成, 其关键部件包括: 相机采集模块、AEI 装置、车轮传感器、图像信息处理和数据传输、数据存储和图像分析识别服务器、集中复示中央服务器和网络设备、监控终端和防雷设备等。TEDS 采用图像自动识别、图像实时处理、低信

道图像传输、车号自动识别、精确定位实时采集等技术，实现了图像检测、车号识别索引、图像自动识别报警、外部数据交互、数据统计分析等功能。对于TEDS的系统设计，关键要解决如何快速准确地实现对动车组大量图像的对比分析和故障识别，本文主要对图像处理、对比和报警的算法进行研究。

2 对比的系统流程

在TEDS的故障识别模块中，综合对比图像信息与识别信息，在图像处理和历史对比的基础上，对重点部位进行针对性识别，从而更加准确地对动车组的故障部件提出预警。系统对比算法流程如图1。

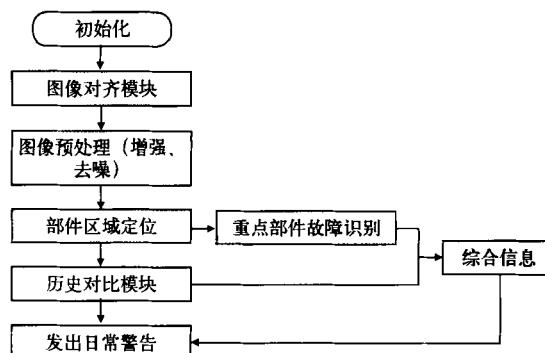


图1 系统对比算法流程图

3 算法应用

3.1 图像对齐

TEDS在获取图像的时候，以动车组的车轴顺位为基准进行图像拍摄校正，所以本文利用图像相对车轴的信息，把当前图像和历史图像对齐，找到含有共同信息的两张图。图像对齐算法流程如图2。

图像对比的算法核心，是如何对两张图像中的公共区域进行对比，找到不同。本文基于人眼识别的思维模式，采用从大到小，从粗到细，逐层递推的思想，设计了一套算法流程来进行识别。识别图像不同对比算法流程如图3。

3.2 图像预处理

由于现场环境和图像在压缩传输过程中存在图像质量下降和噪声干扰，在对比过程中，噪声往往使局部梯度信息比较多，很容易对图像的边

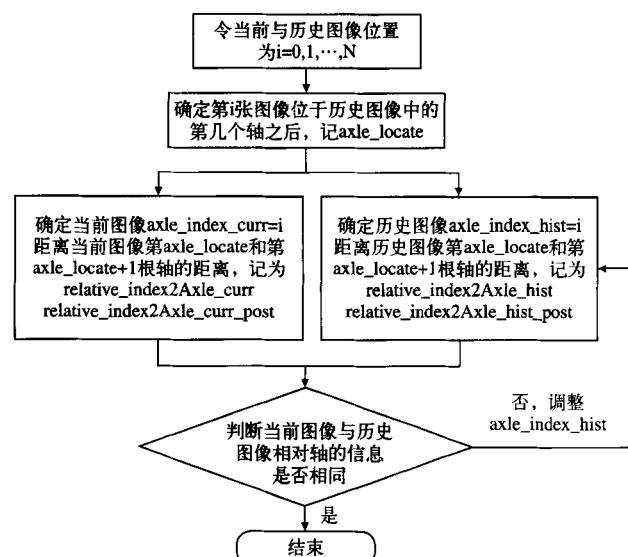


图2 图像对齐算法流程图

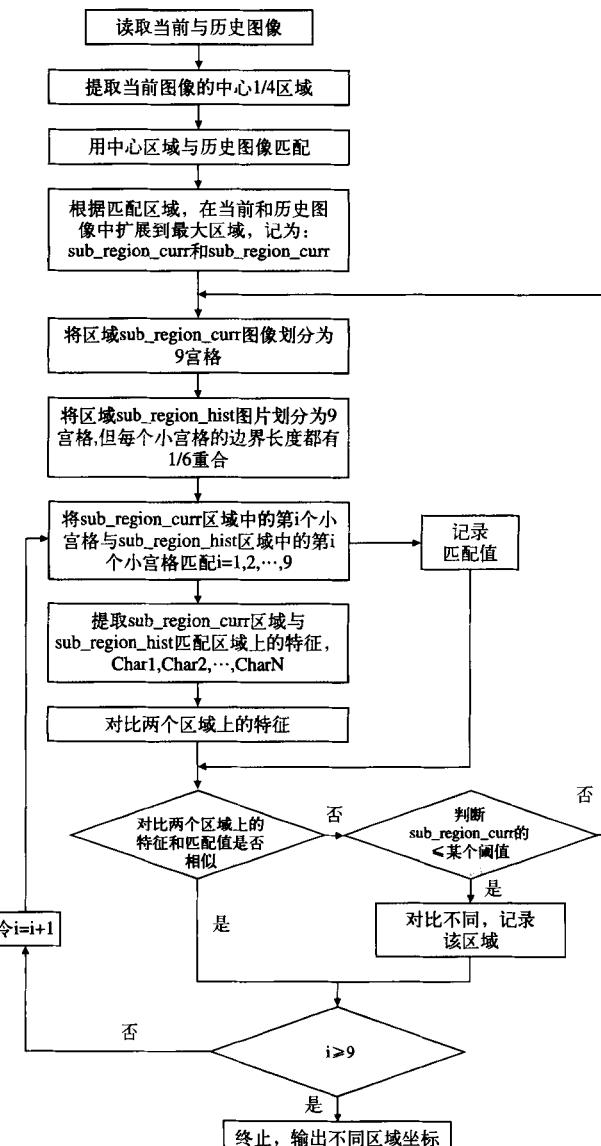


图3 识别图像不同对比算法流程图

缘信息造成混淆，使得噪声对图像自动识别造成非常严重的影响，所以在对比前需要对图像做预处理。图像去噪包括消除噪声和增强图像特征。在原图像上直接进行处理的常见去噪算法有：邻域平均法、中值滤波法、高斯滤波、双边滤波、非局部平均滤波等。因为去除噪声意味着除去图像的高频部分，而图像的边界同样是高频部分，所以在去除噪声的同时，往往使得图像的边界变得模糊。

双边滤波是为解决边缘模糊而提出的，它基于高斯滤波针对权系数直接与图像信息作卷积运算进行图像滤波的原理，其滤波器系数由几何空间距离和像素差值决定，同时利用像素点的空间邻近度信息和亮度相似度信息来处理图像，既可有效降低图像噪声又可使图像边缘信息保持清晰和边缘平滑。但由于动车组检测图像信息量大，双边滤波存在滤波速度慢、信息丢失严重等缺陷。根据双边滤波的基本原理，为使图像平滑并保留边界信息，本文设计了一个实用的去噪算法。算法流程如图 4。

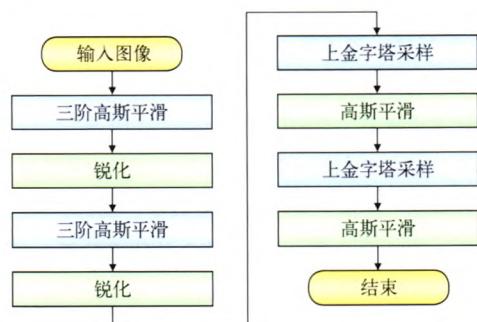


图4 预处理算法流程

考虑到图像传输和故障识别的时效性，为了提高自动检测识别效率，图像处理经过第 2 次锐化后，在减少图像中的噪声的同时，又保留了必要的边缘信息，可满足图像预处理的要求。

以动车组车体底板排气孔图像为例，采用不同滤波方法进行去噪，从图 5 和表 1 不同图像处理方法的去噪效果对比来看，双边滤波方法虽然在某些边界上保留的信息比较好，边界有所增强，但是在一些网格交织的区域，图像的去噪效果很不理想。从图像的灰度信息和梯度信息可以看出，本文设计算法在梯度方向基本上能够达到双边滤波的效果，而在灰度信息上与原图对比，变化不大。对图 5 (c) 和图 5 (d) 对比可知，图像的噪声基

本上得到了抑制，边界效果虽然有所平滑，但保留了足够的细节信息。

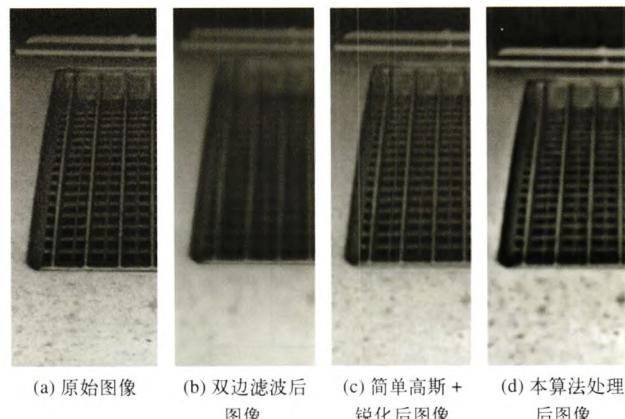


图5 不同图像处理方法结果对比图

表1 去噪效果对比表

图像类别 指标值	原图	双边滤波	简单高斯+锐化	本算法
灰度均值	43.462 6	43.474 6	45.718 9	46.477 6
灰度方差	29.278	28.494 8	30.693 5	31.034 8
梯度均值	3.086 08	0.214 189	1.208 36	0.273 819
梯度方差	4.856 08	0.485 853	1.867 15	0.510 499

3.3 部件区域定位

动车组车轴涂层对车轴起到一种保护作用，涂层脱落，使得车轴暴露在外界环境下，外界环境会对车轴造成污染、腐蚀或异常打击损伤，从而影响车轴的使用寿命甚至危及列车运行安全。图 6 列出车轴涂层脱落对比图。

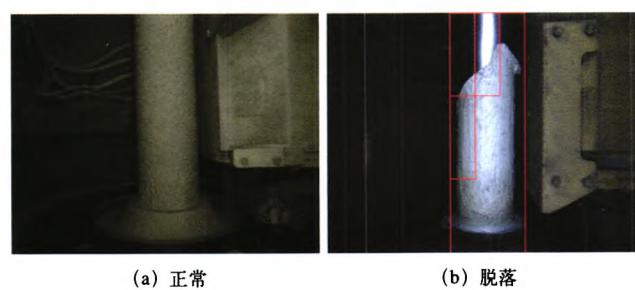


图6 车轴涂层脱落对比图

通过以上对比算法，可实现对同一部位故障的自动识别。实验结果对比可看出，通过对涂层脱落部位进行定位，根据脱落面积，分级预报。

3.4 重点部位故障识别

本文以闸片为例，对重点部件进行特殊的故障识别算法研究。闸片作为动车组的制动装置部件，在动车组的安全运行中，起到了非常重要的作用。闸片裂损、掉块、磨耗过限等对动车组的制动性能均会带来较大的潜在危害，因此需要对

闸片图像进行更加精确地识别判断。重点部位识别算法流程如图 7。

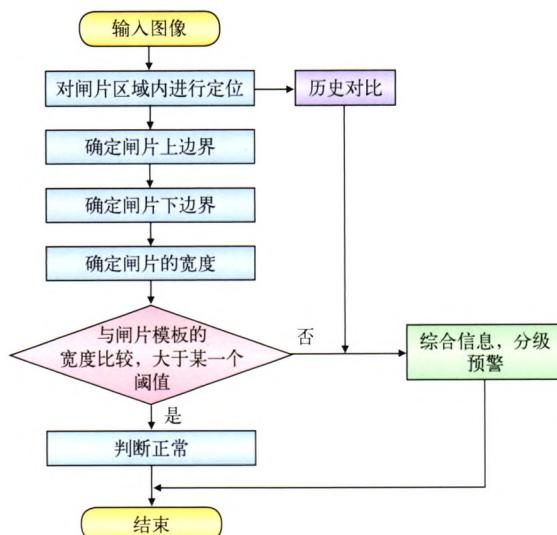


图7 重点部位识别算法流程图

3.5 闸片异常预报

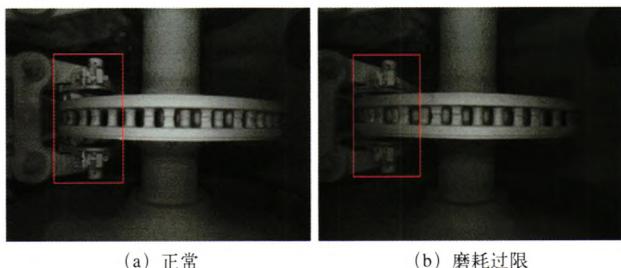


图8 闸片磨耗过限结果对比

在图 8 的两幅图对比中可以看出, 图 8 (b)中的闸片厚度明显比正常图要薄很多。这种状态会造成动车组制动效能下降, 并且危及动车组的运行安全。通过图 1 算法, 可以实现闸片异常预报, 并且针对闸片磨耗过限给出精确预报, 为动车组的安全运行提供了保障。

(上接 P22)

路货运“站到站”运输向“门到门”物流服务体系转型, 从而提升铁路市场竞争力。结合铁路货运拓展现代物流的实践现状及规划, 当前, 铁路货运与物流企业协同运作模式应为紧密结合型。在信息化方面, 有必要同步建设与货运电子商务平台相配套、逻辑上相对独立的铁路物流平台, 二者共同构成完整的铁路现代物流服务平台。

4 结束语

本文通过对 TEDS 图像对比算法流程的设计, 实现了对动车组运行通过时检测图像的历史对比, 能够自动识别故障图像和进行分级报警, 满足动车组运行速度高和检修作业人员紧张下的安全需求。在图像对比中, 采用从大到小、逐级细化的模式, 从而更符合人眼识别的思维模式; 采用动态阈值, 使图像在匹配的过程中, 在区域面积比较大的时候, 可自动调整为较大的阈值, 使得对区域中的细节上的不同更加敏感; 增加了对重点部位的故障识别, 利用信息组合的方式, 判断对比区域是否相同, 实现对关键部件故障的自动识别和分级报警。

通过对 TEDS 图像自动识别技术的运用, 不但可以有效提高动车组车辆检测的准确性, 提高检测效率, 减少人工工作量, 而且可以更有效地保障动车组运行安全和铁路运输秩序。

参考文献:

- [1] Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods. 数字图像处理 [M]. 3 版. 阮秋琦, 阮宇智. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [2] 陈雷, 赵长波. TFDS 动态检查方法与技巧 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
- [3] Gary Bradski, E Adrian Kaehler. 学习 OpenCV[M]. 于仕琪, 刘瑞帧. 北京: 清华大学出版社, 2009, 10.
- [4] 王荣胜, 陈岩, 谢伟. TFDS 的使用效果分析及改进措施 [J]. 铁道车辆, 2006, 44 (12).
- [5] 李军. TFDS 图像自动识别技术的分析 [J]. 上海铁道科技, 2011 (01).

责任编辑 杨利明

参考文献:

- [1] 铁办 [2011]84 号. 关于延伸铁路货物运输服务链加快发展铁路现代物流的实施意见 [Z]. 铁道部, 2011.
- [2] 铁办 [2011]48 号. 关于推进铁路多元化经营的意见 [Z]. 铁道部, 2011.
- [3] 铁运 [2011]169 号. 关于印发《铁路“十二五”物流发展规划》的通知 [Z]. 铁道部, 2011.

责任编辑 杨利明