



DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20190014

数字出版日期: 2020-01-14; 数字出版网址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1355.N.20200114.1413.006.html>

## 基于 LabVIEW 和 IMAQ 的动车车号自动识别

杨世凤, 张 旺, 张立洲, 郭忠吉, 王慧聪  
(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘 要:** 随着人工智能的快速发展, 机器视觉系统所具有的数字化、智能化、实时化等特点逐渐被应用到实际项目中. 此系统以实现过往动车车号识别为研究目的, 采用 NI 公司的 LabVIEW 软件作为开发平台, 调用 IMAQ 专业控件及 Vision Assistant 函数库, 设计一款智能化, 并同时包括图像采集、图像预处理、车号定位与字符识别等完整的动车车号识别系统. 此系统包含背景校正算法、基本形态学算法以及字符间距分割算法等, 且动车车号识别率高达 99.81%, 解决实际应用问题, 为进一步研究奠定基础.

**关键词:** 机器视觉; 动车车号; LabVIEW IMAQ; 背景校正算法; 字符间距分割算法

中图分类号: TP29 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2020)03-0069-05

## Automatic Identification of Train Numbers Based on LabVIEW and IMAQ

YANG Shifeng, ZHANG Wang, ZHANG Lizhou, GUO Zhongji, WANG Huicong  
(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology,  
Tianjin 300222, China)

**Abstract:** With the rapid development of artificial intelligence, the digital, intelligent and real-time characteristics of machine vision system have gradually been applied to reality. In order to realize the identification of passing train's number, a complete intelligent car number recognition system was designed using LabVIEW software as the development platform, in combination with IMAQ and Vision Assistant function library. This system includes image acquisition, image preprocessing, train number positioning and character recognition; background correction algorithm, basic morphology algorithm and character spacing segmentation algorithm are also employed. As a result, the identification rate of the train number can be up to 99.81%, which meets the designed requirements and lays a foundation for further research.

**Key words:** machine vision; train number; LabVIEW IMAQ; background correction algorithm; character spacing segmentation algorithm

随着人工智能、计算机等相关技术的快速发展, 世界各国逐渐将其应用于铁路运输行业. 提高铁路运输效率、加强铁路运行安全、提高智能化服务已经成为当今社会发展趋势<sup>[1]</sup>. 因此, 高速铁路的安全运行已成为铁路智能化发展的热点. 动车组的智能化管理系统与维护已成为铁路运行安全的重要保障, 且动车组车号是准确追踪动车位置的信息基础<sup>[2]</sup>.

传统人工抄写列车车号效率低下, 已不能满足铁路高速发展的需求, 信息化智能化识别动车车号已成为趋势. 目前国内外列车识别主要分为两种: 一

种是基于机器视觉的图像识别方法, 即对摄像机采集的车号区域进行图像处理、识别; 另一种是 RFID 方法 (radio frequency identification, RFID), 即地面标签读取设备 (AEI) 读取每列列车上的电子标签, 获取列车信息<sup>[3-5]</sup>. 由于 RFID 方法识别列车车号所需的设备昂贵, 并且存在射频标签不完善导致识别率低下的问题<sup>[6]</sup>, 因此采用机器视觉技术对图像进行识别, 既可以消除人工抄写记录车号所产生的弊端, 又可以避免 RFID 方法产生的问题<sup>[7]</sup>.

NI 具有支持各种工业与科学相机、扩展软件降

收稿日期: 2019-01-13; 修回日期: 2019-02-27

作者简介: 杨世凤 (1959—), 男, 天津人, 教授; 通信作者: 张 旺, 硕士研究生, 578294449@qq.com

低应用开发和维护成本、支持各种工业协议、广泛的机器视觉硬件选择以及丰富的函数库选择等特征, NI 的 IMAQ Vision 函数库为图像处理提供了完整的应用功能, 具有高性能且简便易用特点. 因此, 本文采用 NI 公司的 LabVIEW 软件作为开发平台, 调用 IMAQ 专业控件及 Vision Assistant 函数库, 提出一种基于 LabVIEW 和 IMAQ 的动车车号识别系统.

### 1 动车车号识别系统组成

动车车号识别系统包含硬件数据采集与软件图像识别. 硬件数据采集是指硬件设备对过往动车各车节车厢的列车信息进行数据采集与分析; 图像识别是指采用虚拟软件对采集的图像预处理、车号定位、字符分割与字符识别, 最后完成动车车号的智能化识别系统, 系统整体框图如图 1 所示.

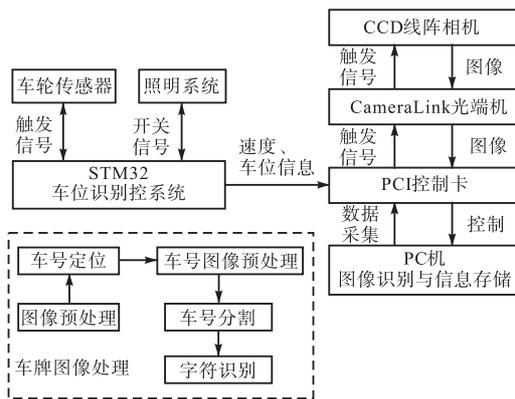


图 1 硬件采集系统  
Fig. 1 Hardware acquisition system

车位识别系统包含 ZR 新型车轮传感器与 STM32 微型处理技术, 当列车经过时, 将列车车速与车轮信息转换成轮对间距, 根据轴距表或双转向架对称算法, 查出车辆信息并发出列车顺位等控制命令, 同时触发线阵相机 PCI-1429 采集卡, 控制采集频率<sup>[8]</sup>.

### 2 图像处理与识别

由于采集的图像中无模式匹配的参照物, 因此图像的定位会出现不定性因素, 采集的原始图像如图 2 所示. 该系统的难点在于图像二值化算法的选择与阈值的设定, 动车车号在图像中的准确定位、分割与提取, 以及车号字符识别.

#### 2.1 图像预处理

全局自动阈值是计算整个图像中的灰度值, 然后

强调二值化的阈值, 而局部阈值是根据当前像素点周围领域的灰度值来计算合适的阈值. 因此, 在一些照明不均匀的机械视觉与图像处理环境中, 使用局部阈值要比手动阈值或自动阈值效果好. 图像二值化执行结果如图 3 所示.



图 2 原始图像  
Fig. 2 Original image



(a) 全局阈值(组内方差) (b) 局部阈值(NIblack)

图 3 二值化图像(局部图)  
Tab. 3 Binary image (local graph)

组内方差算法为自动阈值, 其阈值取值比较接近灰度级的中间水平, 处理之后的图像目标和噪点都比较容易突出, 计算量小; 而 NIblack 算法在高像素、背景区域不均匀的图像中, 分割处理容易生成噪点, 目标区域明显, 迭代计算复杂<sup>[9]</sup>. 针对组内方差和 NIblack 算法产生的问题, 本文提出了背景校正算法, 该算法结合图像分割中的局部和全局阈值的方法, 拥有计算速度不依赖于窗口大小的优点<sup>[10]</sup>, 算法流程如图 4 所示.

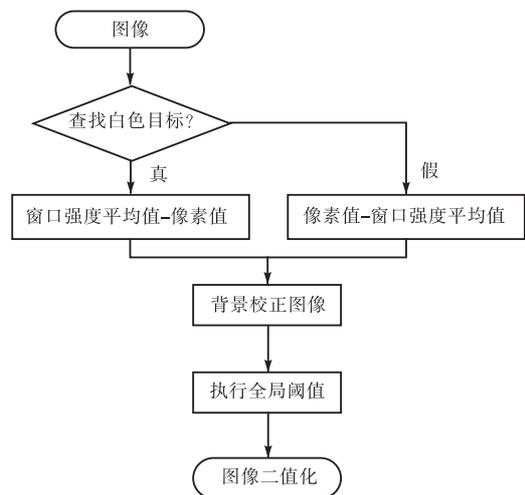


图 4 背景校正算法

Tab. 4 Background correction algorithm

背景校正图像计算公式为式 (1):

$$B(i, j) = I(i, j) - m(i, j) \tag{1}$$

其中  $m(i, j) = T(i, j) - k \times \omega(i, j)$  (2)

式中:  $I(i, j)$  为原始图像.  $m(i, j)$  为像素点  $(i, j)$  的局

部阈值, 由式(2)得出;  $T(i, j)$  为局部样品的平均值,  $k$  为偏差系数,  $\omega(i, j)$  为方差. 偏差系数  $k$  的最优解由计算式(3)获得.

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (3)$$

其中 
$$\mu(k) = \sum_{i=0}^k ip(i) \quad (4)$$

$$\mu T = \sum_{i=0}^{N-1} ip(i) \quad (5)$$

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^k p(i) \quad (6)$$

式中:  $p(i) = \frac{h(i)}{\sum_{i=0}^{N-1} h(i)}$  为灰度值  $i$  的事件概率;  $k$  为选择的局部阈值窗口;  $h(i)$  为图像中每个灰度值的像素数量;  $N$  为图像中所有的灰度值.

经研究表明, 针对不均匀的照明, 窗口尺寸越小, 图像细分的越细, 但噪声更为敏感, 图像处理速度慢, 因此将窗口大小设置为 2 倍的动车车号尺寸, 效果最佳. 当窗口尺寸  $k$  为  $800 \times 200$  时, 图像二值化效果最佳, 如图 5 所示, 程序如图 6 所示.

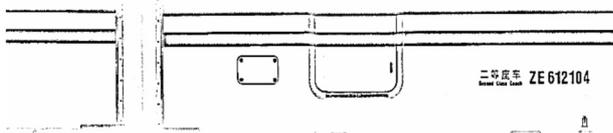


图 5 二值化局部图

Tab. 5 Binary local graph

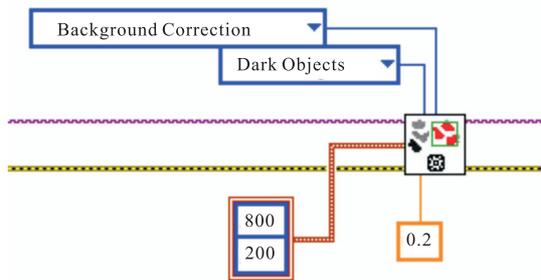


图 6 背景校正程序框图

Tab. 6 Background correction flow diagram

### 2.2 动车车号粗定位与裁剪

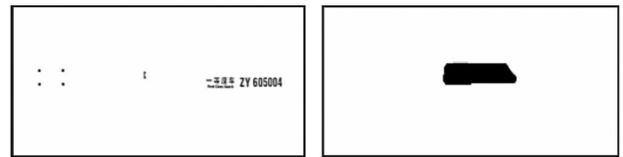
对采集的图像进行粒子分析, 众多数据分析表明: 动车车号集中在图像像素在 (430, 560) 区域, 运用 Bounding react top 算法去除区间外图像以及区间外黏连在区间内的图像; 基本形态学膨胀与腐蚀算法结合使用, 清除图像中的残余干扰源; 高级形态学去

除小目标像素, 确保处理的图像中只保存车号部分, 进而确定动车车号在图像中的位置<sup>[11]</sup>. 基本形态学膨胀运算公式见式(7), 基本形态学腐蚀运算公式见式(8).

$$f \oplus g = \max_{u,v} [f(x - \mu, y - \nu) + g(\mu, \nu)] \quad (7)$$

$$f \otimes g = \min_{u,v} [f(x + \mu, y - \nu) - g(\mu, \nu)] \quad (8)$$

式中:  $f(i, j)$  为原始图像,  $g(i, j)$  为结构元素, 预处理之后的图像如图 7 所示.



(a) 粒子过滤图 (b) 车号定位局部图

图 7 动车车号粗定位图

Tab. 7 Rough location of train number

除首尾列车车节, 采集的车节图像均包含两个动车车号, 采用 IVA Coordinate System Manager 2.vi 函数定位原图中车号的位置, 并将其在原图中裁剪提取, 结果如图 8 所示, 裁剪程序如图 9 所示.



(a) 动车车号定位左侧图 (b) 动车车号定位右侧图

图 8 原始图像中裁剪的动车车号

Tab. 8 Train number clipped from original image

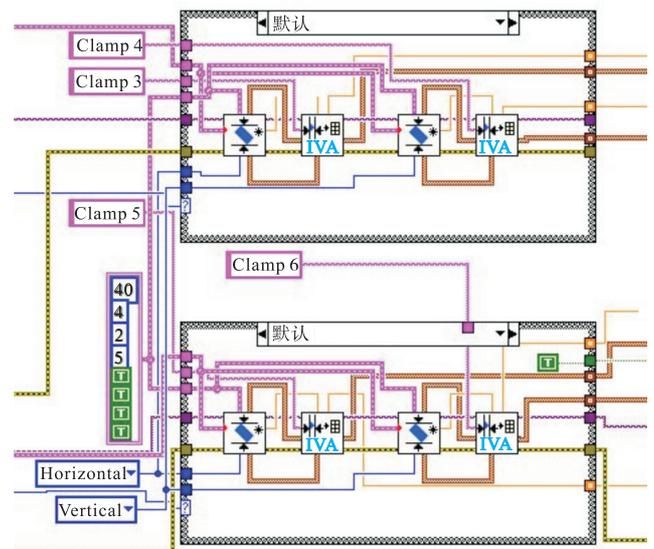


图 9 动车车号裁剪程序框图

Tab. 9 Train number clipping

### 2.3 边缘检测算法

由于裁剪出的车号图像存在干扰源且图像边界

与背景色区分不明显,因此采用边缘检测-拉普拉斯滤波器进行图像滤波,以巩固边缘、减少误差.该算法主要应用于提取轮廓和轮廓细节,公式模式是  $adcd \times bcda$ ,如图 10 所示;其中:  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为整数,  $x$  为一个大于周围系数绝对值之和的一个值,即  $x > 2(|a| + |b| + |c| + |d|)$ . 滤波之后图像清晰,同时高亮显示所有光强有显著变化的地方<sup>[12]</sup>,如图 11 所示.

$$\begin{matrix} a & d & c \\ b & x & b \\ c & d & a \end{matrix}$$

图 10 边缘检测-拉普拉斯滤波器算法  
Tab. 10 Edge detection-Laplace filter



(a) 滤波之前图 (b) 滤波之后图

图 11 边缘检测滤波图  
Tab. 11 Edge detection filter

滤波之后的图像再次运用背景校正对图像进行二值化;高级形态学算法去除接触边界粒子与去除小目标粒子,得清晰的车号图,如图 12 所示.



图 12 二值化车号图片  
Tab. 12 Binary image of train number

### 2.4 字符间距分割算法

车号识别不需要汉字,因此采用改进的投影法和最大间距算法将数字、英文字符与汉字区分开<sup>[13]</sup>.投影法是字符在投影图上都有相应的投影模块<sup>[14]</sup>.改进的投影算法对图像进行垂直投影与水平投影,并结合字符最大间距算法,提出字符间距分割算法<sup>[15]</sup>,进而从原图中将动车车号裁切而出,分割提取如图 13 所示,字符间距分割算法流程如图 14 所示.



图 13 类型不同的车号  
Tab. 13 Different types of train number

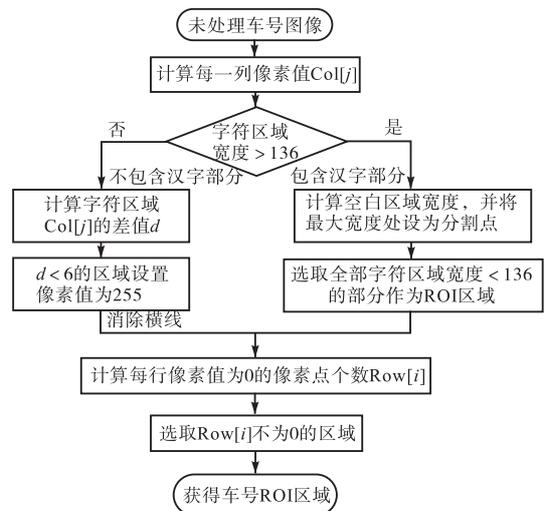


图 14 字符间距分割算法  
Tab. 14 Character spacing segmentation algorithm

### 2.5 字符识别

在进行字符识别之前,需要对识别的字符进行训练,创建字符数据库.采用 IMAQ OCR Read Text 3.VI 函数对字符进行识别,粗定位的车号经字符间距分割算法,已无其他干扰源.因此,将 ROI 区域直接为提取图像的大小,经 OCR 字符识别,最终以字符串的形式识别出来,程序如图 15 所示.

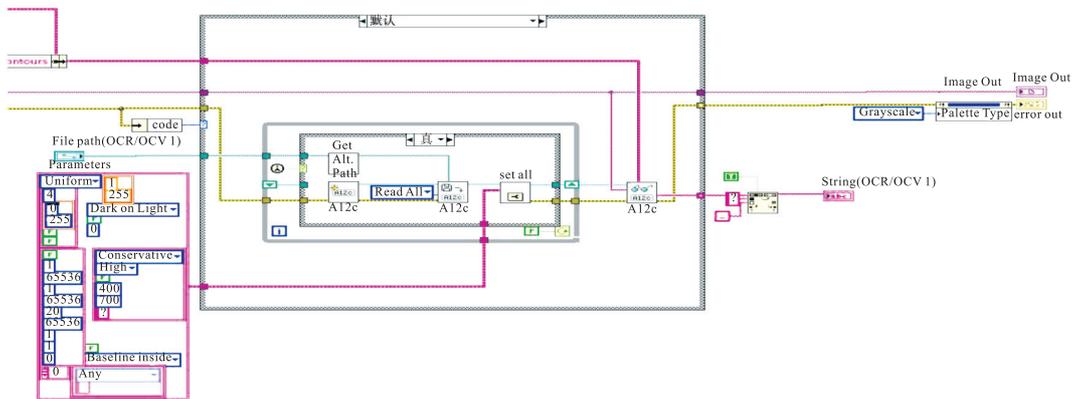


图 15 OCR字符识别程序  
Tab. 15 Binary local graph

### 3 智能动车识别界面及实验结果

动车车号自动识别系统包含状态监控、传感器通信检测、报警监控、远程调控、模拟与真实过车、查看历史与生成报表等,将列车车速、车节、图像等各种信息进行数据存储与实时显示,软件界面如图16所示。



图16 动车信息采集界面

Tab. 16 Interface recognition system

对运动速度在 10~150 km/h 的动车,采用线阵 CCD 相机对其进行线阵扫描,采集图像,经过对 8 056 个采集的图像进行自动化智能识别,统计结果见表 1。测试结果表明,此系统运行稳定,满足了动车智能化和动车安全提出的识别车号与车速等设计要求,达到了预期的目的。

表 1 字符识别准确率统计表

Tab. 1 Statistical table of character recognition accuracy

字符类型	总数	正确数	准确率/%
英文字母	2 310	2 302	99.65
阿拉伯数字	5 746	5 739	99.88
综合	8 056	8 041	99.81

### 4 结 语

针对动车车号识别技术现有问题,本研究提出一种基于 LabVIEW 和 IMAQ 的动车车号自动识别系统。实验结果表明:该方法有效,系统稳定性可靠,能够自动识别过往动车车号并将动车车速、车节等详细信息进行显示与存储。但该方法不具备普遍性,只适用识别动车车号,还需要深入研究便于移植,以适用于各类列车。

### 参考文献:

- [1] 王同军. 智能铁路总体架构与发展展望[J]. 计算机应用, 2018, 27(7): 1-8.
- [2] 王飞,林炳跃,付紫彪. 动车组车号识别与定位仿真子系统的研究[J]. 铁道通信信号, 2018, 54(4): 13-15.
- [3] 王忻,赵随海. ATIS 车次号自动识别系统解决方案[J]. 铁道通信信号, 2012, 48(5): 69-70.
- [4] Li B, Tian B, Li Y, et al. A vision-based serial number recognition algorithm from HSR trains by neighbor chains of connected components[C]//IEEE International Conference on Power Electronics. Dongguan, China: IEEE, 2013: 28-30.
- [5] 吴晓,王孔明,汪峥,等. 基于 RFID 射频技术的地铁车辆段车号识别及定位监测方案研究[J]. 低碳世界, 2016(19): 203-204.
- [6] 于涛,王慧聪,杨世凤. 基于虚拟仪器的动车图像条纹噪声消除算法[J]. 天津科技大学学报, 2015, 30(4): 65-69.
- [7] 许文科. 基于射频与图像的车号识别技术在定量装车系统中的研究与应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2017(9): 49-53.
- [8] 佟飞. 基于 Cameralink 接口的红外图像增强器的硬件设计[J]. 信息通信, 2016(4): 93-94.
- [9] 付思卓,韩文波. 基于 LabVIEW IMAQ 的机动车辆牌照识别[J]. 长春理工大学学报:自然科学版, 2015, 38(2): 103-107.
- [10] 石为人,方莉,陈舒涵. 基于改进 Otsu 和 Niblack 的图像二值化方法[J]. 世界科技研究与发展, 2013, 35(3): 395-398.
- [11] 章毓晋. 图像分割[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [12] 赵宁,鲁斌. 图像增强技术在图像匹配中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(26): 240-244.
- [13] 杨峰,潘越,李建奇. 用改进的投影法实现车牌字符分割[J]. 湖南文理学院学报:自然科学版, 2017, 29(4): 34-35.
- [14] 王慧聪. 基于虚拟仪器技术的动车车号识别与传输系统研究[D]. 天津:天津科技大学, 2015.
- [15] 杨吉. 基于图像处理的高速列车车号识别算法研究[D]. 成都:西南交通大学, 2017.

责任编辑:郎婧