

文章编号: 2095-2163(2020)05-0172-04

中图分类号: TP391.4

文献标志码: A

城市轨道交通车辆综合线路图处理系统设计与开发

王 帅¹, 方 宇¹, 蒋晓东², 孙洪涛², 尉曼远³, 胡定玉¹

(1 上海工程技术大学, 上海 201620; 2 申通北车(上海)轨道交通车辆维修有限公司, 上海 201106;

3 上海移鸿信息科技有限公司, 上海 201600)

摘要: 在城市轨道交通中,城市轨道交通车辆综合线路图的数据采集工作愈发重要,因图片不清晰导致识别准确率不高的问题时有发生。针对这种情况,设计了一种基于数字图像处理的城市轨道交通车辆综合线路图处理系统,通过运用 MATLAB 软件中图像处理工具箱和人机交互界面两种功能,实现了对城市轨道交通车辆综合线路图的快速处理,为后续城市轨道交通车辆综合线路图数据采集和智能识别建立了良好的基础。实验结果表明,通过该系统对一张综合线路图进行数据采集比现有方法准确率平均提高约 25%,节约时间约 30 min。

关键词: 数字图像处理; MATLAB; 城市轨道交通车辆综合线路图; 系统

Design and development of urban rail vehicle integrated route map processing system

WANG Shuai¹, FANG Yu¹, JIANG Xiaodong², SUN Hongtao², WEI Manyuan³, HU Dingyu¹

(1 Shanghai University of Engineering and Technology, Shanghai 201620, China;

2 Shentong Beiche (Shanghai) Rail Transit Vehicle Maintenance Co. LTD, Shanghai 201106, China;

3 Shanghai Yihong Information Technology Co., LTD, Shanghai 201600, China)

【Abstract】 In urban rail transit, the data collection of urban rail vehicle integrated circuit maps is becoming more and more important, and the problem of low recognition accuracy due to unclear pictures often occurs. Aiming at this situation, an integrated circuit diagram processing system for urban rail vehicles based on digital image processing is designed. By using the functions of image processing toolbox and human-computer interaction interface in MATLAB software, the comprehensive road map of urban rail vehicles is realized. The rapid processing has established a good foundation for the subsequent data collection and intelligent identification of urban rail vehicle integrated circuit diagrams. The experimental results show that the data acquisition of a comprehensive circuit diagram by the system is about 25% higher than the accuracy of the existing method, and the saving time is about 30 min.

【Key words】 Digital image processing; MATLAB; Urban rail vehicle integrated circuit diagram; system;

0 引言

随着计算机技术和图像领域技术的快速发展,人工智能和大数据分析已经广泛运用于很多领域,将城市轨道交通和计算机科学与技术结合起来也是当前的研究重点。目前,数字图像处理作为图像领域的重要部分,将其与 MATLAB 结合,利用 MATLAB 软件强大的运算处理能力,可达到对图像数据进行快速分析的目的。

图像领域研究中具有代表性的是南京大学数字图像采集与处理实验平台和清华大学所研制出的数字图像研发处理系统 TDB-IDK。上述两个系统的特点主要是能够实时分析图像信号,方便开发人员对图像进行处理,且能够依据用户的具体需求进行

合理的改动,不仅能完成黑白以及彩色信号的快速分析,还能完成图形的整体显示功能^[1]。

图像处理技术已经广泛的运用于多种领域,如医疗保健、航空航天、军事等,但是城市轨道交通和图像处理技术结合的研究较为少见。当前,国内已有地铁公司开发了城市轨道交通列车电气仿真系统。电气仿真系统最重要的环节是对城市轨道交通综合线路图进行数据采集,在进行数据采集时,一般采用电脑浏览图片的方式进行人工识别城市轨道交通车辆综合线路图。在这种情况下,上传图片的清晰程度会严重影响数据采集的准确率。针对该问题,需要开发一套系统,从而可以快速的将上传的不清晰综合线路图进行处理。由于不同的线路图存在

作者简介: 王 帅(1994-),男,硕士研究生,主要研究方向:数字图像处理和人工智能;方 宇(1974-),男,博士,教授,硕士生导师,主要研究方向:复杂工程装备数字化设计、仿真及智能运维和轨道交通列车健康状态检测与评价;胡定玉(1987-),男,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向:声阵列信号处理、噪声与振动测试和设备故障诊断。

收稿日期: 2019-09-20

的清晰问题不一样,该系统需兼备可操作性,便于工作人员进行可选择,有需求的操作。

1 系统总体设计方案

1.1 系统设计思路

国内地铁公司的综合线路图一般分为两种,纸质版和 PDF 版。纸质版综合线路图存在易破损、易污染等问题,由于上传的纸质版综合线路图图片一般是人工拍摄的,受限于拍摄设备与技术,上传的图片可能存在模糊和倾斜等情况。而 PDF 版综合线路图受限于电脑屏幕,需要对图片进行放大和缩小,容易导致图片失真。所以,纸质版和 PDF 版电路图均不利于直接识别。针对上述情况,论文设计的系统可以对上传的图片进行快速处理,便于操作,可以根据界面所提供的功能直观地进行相关操作,提高了工作效率,且可以保存原始的数据方便查验和管理。经过本系统处理后的城市轨道交通车辆综合线路图,能够为后续数据采集提供保障,提高了最终的综合线路图识别结果的准确率。

1.2 系统设计的总体框架

利用 MATLAB 软件,搭建城市轨道交通车辆综合线路图处理系统。该系统可以根据需求对上传的不清晰线路图图片进行处理,系统的总体框架如图 1 所示。系统分为登陆模块、图像处理模块、反馈模块和后台管理模块。在登录模块进行登录,进入到图像处理模块,在该模块对上传的线路图图片进行特定需求的操作。图片处理完成后进入反馈模块,在反馈窗口中,可以对本次图片处理进行评分与提出建议,分数和建议将提交至后台管理模块进行数据分析,用于对系统的改进,同时在该模块中还可与其它软件进行连接。

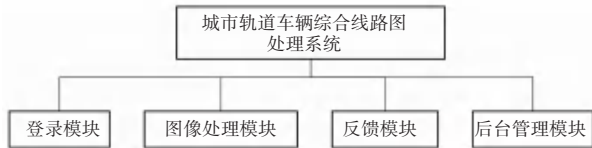


图 1 系统总体架构图

Fig. 1 Overall system architecture diagram

1.3 系统的优势分析

该系统优势在于,将上传的模糊、不清晰的图片进行二次处理,且提供了丰富的处理功能。利用该系统可以对城市轨道交通车辆综合线路图进行有需要的操作,具有良好的实用性和用户交互性,提供工作便利的同时,确保车辆综合线路图处理的准确性,为后续的城市轨道交通综合线路图数据采集和电气系统检修建立良好的基础。利用该系统不仅可以了解系

统各部分功能实现的具体步骤,还可以直观的看到不同的数字图像处理算法的相关结果,该系统还具有良好的扩展性和一定的改进空间。

2 系统功能开发

2.1 登录界面开发

利用 MATLAB 的界面设计编辑器和属性检查器两个功能,并且加入以下代码:

```

ha = axes('units','normalized','pos',[0 0 1 1]);
uistack(ha,'down');
ii = imread('subway.jpg');
image(ii);
colormap gray
set(ha,'handlevisibility','off','visible','on');
  
```

2.2 图像处理模块开发

图像处理模块的功能分为五大部分,如图 2 所示,分别是图像转化、图像平滑去噪、图像锐化、图像边缘检测和图像分割,功能实现依托于 MATLAB 源码编译,每一部分对应的功能介绍如下:

(1)图像转化。图像转化包括图像的格式转化、图像的倾斜校正及图像的灰度化处理等操作。MATLAB 支持的图像类型有索引图像、灰度图像、真彩色图像等多种类型。大多数的图像都需要进行格式转换后才能进行后续处理。真彩色图像需转化为灰度图像,进行归一化处理。由于上传的城市轨道交通综合线路图是人工拍摄的,可能会存在倾斜问题,进行倾斜校正,得到校正后的图片。

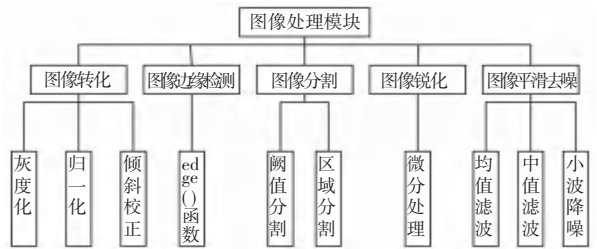


图 2 图像处理模块结构图

Fig. 2 Image processing module structure diagram

(2)图像平滑去噪。人工拍摄得到的图像可能会模糊不清,即使清晰的图像在获取和传输的过程中也会产生噪声,如何有效去除噪声是提高识别综合线路图识别准确率的关键。本系统提供了均值滤波和中值滤波和小波降噪三种算法供选择。

(3)图像锐化。图像的锐化处理是指通过增强图像的边缘以及灰度变化明显的部分,使图片的轮廓线和细节等部分便于进行更清晰的处理。从数学观点上来看,图像锐化主要是通过微分方法进行的,分为线性锐化和非线性锐化处理。MATLAB 提

供了利用 `fspecial()` 函数创建的 Laplacian 算子, Roberts 梯度算子, Sobel 算子等多种算法, 便于根据需求来选择不同的方法进行相关的图像锐化处理。

(4) 图像边缘检测。图像的边缘检测是数字图像处理的重要部分, 尤其是在目标区域识别和特征目标区域提取这两部分中运用广泛。城市轨道交通综合线路图并不是每张图只有一个模块, 有的一张图里有 3 个模块, 模块 A、模块 B 和模块 C。只有找到 3 个模块的边缘位置, 才能进行下一步的操作。同样综合线路图中的拐点也是需要检测的, 拐点分为实点和虚点, 实点一般代表线路连接点, 即不同线路的交汇点。虚点一般代表模块连接点, 即线路和虚线框的交汇点。MATLAB 提供了专门的函数用于边缘检测, 即 `edge()` 工具函数, 该函数支持 `zero-cross` 算子, Prewitt 算子, Canny 算子等不同的算子, 可以根据需求进行相关的边缘检测。

(5) 图像分割。图像分割将图像的某些感兴趣的特征区域分割提取的技术, 一般采用的技术分为全局分割和区域分割。全局分割技术又称为阈值分割, 包括全局阈值法、迭代式阈值分割和直方图阈值分割等; 区域分割技术主要包括区域生长法和分水岭分割法。其中分水岭分割法又分为距离变换分水岭分割法、梯度分水岭分割法和标记符分水岭分割法。

2.3 反馈模块开发

反馈模块主要有两部分功能, 即评分和提出建议, 如图 3 所示。由图 3 可知, 评分功能共分为五项, 由于对系统处理后的图片存在主观评价, 所以评分分数可以直接体现系统的良好程度。当分数低于 60 分时, 系统自动在后台管理模块中弹出警告, 评分信息将被及时发现。建议功能就是供使用人员提出意见与诉求, 如添加系统新功能、对现有系统的修改建议等。反馈模块的功能主要是便于后台工作人员对于系统的维护和后续改进。

2.4 后台管理模块开发

系统的后台管理模块有两个功能, 如图 4 所示。第一个功能是收集反馈模块所提交的信息, 将反馈的分数和建议保存及后续定期数据分析。如将不同分数段的分数分批统计, 建立分数直方图, 便于直观的进行横向对比; 第二个功能是将 MATLAB 软件与其它软件进行连接。MATLAB 虽然是一个强大的科学计算软件, 广泛运用于较多领域, 但是有很多实际的运用并未普及, 需要与其它软件协作运行, 如 SQL

Sever 数据库、Visual C++6.0 和 Javascript 等软件。通过协作运行, 后台管理可以确保前台功能正常, 从而提高系统的可靠性和高效性。以 MATLAB 和 Visual C++ 结合为例, 首先将 Matlab 算法转换为 Visual C++6.0 可识别的程序, 将转换后生成文件中的 .dll 文件、.lib 文件和 .h 文件复制到系统所在路径下, 在 Visual C++ 6.0 中调用相应的 .h 文件中的函数, 这样就可以实现相应的功能^[7]。

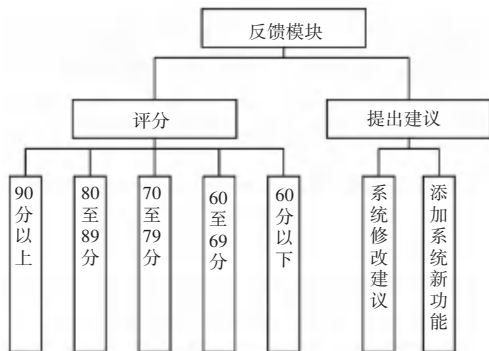


图3 反馈模块结构图

Fig. 3 Structure diagram of feedback module

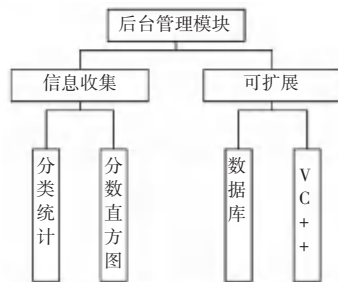


图4 后台管理模块结构图

Fig. 4 Background management module structure diagram

3 系统功能验证

3.1 系统运行结果

系统上传了一张如图 5 所示的原始城市轨道交通综合线路图, 该图片不仅不清晰, 而且充满了噪声, 不利于进行直接识别。将利用 MATLAB 程序对线路图进行快速处理, 经过拉普拉斯算子和均值滤波处理后, 得到一张清晰的、便于识别的综合线路图, 如图 6 所示。

3.2 综合线路图采集结果分析

城市轨道交通车辆综合线路图一般采用人工手动采集的方式, 将综合线路图根据电脑屏幕的大小进行截取并上传到采集系统中, 这样会导致上传的电路图存在模糊、有瑕疵等问题, 如图 5 所示。此外, 采集是通过点击鼠标进行坐标获取的, 按照数字和字母点击左下角, 电路元器件点击左上角, 线路路径点

击起始点,完成一张线路图数据采集的时间平均在 45 min 左右,不仅易于出现坐标误差,而且进行元器件比对时也常出现模糊的状况。根据大数据分析,人工数据采集准确率一般在 70%左右。

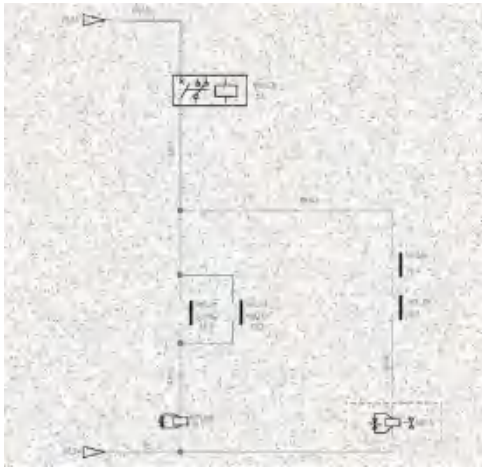


图 5 未经处理的列车综合线路图

Fig. 5 Unprocessed comprehensive train map

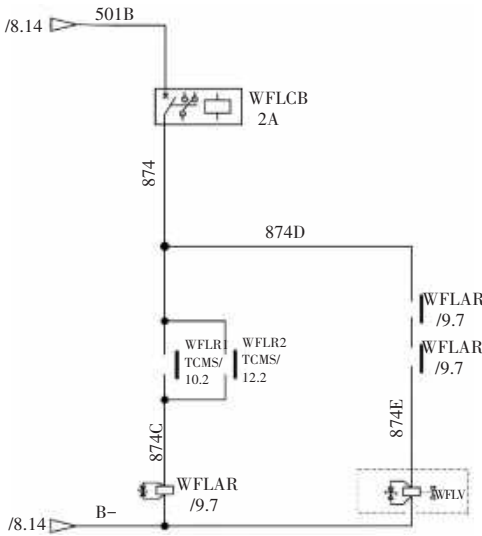


图 6 系统处理后的综合线路图

Fig. 6 Comprehensive circuit diagram after system processing

该系统通过将上传电路图进行处理,可以确保输出的电路图更为清晰、便于识别与分析,进而提升了准确率,如图 6 所示。采集元器件时,将扫描到的图像和元器件库中的样本进行比对,当匹配率达到 80%以上时,便可确定该元器件,从而输出坐标。通过实验验证,本系统的采集准确率可达 95%。系统已经建立了较为完整的元器件库和线路路径库,可

根据编辑好的采集系统自动对综合线路图进行数据采集,采集线路图所需时间缩短至 15 min 左右。

通过表 1 的结果对比可以发现,系统自动数据采集的准确率较人工数据采集的准确率提高了 25%,系统自动数据采集的时间较人工数据采集的时间缩短了 30 min。

表 1 实验结果对比

Tab. 1 Comparison of experimental results

方法	采集准确率/%	采集时间/min
人工采集	70	45
系统采集	95	15

4 结束语

本文基于 MATLAB 软件中丰富的图像处理函数和 GUI 人机友好交互的特性,设计出城市轨道交通车辆综合线路图处理系统,系统可以对上传的城市轨道交通车辆综合线路图图片进行快速、有选择的智能处理,为后续数据采集准确性提供保证。系统的反馈模块可以确保系统的正常运行以及维护优化,给予系统较大的完善空间。当前,地铁综合线路图的数据采集以人工为主,随着计算机技术和人工智能的快速发展,综合线路图的数据采集将由人工采集转化为电脑智能采集,本系统进一步的改善和更新,确保长期使用。

参考文献

- [1] 费云利. 基于 MATLAB 的图像处理系统的设计与实现[D]. 江苏:江苏大学,2015.
- [2] 魏润国,禹舜,胡东升,等. 智能数字图像处理系统的设计与实现[J]. 电子设计工程, Aug.2018,26(16).
- [3] QIU K ZHANG H, ZHOU H, et al. Experimental investigation of ash deposits characteristics of combustion of coal and rice hull using a digital image technique[J]. Applied Thermal Engineering, 2014,70(1):77-89.
- [4] 袁进,刘云飞. 图像去模糊系统的频域处理改进方法[J]. 电子技术应用,2018,44(9).
- [5] 张鑫,吴娱,平子良,等. 基于 MatlabGUI 的数字图像处理实验平台设计[J]. 现代电子技术,2014,37(18):6-8.
- [6] 杨宝会. 基于 MatlabGUI 的医学图像处理系统[D]. 广州:暨南大学,2014.
- [7] 张玥. 数字图像处理系统的设计与实现[D]. 山西:山西大学,2015.
- [8] 李宝方,邢玉清. 基于 MATLAB GUI 的数字图像处理仿真系统设计[J]. 计算机与数字工程,2014,42(11):2177-2180.
- [9] 刘俊丽. 数字图像处理演示系统[D]. 济南:山东大学,2015.