

## 基于图像识别的分光器端口分析方法

杜传业 刘波

(中国移动通信集团河北有限公司, 石家庄, 050000)

**摘要:** 为了解决中国移动资源数据库中哑设备资源难以精确把控的问题, 以分光器为切入点、图像识别角度作为突破口, 提出了模拟时间延迟积分 (Time delay integration, TDI) 成像解析分光器端口的算法。首先对运维人员上传的图像进行筛选, 保证图像数据的质量; 然后利用 HSV 颜色空间进行端口位置和轮廓的提取; 再使用图像轮廓进行杂点过滤和分光器端口分布方向拟合; 最后, 使用拟 TDI 成像算法解析端口占用情况, 输出分光器端口占用情况, 给出分光器的分光比、占用端口号, 以提升资源数据平台对分光器资源的数据质量。结果表明该算法运行速度快, 端口分析准确, 具有较高的应用前景。

**关键词:** 图像识别; 分光器端口; HSV 颜色空间; 图像轮廓

**中图分类号:** TP391      **文献标志码:** A

### OSP Recognition Analysis Method Based on Image Recognition

Du Chuanye, Liu Bo

(Hebei Mobile Communication Company, Ltd, Shijiazhuang, 050000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem that it is difficult to accurately control the resources of dumb devices in China Mobile Resource Database, taking the optical splitter as the entry point and the image recognition angle as the breakthrough, the time delay integration (TDI)-likely imaging analysis algorithm for processing outside plate (OSP) is proposed. Firstly, the uploaded images are filtered to ensure the quality of the image data. Then the HSV color space is used to extract the port position and outline, and the image contours are used to filter the noise and the distribution direction of the splitter port. Finally, this paper uses the TDI-likely imaging algorithm to analyze the port occupancy, outputs the port of the optical splitter and gives the split ratio and the occupied port number of the optical splitter, thus improving the data quality of the splitter resource by the resource data platform. Results show that the algorithm runs fast and the port analysis is accurate, so the algorithm has a high application prospect.

**Key words:** image recognition; optical splitter port; HSV color space; image contour

### 引言

数字图像处理与识别技术已经取得了深入和迅速的发展, 人脸识别<sup>[1-2]</sup>、车牌识别<sup>[3-4]</sup>、手写汉字识别<sup>[5]</sup>等技术已经得到了实际应用, 例如结合深度学习领域的卷积神经网络 (Convolutional neural networks, CNN) 识别方法<sup>[6]</sup>, 验证了深度学习在 手写汉字识别的应用; 基于 RCNN (Region CNN) 的无人

巡检图像电力小部件识别的方法,可以达到每张近 80 ms 的识别速度和 92.7% 的准确率<sup>[6]</sup>。但图像识别在通讯设备领域还存在空白。

通信公司的设备资源包括基站、机房、分光器等各类资源,其中由于分光器自身不带电的特性,其端口占用情况一直靠人工审核现场照片判断,效率低下,成本高昂。

本文借鉴已有图像识别方法<sup>[7-9]</sup>,提出一种针对分光器端口的图像识别算法,通过程序分析现场照片,过滤不良图片的同时,通过模拟时间延迟积分(Time delay integration, TDI)成像算法解析出分光器的分光比和被占用的端口号,提高了对分光器资源的管理能力和管理效率。

## 1 分光器识别算法流程

分光器图像数据来源于运维人员手机拍摄,其拍摄的图像质量很难得到保障。因此要提高分光器的识别效率,首先进行预处理,即对运维人员拍摄的图像进行过滤;然后再进行分光器解析。解析工作主要包括分光器端口位置判断、端口排列方向判断及端口占用判断。分光器识别整体算法流程图如图 1 所示。

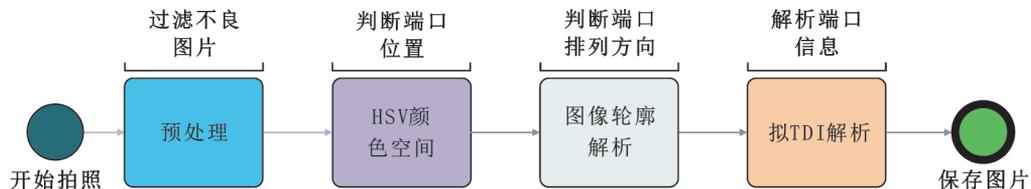


图 1 分光器识别算法流程图

Fig.1 Sketch of optical splitter recognition algorithm

## 2 分光器识别算法过程

### 2.1 图像信息

图像数据来源全部为手机拍摄照片,由于拍摄人员不定且手机型号不定,所以图片大小不定。程序将所有图片统一处理为 720 像素 $\times$ 1 024 像素或 1 024 像素 $\times$ 720 像素(根据拍摄方向来确定),转为 8 位灰度图片统一处理。

### 2.2 图片预处理

选取某一天的运维图片作为图片样本库,运维人员拍摄图片时普遍存在以下几个问题:图像过黑、过亮、场景单一以及模糊<sup>[10-11]</sup>,如图 2 所示。经过统计,所有照片中上述问题比例达到了 60%。

本文将上述问题看作一个筛选合格图片和不合格图片的二分类问题,使用灰度均值(Mean)、标准差(Std)<sup>[12]</sup>和图像熵(Entropy)<sup>[13]</sup>作为图像特征,使用类间方差法作为阈值选取方法。以灰度均值为例,分别提取过黑图片库和合格图片库的灰度均值,将两类图片类间方差最大的值作为阈值。

由于分光器的端口颜色具有规律性,因此首先利用 HSV 颜色空间<sup>[14]</sup>对分光器端口进行初步判定。由于提取后的二值化图像含有不规则孔洞,不利于图像轮廓的分析,使用 $5\times 5$ 的全 1 结构体进行闭运算,填补了孔洞,保证了分光器端口连通域的完整性。示意图如图 3 所示。

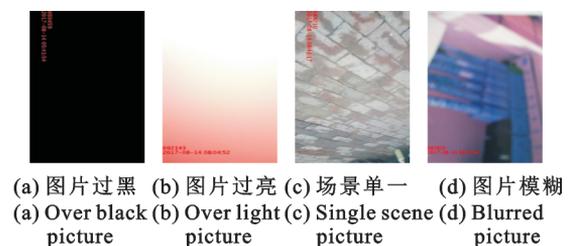


图 2 问题图片示意图

Fig.2 Pictures with defect

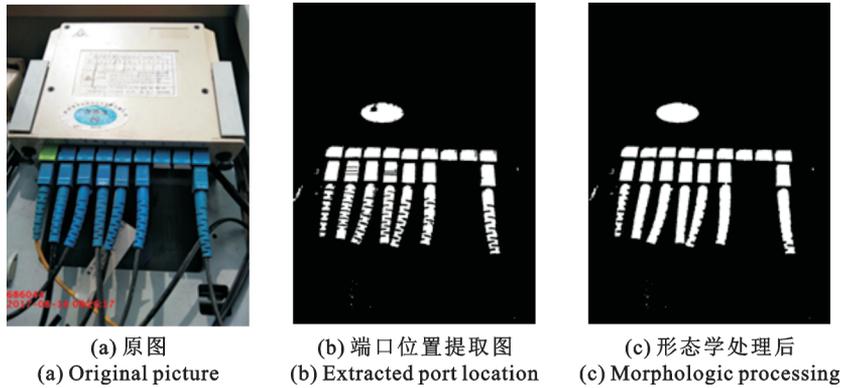


图3 HSV 解析结果图像示例

Fig.3 Example images of HSV resolution results

### 2.3 图像轮廓解析

图像的轮廓信息包括轮廓的连通属性、面积、Hu矩以及凸包分析等。本文选取轮廓面积作为条件进一步过滤分光器杂点,在剩余的轮廓中,提取每个轮廓的质心作为特征点,解析分光器端口的排列方向。利用分光器端口排列整齐的特点,提出分光器端口排列方向拟合算法(算法1),具体步骤如下:

**算法1** 分光器端口排列方向拟合算法

输入:分光器轮廓二值化图像

输出:0为沿  $x$  轴排列,1为沿  $y$  轴排列

Step 1:提取每个轮廓的质心坐标  $(x_i, y_i), i \geq 2$ ;

Step 2:对序列  $x_i$  和  $y_i$  进行排序,得到新的序列  $x'_i$  和  $y'_i$ ;

Step 3:令  $D_{xi} = x'_i - x'_{i-1}, D_{yi} = y'_i - y'_{i-1}$ ,  $D_{xi}$  和  $D_{yi}$  是各个轮廓质心坐标在  $x$  和  $y$  方向的差值序列, $N$  和  $M$  分别为  $D_{xi}$  和  $D_{yi}$  小于阈值  $T$  的个数, $T$  为经验数值;

Step 4:若  $N > M$ ,则分光器端口沿  $x$  方向排列,否则,沿  $y$  方向排列。

### 2.4 拟 TDI 成像算法

TDI 是一种电荷耦合器器件 (Charge coupled device, CCD) 成像方法,适用于高速移动的物体,其电荷转移方式对分光器端口识别具有启发意义。CCD 通常适用于高速移动的物体成像,传统 CCD 成像结束后,直接输出  $N \times N$  大小的图像,其像素值和 CCD 像元的电荷数有一一对应关系。TDI CCD 则是电荷不断累积的过程,很难确定像素值和某像元位置电荷数的关系<sup>[15]</sup>。TDI CCD 显著优势是同一景物对多行线阵像元信号相加成像,输出信号等效电荷数为  $M$  级数中的总电荷数。与普通线阵 CCD (尤其是面阵 CCD) 相比,TDI CCD 减小了像元之间响应的不均匀性。

根据 TDI 相机成像原理和分光器端口排列方向,本文提出分光器端口识别与解析算法——拟 TDI 成像算法(以端口沿  $x$  方向排列为例,图像大小为  $N \times M$ ),示意图如图 4 所示。图中上方箭头为扫描端口的位置和方向,下方三角形面积代表扫描得到的“电荷数”,包含了端口位置和端口数。拟 TDI 成像算法具体步骤如下:

**算法2** 拟 TDI 成像算法

输入:分光器轮廓二值化图像和排列方向

输出:分光器分光器比和分光器占用端口号

Step 1:设定初始扫描坐标  $(0, y)$ ,  $V_{(0,y)}$  为像素值, $y$  为某轮廓点集合中距原点最近点的纵坐标,  $V_{(i,y)}$

为遍历到图像 $(i,y)$ 的像素值,令 $\text{Bucket}_j$ 为收集“电荷”的容器,初始值为 $0, 0 \leq i \leq N-1, j=0, 1, 2, 3, \dots$ ;

Step 2:若 $V_{(i,y)}=0, V_{(i+1,y)} > 0$ ,则新建 $\text{Bucket}_j=0$ 保存此时 $(i,y)$ 的值;若 $V_{(i,y)} > 0, V_{(i+1,y)} > 0$ ,则 $\text{Bucket}_j = \text{Bucket}_j + 1$ ;若 $V_{(i,y)} > 0, V_{(i+1,y)}=0$ ,则保存 $\text{Bucket}_j$ 和此时 $(i,y)$ 的值;

Step 3:根据 $\text{Bucket}_j$ 和经验阈值(即一般情况下一个分光器接口所占像素数),可以得到分光器端口数 $j$ 和每个端口的位置坐标 $B_j(i,y)$ ,将资源系统中的分光比作为校验码,校验 $j$ 。若相符,继续Step 4;否则,更新 $y$ 重复Step 1;

Step 4:更新初始扫描位置 $(0,y')$ ,重复Step 1—3,得到 $B_j'(i,y)$ ;

Step 5:比对 $B_j'(i,y)$ 和 $B_j(i,y)$ ,得到被占用的端口号。

### 3 实验结果分析

#### 3.1 图像预处理实验结果

本文使用作者所在移动公司某日的运维图片库验证算法效果。首先,通过图像预处理过滤不良图像,图片库共有17 965张图片,共筛选出11 305张不符合条件的图片,成功将图片库中不合格图片过滤。不合格图片占比降低了60%以上,极大地减少了人工干预,提高了运维效率。部分预处理结果如图5—8所示。



图5 过黑图示例

Fig.5 Examples of over black picture



图6 过亮图示例

Fig.6 Examples of over bright picture



图7 单一场景图示例

Fig.7 Examples of single scene picture



图8 模糊图示例

Fig.8 Examples of blurred graph

#### 3.2 端口识别实验结果

然后对分光器图片进行端口识别,在剩余238张含有分光器的图片中,成功识别出分光器分光比的图片216张,包括1:4和1:8两种端口,而1:16无法识别;成功识别出分光器占用端口号的图片205张,

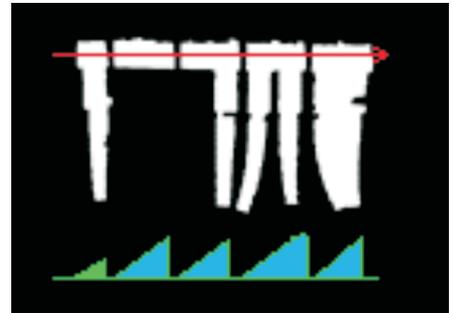


图4 拟TDI解析分光器端口示意图

Fig.4 TDI-likely analytical splitter port schematic

成功率达到了94.9%,标准差为0.19。端口识别结果如图9所示。

### 3.3 运行时间分析结果

本文实验在配置为i5-6300HQ,8 GB内存的笔记本电脑进行。实验以10张图片为单位,图片分辨率为1 024×768,图像格式为JPG,统计处理时间如表1所示。

### 3.4 识别误差原因分析

本文分光比和分光器端口识别误差主要由两方面原因造成:(1)由于1:16分光比的分光器是由两排1:8分光器叠放组成,因此实验中无法解析,降低了分光比识别的成功率。(2)由于运维人员将分光器接头乱搭乱放,给分光器端口识别造成了较大的干扰,降低了分光器端口识别的成功率。



(a) 样例1  
(a) Picture 1

(b) 样例2  
(b) Picture 2

图9 拟TDI成像算法解析结果示例

Fig.9 Results of the TDI-likely algorithm

表1 分光器端口解析算法运行时间

Tab. 1 Running time of splitter port analysis algorithm

| 图片编号 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 运行时间 | 7.8 | 6.3 | 5.6 | 5.7 | 5.9 | 5.8 | 6.2 | 5.7 | 5.2 | 7.2 |

## 4 结束语

本文提出一种针对分光器端口的图像识别方法。实验分析表明,本文方法能够从分光器图片中自动解析分光器的端口信息,运行准确,运行速度满足实际需求,提高了对分光器的管理效率和把控能力,大大降低了人员投入,是资源数据平台数据质量提升的重要依据。下一步工作计划分别从分光器颜色和轮廓两方面进一步提高本算法对分光器外部环境的抗干扰能力,同时制定运维人员拍摄现场图片的规范,从根本上提升分光器端口识别的图像质量。

### 参考文献:

- [1] 何云,吴怀宇,钟锐.基于多种LBP特征集成学习的人脸识别[J].计算机应用研究,2018, 35(1): 292-297.  
He Yun, Wu Huaiyu, Zhong Rui. Face recognition based on multiple LBP feature integration learning [J]. Computer Application Research, 2018, 35(1): 292-297.
- [2] 曹洁,李雪真,王进花.基于自适应特征融合的人脸识别[J].计算机工程与应用,2018(1):153-158.  
Cao Jie, Li Xuezheng, Wang Jinhua. Face recognition based on adaptive feature fusion [J]. Computer Engineering and Application, 2018(1):153-158.
- [3] 李志强,李永斌.车牌识别技术的发展及研究现状[J].科技信息,2012(5): 110,125.  
Li Zhiqiang, Li Yongbin. Development and research status of license plate recognition technology [J]. Science and Technology Information, 2012(5): 110,125.
- [4] 王晓雪,苏杏丽.数字图像处理在车牌识别中的应用[J].自动化仪表,2010,31(7): 22-25, 28.  
Wang Xiaoxue, Su Xingli. Application of digital image processing in license plate recognition [J]. Automation Meter, 2010, 31 (7): 22-25, 28.
- [5] 金连文,钟卓耀,杨钊,等.深度学习在手写汉字识别中的应用综述[J].自动化学报,2016,42(8): 1125-1141.  
Jin Lianwen, Zhong Zhuoyao, Yang Zhao, et al. Application review of deep learning in handwritten Chinese character recognition [J]. Journal of Automation, 2016, 42 (8):1125-1141.
- [6] Wei Xiaohua, Lu Shujing, Lu Yue. Compact MQDF classifiers using sparse coding for handwritten Chinese character

- recognition[J]. *Pattern Recognition*, 2017: 10.1016/j.patcog.2017.09.044.
- [7] 王万国, 田兵, 刘越, 等. 基于RCNN的无人机巡检图像电力小部件识别研究[J]. *地理信息科学学报*, 2017, 19(2): 256-263.  
Wang Wanguo, Tian Bing, Liu Yue, et al. Research on identification of UAV patrol image power components based on RCNN [J]. *Journal of Geo-Information Science*, 2017, 19(2):256-263.
- [8] 秦雪, 王欢, 严晔, 等. 基于图像边缘检测的图像识别算法[J]. *长春理工大学学报(自然科学版)*, 2015, 38(4):127-131.  
Qin Xue, Wang Huan, Yan Ye, et al. Image recognition algorithm based on image edge detection [J]. *Journal of Changchun University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2015, 38(4): 127-131.
- [9] Bo Peng, Yang Shengjiang, Yun Pu. Review on automatic pavement crack image recognition algorithms[J]. *Journal of Highway and Transportation Research and Development (English Edition)*, 2015: 13-20.
- [10] 张薇. 图像客观质量评价算法及其应用研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2016.  
Zhang Wei. Image objective quality evaluation algorithm and its application research [D]. Xuzhou:China University of Mining and Technology, 2016.
- [11] 陈楚燕, 解天鹏. 无参考图像质量评价算法性能分析[J]. *计算机与数字工程*, 2016, 44(2): 337-342.  
Chen Chuyan, Xie Tianpeng. Performance analysis of algorithms for quality evaluation of non-reference images [J]. *Computer and Digital Engineering*, 2016, 44 (2): 337-342.
- [12] 桑庆兵, 苏媛媛, 李朝锋, 等. 基于梯度结构相似度的无参考模糊图像质量评价[J]. *光电子·激光*, 2013, 24(3): 573-577.  
Sang Qingbing, Su Yuanyuan, Li Zhaofeng, et al. Quality evaluation of fuzzy image without reference based on gradient structure similarity[J]. *Optoelectronics Laser*, 2013, 24(3): 573-577.
- [13] 尹磊. 图像模糊复原及质量评价算法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2015.  
Yin Lei. Research on image fuzzy restoration and quality evaluation algorithm [D]. Harbin:Harbin Institute of Technology, 2015.
- [14] 杨涛, 张森林. 一种基于HSV颜色空间和SIFT特征的车牌提取算法[J]. *计算机应用研究*, 2011, 28(10): 3937-3939, 3976.  
Yang Tao, Zhang Senlin. A license plate extraction algorithm based on HSV color space and SIFT features [J]. *Computer Application Research*, 2011, 28(10): 3937-3939, 3976.
- [15] 刘亚侠. TDICCD遥感相机标定技术的研究[D]. 长春:中国科学院研究生院(长春光学精密机械与物理研究所), 2005.  
Liu Yaxia. Research on calibration technology of TDICCD remote sensing camera [D]. Changchun:Graduate School of Chinese Academy of Sciences (Changchun Institute of Optical Precision Machinery and Physics), 2005.

#### 作者简介:



杜传业(1983-), 男, 工程师, 研究方向:数据挖掘与治理、IT支撑系统, E-mail: duchuanye@he. chinamobile.com。



刘波(1978-), 男, 工程师, 研究方向:物联网产品, E-mail: liubo@he. chinamobile.com。

(编辑:张黄群)