

# 面向集装箱字符识别的预处理算法

庞 然, 安博文, 李 丹

(上海海事大学 信息工程学院, 上海 200135)

**摘 要:** 由于光照、油污、采集图像受天气影响等原因, 使集装箱箱号图像背景复杂, 给分割识别带来困难。为解决这些问题, 主要研究集装箱箱号图像预处理算法。根据原始图像特点, 先利用形态学腐蚀运算、膨胀运算滤除噪声, 在此基础上运用简单统计法结合 Prewitt 边缘检测算子的方法对具有复杂背景的集装箱箱号图像二值化, 使用基于特征值公式的集装箱箱号字符分割方法准确分割字符。试验结果表明, 此方法较好完成对集装箱箱号原始图像的预处理。

**关键词:** 集装箱箱号识别; 图像二值化; 字符分割; 特征值; 投影法

**中图分类号:** TP391

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2010)12-0021-03

## A Preprocess Algorithm for Container Code Recognition System

PANG Ran, AN Bo-wen, LI Dan

(School of Information Eng., Shanghai Maritime University, Shanghai 200135, China)

**Abstract:** With complex background, changeable lighting and variety of interference on the image, the container code can hardly be recognized. The aim of this study is to decrease the influence of the noise and segment characters accurately. This article introduces the algorithm of container images preprocessing. According to characteristics of container code, the image is filtered by mathematical morphological operators. Based on it, then presents an algorithm of image binary, which combines the simple statistic method with Prewitt edge detection, and introduces a method for container code segmentation based on eigenvalue and projection. A good result of preprocess is obtained from experiments.

**Key words:** container code recognition; image binary; character segmentation; eigenvalue; projection

## 0 引 言

集装箱箱号是集装箱全球唯一识别标识, 相当于集装箱的身份证号码。通过对箱号的识别, 来了解集装箱的所有信息, 极大方便了对集装箱运输的管理。集装箱箱号识别系统可用于海关物流监控系统、运输行业集装箱管理系统、港务局集装箱管理系统、加工区监管系统等。当集装箱通过闸口时不需停车, 快速准确地识别和记录集装箱的箱号、箱型, 通过通用接口提供给上层管理系统, 可以实现无人职守的电子化通关, 促进码头、堆场或货运运输操作自动化的进程。

箱号字符涂刷的颜色有白色或黑色, 而背景色多样。由于集装箱工作环境复杂, 集装箱箱体表面常有灰尘、油污等污染, 采集的原始图像光照条件不同, 这

些因素使得拍摄的图像质量较差, 影响后续分割、识别准确率。为提高箱号字符识别率, 需要一个好的预处理算法对原始图像进行处理。文中给出对原始图像进行预处理方法, 研究了箱号图像预处理算法中二值化算法和阈值算法, 并提出箱号字符分割方法。

## 1 字符图像增强

### 1.1 背景消除

对图像进行腐蚀、膨胀是形态学基本方法。在灰度图像中, 用结构元素  $a(x, y)$  对输入图像  $f(x, y)$  进行灰度膨胀可定义为<sup>[1]</sup>:

$$(f \oplus a)(s, t) = \max\{f(s-x, t-y) + a(x, y) \mid x, y \in D_a, (s-x, t-y) \in D_f\} \quad (1)$$

用结构元素  $a(x, y)$  对输入图像  $f(x, y)$  进行灰度腐蚀可定义为:

$$(f \ominus a)(s, t) = \min\{f(s+x, t+y) - a(x, y) \mid x, y \in D_a, (s+x, t+y) \in D_f\} \quad (2)$$

选取适合的结构元素进行腐蚀操作, 去除原始图像中字符, 膨胀操作可以增加字符信息。利用膨胀后

收稿日期: 2010-05-06; 修回日期: 2010-08-13

基金项目: 上海曙光计划项目(08SG49); 上海海事大学校基金资助项目(20100138)

作者简介: 庞 然(1982-), 女, 河南信阳人, 硕士研究生, CCF 会员, 研究方向为数字图像处理; 安博文, 副教授, 研究方向为数字图像处理。

图像与腐蚀后图像相减,得到一幅字符信息突出的图像<sup>[2]</sup>。利用形态学的关键在于结构元素的选取,文中选取大于最大字符宽度的 2/3 为直径的圆形结构元素,对灰度图像进行腐蚀和膨胀操作,得到背景图像。用原始图像减去背景图像,得到一幅突出字符区域的图像<sup>[3]</sup>,如图 1 所示。

从图 1 可以看出,经过形态学处理后的图像,光照不均有明显改善,背景大量消除,字符信息更加突出。

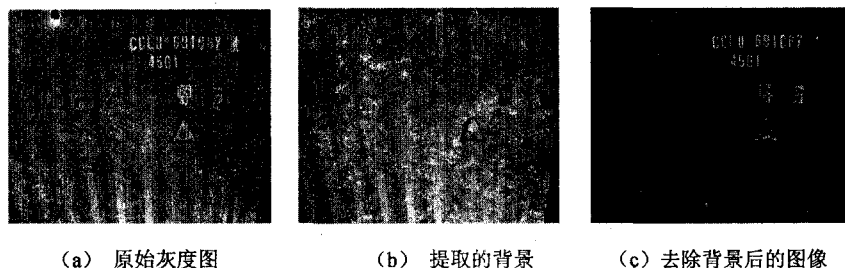


图 1 背景消除效果图

## 1.2 灰度变换

消除背景后的图像,使字符信息增强,但是降低了整个图像的灰度,因此需要对此图像进行灰度变换,文中用图像拉伸的办法增强图像的对比度,改善图像质量<sup>[4]</sup>。

图像拉伸又叫做对比拉伸,它的思想是,提高图像处理时灰度级的动态范围,增强图像的对比度。变换前图像为  $f$ ,变换后的图像为  $g$ 。其对比拉伸原理如图(2)所示,对比公式如下:

$$g = \begin{cases} \alpha f & (0 \leq f < f_1) \\ \beta(f - f_1) & (f_1 \leq f < f_2) \\ \gamma(f - f_2) & (f_2 \leq f \leq 255) \end{cases} \quad (3)$$

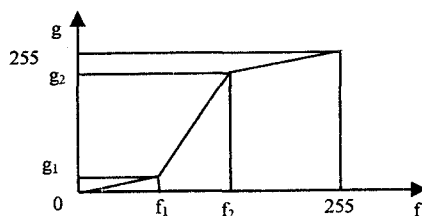


图 2 对比度拉伸原理图

主要增强  $[f_1, f_2]$  间的图像将其拉伸到  $[g_1, g_2]$  压缩其他灰度区间。其中  $\alpha = f_1/g_1, \beta = (f_2 - f_1)/(g_2 - g_1), \gamma = (255 - f_2)/(255 - g_2), \beta > 1$ 。

## 2 图像二值化

箱号原始图像存在光照不均,灰尘,油污等因素,为了提高后续分割和识别模块准确率,需要选取好的阈值算法得到二值化图像。

目前采用的二值化方法有固定阈值法,全局动态阈值法和局部动态阈值法等<sup>[5,6]</sup>,固定阈值法不适合

复杂背景的箱号图像。全局动态阈值法需要根据图像的直方图或空间分布情况取得阈值,把图像的每个像素与  $T$  比较分出前景和背景而得到二值图像,此方法不适合光照不均的图像。局部动态阈值法,通过比较当前像素点与周围邻域点来确定像素的阈值,可用于光照不均和复杂背景图像,适合处理具有复杂背景的箱号图像。但是此方法常造成二值化图像边界模糊,字符笔画处信息丢失的问题。

文中采取文献[7]中提出的基于简单图像统计的阈值选取方法,结合边缘检测算子对灰度图像进行二值化,使字符笔划边缘信息得以较好保存。Roberts 边缘算子在水平和垂直方向效果较好,但对噪声敏感,Prewitt 边缘算子是利用当前像素点邻点灰度差,在边缘处

会达到极值来检测边缘,有平滑噪声的作用,所以对灰度和噪声较多的图像处理有较好效果。基于集装箱箱号图像特点,实验比较两种算子,文中选取 Prewitt 边缘算子进行边缘检测<sup>[8]</sup>。

Prewitt 边缘算子描述如下:

$$f'_x(x, y) = f(x+1, y-1) - f(x-1, y-1) + f(x+1, y) - f(x-1, y) + f(x+1, y+1) - f(x-1, y+1) \quad (4)$$

$$f'_y(x, y) = f(x-1, y+1) - f(x-1, y-1) + f(x, y+1) - f(x, y-1) + f(x+1, y+1) - f(x+1, y-1) \quad (5)$$

$$G[f(x, y)] = \sqrt{f'^2_x(x, y) + f'^2_y(x, y)} \quad (6)$$

利用简单统计法得到原始灰度图  $f$  的阈值  $T_0$ ,简单图像统计阈值选取公式如下:

$$t = \frac{\sum \sum e(x, y) f(x, y)}{\sum \sum e(x, y)} \quad (7)$$

其中  $e(x, y) = \max\{|e_x|, |e_y|\}$ ,

$$e_x = f(x-1, y) - f(x+1, y),$$

$$e_y = f(x, y-1) - f(x, y+1)$$

对灰度图像进行边缘提取,利用 Prewitt 边缘检测算子得到边界图像  $g$ ,边界点阈值取当前像素的八邻域平均灰度值,其公式表示为:

$$T_1 = \frac{1}{8} \sum_{\substack{m \in \{0, \pm 1\} \\ n \in \{0, \pm 1\}}} f(x-m, y-n) \quad (m, n \text{ 不同时为 } 0) \quad (8)$$

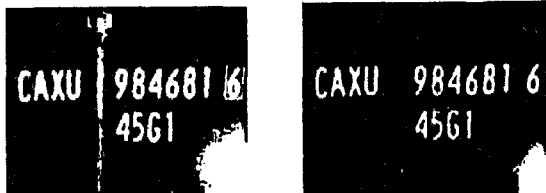
半径为  $\sqrt{2}$  的八邻域可以表示为:

$$A_{\sqrt{2}} = \{(x, y+1), (x, y-1), (x+1, y-1), (x+1, y), (x+1, y+1), (x-1, y-1), (x-1, y), (x-1, y+1)\}$$

$$-1, y+1) \quad (9)$$

对于每个像素点最终阈值  $T(i, j)$  的选取, 先判断  $g(i, j)$  是否为边缘像素点, 如果为边界像素,  $T(i, j)$  为八邻域平均灰度值  $T_1$ ; 如果不是边界点像素,  $T(i, j)$  为简单统计法所得整体阈值  $T_0$ 。

此算法基于局部阈值, 抗噪声性能好, 适用于光照不均的箱号图像。效果图见图 3。



(a) Otsu 法二值化

(b) 本文方法

图 3 二值化效果图

### 3 字符分割算法

经过二值化后的箱号图像被处理成白底黑字或者黑底白字, 将其归一化为黑底白字后, 利用投影法进行字符分割。

#### 3.1 投影法

投影图是对图像灰度像素累计分布的情况。分别对  $x$  轴和  $y$  轴投影的定义如下:

对于一幅大小为  $M \times N$  的箱号字符二值图像  $f(x, y)$ , 则图像  $f(x, y)$  对  $x$  轴的投影  $f_x$  定义为:

$$f_x = \sum_{y=0}^N f(x, y), x = 1, 2, 3, \dots, M \quad (10)$$

图像  $f(x, y)$  对  $y$  轴的投影  $f_y$  定义为:

$$f_y = \sum_{x=0}^M f(x, y), y = 1, 2, 3, \dots, N \quad (11)$$

经过预处理后进行投影可以得到一幅波峰波谷比较明显的投影图。

#### 3.2 特征值函数定义

文中采取文献[9]中特征值函数方法, 结合集装箱箱号特点, 对定义特征值函数 TZH 和 TZV 来分别反映向  $X$  轴和向  $Y$  轴投影波峰波谷交替特征。

$$TZX = \text{round}(\lambda_1 \sum_{x=1}^{\text{Width}} \text{proj}[x] / \text{Width}) \quad (12)$$

$$TZY = \text{round}(\lambda_2 \sum_{y=1}^{\text{Heigh}} \text{proj}[y] / \text{Heigh}) \quad (13)$$

其中,  $\text{round}(x)$  是对数值取整函数,  $\text{proj}[x]$  是第  $x$  列上所有像素之和,  $\text{Width}$  为图像的宽度,  $\text{Heigh}$  为图像的高。  $\lambda$  为一常数,  $\lambda$  取不同值可以调节 TZX 和 TZY 的大小, 使其接近投影图的底部或者上部。文献[9]中

选择为固定值 0.5, 文中通过对集装箱箱号图像的实实验,  $\lambda_1$  取值为 1.3,  $\lambda_2$  取值为 0.4。

#### 3.3 分割算法

集装箱箱号排列规则分为横排和竖排两种。其中横排方式又有一行、两行、四行三种方式。竖排只有一列方式。文中采取对横排和竖排方式分别进行分割的方法。

对于竖排方式, 前四位为箱主代码, 后面六位序列号, 最后是一位校验码, 这三部分间有较大的距离, 每个部分中字符间距离基本相同。箱号字符间隔清晰, 由特征值函数线与投影曲线相交点作为字符分割点, 根据这个思想, 字符切割算法设计如下<sup>[10~12]</sup>:

(1) 对  $X$  轴投影, 根据 TZX 与投影曲线相交得出分割点。从左向右扫描, 记录第一个和第二个与 TZX 相交的点到 COORX[] 中, 两点坐标差为列的宽。

(2) 对  $Y$  轴投影, 利用 TZY 分别得到每个字符的上下分割点。从左向右扫描投影图, 顺序记录每个上升沿和下降沿与 TZY 的相交点的坐标值到 COORY[] 中。

(3) 从第一个点开始向后成对取出坐标值, 顺序计算其距离, 小于字符高度则去掉此点向下取一个, 验证是否符合条件。

(4) 对应出字符边界坐标, 切割字符。分割效果如图 4 所示。



图 4 原始图像与分割后字符

对于横排方式, 根据其排列方式与列分割不同, 先向  $Y$  轴投影, 找到各行分割点坐标, 根据此坐标分别取出每行, 按照列排列分割方法得到分割单个字符。

1) 一排行方式, 方法同列排列方式。

2) 两行方式, 四个箱主代码一排, 七个序号一排。先向  $Y$  轴投影, 找到各行的分割点坐标, 根据此坐标分别取出每行, 对  $X$  轴投影, 方法同一排方式, 得到分割单个字符。

3) 四排方式, 四个箱主代码一排, 六个序列号分成两排, 校验码一排。

### 4 结束语

文中研究了集装箱箱号字符识别中的预处理过

(下转第 28 页)

系结构研究的基础提出的一种设想,对该方案在一体化网络测试环境中的具体实现还有待于进一步深入研究。尽管如此,通过对这些新的设计技术的研究,相信这些新颖的设计思路将会影响人们解决类似问题的方法,对于多宿主的应用也具有一定的现实意义。

#### 参考文献:

- [1] Ernst T, Montavont N, Wakikawa R, et al. Goals and Benefits of Multihoming[C]//IETF draft - ernst - generic - goals - and - benefits - 02. [s.l.]: [s.n.], 2005.
- [2] Saucez D, Donnet B, Iannone L, et al. Inter - domain Traffic Engineering in a Locator/Identifier Separation Context[C]//Proc. of Internet Network Management Workshop. [s.l.]: [s.n.], 2008.
- [3] Huston G. BGP Routing Table Analysis Report[EB/OL]. 2010. <http://bgp.potaroo.net>.
- [4] Meyer D. The locator identifier separation protocol (LISP)[J]. Internet Protocol Journal, 2008(1): 23 - 36.
- [5] Farinacci D, Fuller V, Meyer D, et al. Locator/ID Separation Protocol(LISP)[C]//IETF draft - farinacci - lisp - 12. [s.l.]: [s.n.], 2009.
- [6] Vogt C. Six/one: A solution for routing and addressing in IPv6[C]//IETF draft - vogt - rrg - six - one - 00. [s.l.]: [s.n.], 2007.
- [7] Atkinson R. ILNP Concept of Operations[C]//IETF draft - rja - ilnp - intro - 01. [s.l.]: [s.n.], 2008.
- [8] 王金锋,王 慧,孙志刚. IPv6 多宿主技术研究[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(1): 20 - 24.
- [9] de Launois C, Bonaventure O. MAROS: Host - Centric IPv6 Multihoming with Traffic engineering[C]//IETF draft - de - launois - multi6 - naros - 00. [s.l.]: [s.n.], 2003.
- [10] Abley J, Lindqvist K, Davies E, et al. IPv4 Multihoming Practices and Limitations[S]. IETF RFC 4116, 2005.
- [11] Hagino J, Snyder H. IPv6 Multihoming Support at Site Exit Routers[S]. IETF RFC3178, 2001.
- [12] 王洪臣,朱尚明. 多连接校园网策略路由的研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(4): 25 - 28.
- [13] Nordmark E, Bagnulo M. Shim6: Level3 Multihoming Shim Protocol for IPv6[S]. IETF RFC 5533, 2009.
- [14] 张宏科,苏 伟. 新网络体系基础研究——一体化网络与普适服务[J]. 电子学报, 2007, 35(4): 593 - 598.
- [15] 董 平,秦雅娟,张宏科. 支持普适服务的一体化网络研究[J]. 电子学报, 2007, 35(4): 599 - 606.
- [16] Barré S, Bonaventure O. Improved Path Exploration in shim6based Multihoming[C]//SIGCOMM. [s.l.]: [s.n.], 2007.
- [17] 涂 睿,苏金树,陈 锋. 一种基于位置/标识分离的站点多宿主路径失效恢复机制[J]. 计算机科学, 2009, 36(10): 49 - 54.
- [18] Shi W, MacGregor M H, Gburzynski P. Load Balancing for Parallel Forwarding[J]. IEEE/ACM Transaction on Networking, 2005, 13(4): 790 - 801.

(上接第 23 页)

程。对于原始箱号图像光照不均,尘污等干扰,在背景消除,灰度拉伸基础上,采取了局部动态阈值法结合 Prewitt 边缘检测算子的方法对灰度图像进行二值化处理,利用这种算法来减少字符边缘信息丢失,并给出了一种集装箱箱号字符分割的方法。在使用特征值投影法找分割点时,采取对行列分别设置  $\lambda$  值,使分割点位置更准确。实验表明,此方法为整个系统最后完成集装箱箱号字符识别提供了较好的预处理效果。

#### 参考文献:

- [1] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社, 2007.
- [2] 卢盛辉. 集装箱自动识别系统研究[D]. 成都:西南交通大学, 2003.
- [3] Yin Jianqin, Cao Aizeng, Li Jinping. A new method for container code location[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics. [s.l.]: [s.n.], 2007: 2842 - 2845.
- [4] 张 引,潘云鹤. 面向车辆牌照字符识别的预处理算法[J]. 计算机应用研究, 1999, 16(7): 85 - 87.
- [5] 赵永志,彭国华. 一种有效的图像二值化方法[J]. 科学技术与工程, 2007, 7(1): 139 - 141.
- [6] 潘 巍,李晋川,王阳生,等. 一种基于有效梯度信息的复杂图像分割方法[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(18): 11 - 12.
- [7] 周妮娜,王 敏,黄心汉,等. 车牌字符识别的预处理算法[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(15): 220 - 221.
- [8] 秦襄培. Matlab 图像处理与界面编程宝典[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.
- [9] 迟晓君,孟庆春. 基于投影特征值的车牌字符分割算法[J]. 计算机应用研究, 2006, 23(7): 256 - 257.
- [10] 胡新荣. 一种改进的车牌字符分割算法[J]. 计算机工程, 2006, 32(3): 191 - 192.
- [11] 杨述斌,张 阳. 复杂车辆图像中的车牌快速形态定位算法[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(6): 50 - 53.
- [12] 任 彬,汪炳权,罗 斌. 基于图指数平滑的阈值和峰点自动检测方法[J]. 中国图像图形学报, 1997, 2(4): 230 - 233.