

# 车牌识别中二值化方法的研究

朱浩悦 耿国华 周明全

(西北大学计算机科学系可视化技术研究所 陕西 西安 710069)

**摘要** 考虑到光照变化以及定位出的车牌周边环境和自身干扰等因素,提出了一种新的车牌二值化的方法,这种方法结合了高斯拉普拉斯算子法和迭代法。实验结果表明,此方法二值化效果好,对于有噪声干扰、非均匀光照的牌照图像有良好的适应性。

**关键词** 车牌识别 二值化 高斯拉普拉斯算子

## RESEARCH ON BINARIZATION METHOD OF LICENSE PLATE RECOGNITION

Zhu Haoyue Geng Guohua Zhou Mingquan

(Institute of Visualization Technology, Department of Computer Science, Northwest University, Xian Shaanxi 710069, China)

**Abstract** Considering the changes of illumination, the surrounding environment of the license plate and the license plate itself, a new method of taking threshold value of binarization is introduced. This method combines the Gauss-Laplace method and the iteration method. It has been proved that the result of the binarization is well, and has good adaptability to the license plate picture with noise interfering and non-uniform illumination.

**Keywords** License plate recognition Binarization Gauss-laplace

### 1 前言

智能交通是当前交通管理发展的主要方向,汽车牌照自动识别技术则是智能交通系统的重要组成部分<sup>[1]</sup>,它也是图像处理和模式识别技术研究中的热点。一般来说,整个车牌识别过程必须经过以下三个主要步骤:车牌定位、车牌字符分割、字符的识别。而在分割车牌字符之前又必须对车牌图像进行二值化,并且其结果的好坏将直接影响字符分割和字符识别系统的性能指标。图像的二值化就是对图像进行阈值化分割,将图像中目标和背景分离出来,易于提取目标的一种图像处理技术。图像二值化的关键在于阈值  $T$  的选取,根据阈值  $T$  来区分图像中的对象和背景。

### 2 常用的车牌照二值化方法

根据阈值选取情况,二值化方法可分为全局二值化、局部二值化和动态二值化<sup>[2]</sup>。典型的全局阈值法有平均灰度值法、Otsu 算法等。如果车牌图像在一个均匀的光照环境下并且车牌本身没有污染,全局阈值法是一个有效的方法,但是在大多数情况下,因为车牌本身的损坏、污染以及不均匀的光照条件,单一的静态阈值并不能取得很好的效果。局部阈值的方法大多数情况下虽然可以优于全局阈值法,但是这种方法却可以造成相邻块之间的不连贯性。如果两个相邻的块的阈值相差太大,二值化后的车牌字符就可能造成变形,降低识别率<sup>[3]</sup>。动态阈值法是一个图像在不同的区域具有不同的阈值使图像的二值化效果最好,阈值的取值是一个随图像中位置缓慢变化的函数值。常用

的动态阈值的方法有最大内间方差法、共生矩阵法等。本文所使用的就是动态阈值的方法。

### 3 高斯拉普拉斯算子同迭代法相结合实现二值化

在光线很弱的夜晚,汽车前灯开启的情况下,车牌照的光照很不均匀,在这种光照不均匀的时候,对车牌图像进行二值化如果使用全局阈值法或者局部阈值法效果都不是很好,用高斯拉普拉斯算子进行动态二值化可以有较好的效果。

高斯拉普拉斯算子把高斯平滑滤波器和拉普拉斯锐化滤波器结合起来,先用高斯函数平滑掉噪声,然后用拉普拉斯算子进行边缘检测<sup>[4]</sup>。边缘从微观意义上讲是图像上灰度变化比较剧烈的地方。从宏观上说,边缘点是图像中不同物体区域或物体与背景区域之间分界的边界点。一般认为,边缘是图像中包含信息最丰富,也是最重要的部分。边缘提取就是将代表边缘点的像素从图像中提取出来。而边缘图像中每个点的值就代表它们在多大程度上满足一个边缘点的定义如灰度变化的剧烈程度等。通常,人们把边缘检测当作图像二值化的后续工作,即对图像进行二化后,再提取二值化图像的边缘信息。而本文把边缘提取作为图像二值化的前期工作。

先将车牌图像  $f(x, y)$  用如下 2-D 高斯函数做平滑处理:

$$h(x, y) = \exp\left[-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right] \quad (1)$$

收稿日期:2005-03-08。本文受公安部重点项目:20036152201 资助。朱浩悦,硕士,主研领域:智能信息处理。

式中  $\sigma$  是高斯分布的均方差。用  $h(x, y)$  对图像  $f(x, y)$  的平滑可表示为:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) \quad (2)$$

式中  $*$  代表卷积。如果令  $r$  是离原点的径向距离, 即  $r^2 = x^2 + y^2$ , 则将式 (1) 代入式 (2), 然后对图像  $g(x, y)$  采用拉普拉斯算子进行边缘检测, 可得:

$$\nabla^2 g = \nabla^2 [h(x, y) * f(x, y)] = \left[ \frac{r^2 - 2}{4} \right] \exp \left[ -\frac{r^2}{2\sigma^2} \right] * f(x, y) = \nabla^2 h * f(x, y) \quad (3)$$

式中  $\nabla^2$  是拉普拉斯算子:  $x, y = -n, \dots, -1, 0, 1, 2, \dots, n$ 。

这样利用二阶导数算子过零点的性质, 可确定图像中阶跃状边缘的位置。上式中的  $\nabla^2 h$  称为高斯拉普拉斯滤波算子, 它是一个轴对称函数, 各向同性, 它的一个轴截面如图 1。  $\nabla^2 h$  也称为“墨西哥草帽”。由图 1 可见这个函数在  $r = \pm \sigma$  处有过零点, 当  $|r| < \sigma$  时为正, 当  $|r| > \sigma$  时为负。另外可以证明这个算子定义域内的平均值为零, 因此将它与图像卷积并不会改变图像的整体动态范围。但由于它相当光滑, 因此将它与图像卷积会模糊图像, 并且其模糊程度是正比于  $\sigma$  的。正因为  $\nabla^2 h$  的平滑性质能减少噪声的影响, 所以当边缘模糊或噪声较大时, 利用  $\nabla^2 h$  检测过零点能提供较可靠的边缘位置。在该算子中, 的选择很重要,  $\sigma$  较大, 趋于平滑图像,  $\sigma$  较小, 效果是相反的。

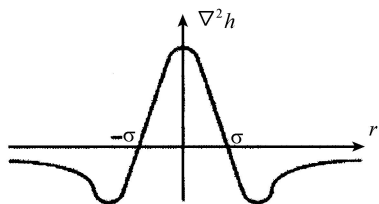


图 1  $\nabla^2 h$  的剖面

本文所提出的算法把高斯拉普拉斯算子同迭代法结合起来共同完成车牌的二值化工作。整个方法可分为两类情况:

第一类: 在光线均匀的情况下, 如车前灯关闭时, 我们用迭代法<sup>[5]</sup>来进行二值化;

第二类: 当夜晚车前灯开启时, 车牌照图像光照很不均匀, 有些部位亮度很高时, 我们就用高斯拉普拉斯算子的方法进行二值化。

对于判断何时使用何种方法, 我们采用分析定位出的原始车牌图片的灰度直方图的方法。首先要说明的是, 我们的拍摄场景都是在一个固定的模式下 (摄像头的安装位置、拍摄角度等) 进行的。由于正常情况下的车牌图片, 也就是在良好的天气状况下, 普通的日照环境中, 周围没有强光照射, 定位出的车牌周边没有边框干扰, 车牌本身没有杂物干扰等等, 在排除掉一切干扰因素的前提下, 经过对灰度直方图的分析, 这种情况下车牌上字符的灰度累计值在一定范围内, 记为  $G_0$ 。对每个车牌图片进行判断, 如果它的字符灰度累计值大于  $G_0$ , 则归为第二类情况, 即使用高斯拉普拉斯算子法; 如果小于等于  $G_0$ , 则需要继续进行判断。 $i$  代表从 0 ~ 255 的灰度范围, 在灰度直方图中,  $i$  从 0 开始向右边的 255 移动, 直到累计分布函数达到一定值, 记此时的  $i$  为  $\text{Left}$  以同样方法得到右边的  $\text{Right}$  若  $QK[i] - 200 < QK[254] - QK[i]$  和  $QK[254] - QK[i] - 200 < QK[i]$  同时成立, 记此时的  $i$  为  $\text{flag}$ 。若范围在  $\text{Left} \sim \text{Left} + (\text{Right} - \text{Left}) / 2$  的灰度累计值小于范围在  $\text{Left} + (\text{Right} - \text{Left}) / 2 \sim \text{Right}$  的灰度累计值, 或者  $\text{flag} > 120$ , 则归为第二类; 否则归为第一类。

由于我们所要处理的仅是定位好了的车牌图片, 所以当车前灯开启时, 车牌部位光亮度都比较高, 一般高于白天。图 2 中的两组车牌图片是在夜晚车前灯开启时所获得的, 我们可以看出, 原始图片由于灯光照射, 光亮度很不均匀, 如果在车牌二值化的过程中仅仅使用迭代法, 那么所获得的二值化以后的图片如图 (b) 所示, 如果使用本文所述的这种把高斯拉普拉斯算子同迭代法结合起来的二值化方法, 经过判断, 使川高斯拉普拉斯算子进行二值化, 二值化效果如图 (c) 所示。我们可以看出, 仅使用迭代法得到的二值化结果 (b) 中字符很不清晰, 而 (c) 比 (b) 效果要好。还要说的是, 这一类原始车牌图片, 由于灯光的原因, 图片质量一般都不是很好, 有的车牌甚至用人眼都较难看清楚, 而使用高斯拉普拉斯算子二值化有时能够识别出一些连人眼都很难分辨出的高亮度车牌来。

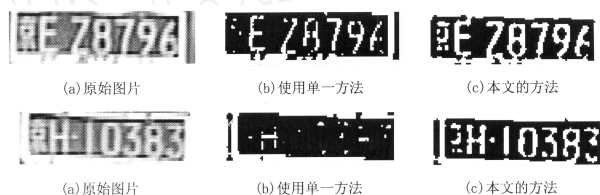


图 2 第一类比较

还有一类车牌图片如图 3 所示, 车牌有高亮度边框干扰, 如果仅使用迭代法进行二值化, 效果如图 3 (b), 效果很差, 有的甚至整个字符区域什么都看不到 (如图 3 中第 2 组图片中的 (b)), 而使用本文的方法 (如图 3 (c) 所示) 却可以有较好的效果。因为高亮度边框的出现, 整个原始车牌图片亮度增高, 经本文算法判断, 可最终归结成上述的第二类情况, 使用高斯拉普拉斯算子法。

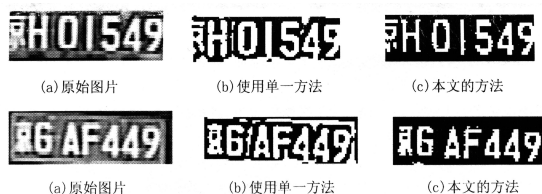


图 3 第二类比较

当然, 在有些情况下使用高斯拉普拉斯算子进行二值化并没有迭代法效果好, 图 4 的两组图片就是例子。在白天, 车前灯没有开启时, 原始车牌图像偏暗, 这时如果用高斯拉普拉斯算子的方法, 二值化后的车牌图像 (如图 4 中两组图中的 (b)) 有一定的噪声干扰, 譬如边框、铆钉等, 效果没有本文经判断后使用迭代法 (如图 4 中两组图中的 (c)) 好。因此, 把两种二值化方法综合起来才能达到较好的效果, 图 2、图 3、图 4 中的 (c) 就是本文所使用的高斯拉普拉斯算子同迭代法相结合的二值化方法。

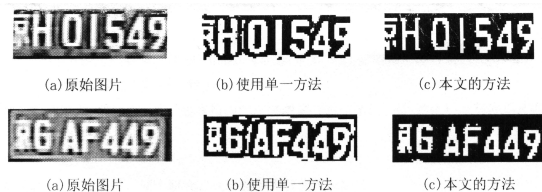


图 4 第三类比较

以下是本文的方法同自适应阈值法、单一使用迭代法和单一使用高斯拉普拉斯算子法进行二值化的比较结果 (如图 5) 以下 (下转第 90 页)

对于第2个子目标,我们使用.NET提供的安全设置,并定义了额外的处理机制来加强.NET下基本的安全性能。

首先,在配置文件 Web.config 中设置会话状态如下:

```
sessionState
mode = InProc
cookieless = true
timeout = 10
/
```

特性 mode 设为 InProc,表示应用程序将会话状态存储在辅助进程的内存中,这也是目前.NET平台下最快的会话访问模式。根据 HRMS 2.0 对 Web 服务访问的测算以及对服务器的性能评估,所占内存不会对性能产生可感知的负面影响。

考虑到 HRMS 的部分用户对网络安全级别要求较高,cookieless 特性值被设置为 true,即禁用会话 Cookie。相应的,在具体代码中,需要调用 HttpResponse 类的 ApplyAppPathModifier 方法将相对 URL 更改为绝对 URL,就是将代码:

```
a runat = server
href = /branch/opr.aspx Operation
/a
```

改写为:

```
a runat = server
href = %
=Response.ApplyAppPathModifier( /code/page.aspx ) %
/branch/opr.aspx Operation
/a
```

除了以上基于.NET框架的安全设置外,我们对安全性令牌做了以下自定义控制:

定义已签名安全性令牌作为安全性令牌,签名基于 X.508 证书。客户端只有通过网上招聘系统的用户名/密码验证,并获得令牌,才能对 Web 服务的接口进行调用。而 Web 服务是无连接的 Internet 交互,其本身并不能验证持有令牌的请求的合法性。对此,我们要求每次请求都需持有不同的令牌,也就是说客户端在每次请求前都需要验证用户名/密码以获得新的令牌。这样就杜绝了令牌被冒用的可能性。

Web 服务端程序将每次生成的安全性令牌刷新到数据库中,并在请求到达时进行验证。

## 5 总结

综上所述,Web 服务为人力资源管理系统的开发拓展了新的领域,降低了服务的提供者与使用者之间的耦合性。基于 XML 的 Web 服务使得 HRMS 的可扩展性和可维护性得到了很大的提高,极大地增强了产品的市场竞争力。

Web 服务的这个优势使其非常适合于构建在 Internet 上的企业应用。HRMS 系统中的 Web 服务提供者公开其接口,在供用户使用和拓展的同时保持了程序功能的独立性。对于非常需要类似结构将服务器端逻辑封装的 Intranet 开发而言,Web 服务同样也是不错的选择。

与此同时,作为 Web 程序结构中新的一层,Web 服务在一定程度上增加了服务器端的开销,延缓了服务器的响应,这一点在海量 Web 访问的情况下将会非常明显。企业级 Web 服务的开发者需要把处理速度和响应时间考虑到系统设计中去。

安全性保证是包含 Web 服务的系统一个相当重要的课

题。现有的各类开发平台都提供了有效的方法来保证交互的安全。此外,开发者也可以并应该根据具体情况研究并实施可行的自定义机制作为补充,进一步提高系统的安全性能。

## 参考文献

- [1] W3C, Web Services Activity Statement, <http://www.w3.org/2002/ws/Activity>
- [2] MSDN, .NET Framework 概述, <http://msdn.microsoft.com/library/chs/default.asp?url=/library/chs/vsintro7/html/vxconatourofvisualstudio.asp>
- [3] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, Design Patterns, 1995年1月, Addison-Wesley Professional 出版。
- [4] 国际商用机器公司和微软公司, Web 服务世界的安全性: 提议的体系架构和指南, <http://www-900.ibm.com/developerWorks/cn/web-services/ws-secmap/index.shtml>

(上接第34页)

及在两百幅随机原始车牌图片中使用本文方法的二值化效果较上述各方法效果优等的百分比(如图6):

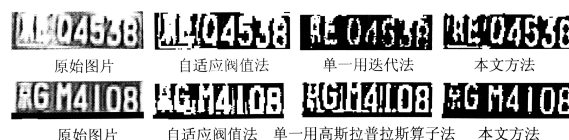


图5 第四类比较

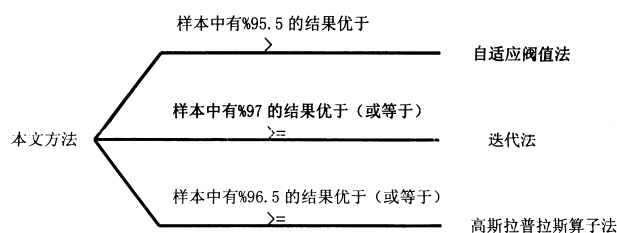


图6 本文方法与其它方法的比较结果

## 4 结束语

从以上比较我们可以看出,在这几种方法中,本文所采用的这种把高斯拉普拉斯算子同迭代法结合起来的二值化方法噪声较小,字符较清晰,执行速度良好,它为车牌识别系统中后面的字符分割和字符识别工作打下了良好的基础。

## 参考文献

- [1] 赵宏、王丽敏、王工艺,“汽车牌照自动识别中二值化方法的研究[J]”,《应用科技》,第31卷,第3期,pp.15~16,2004年。
- [2] 王强、马利庄,“图像二值化时图像特征的保留[J]”,《计算机辅助设计与图形学学报》,第12卷,第10期,pp.746~750,2000年。
- [3] Byeong Rae Lee, Kyungsoo Park, Hyunchoi Kang, Haksoo Kim, Chungkyue Kim: Adaptive Local Binarization Method for Recognition of Vehicle License Plates WCA 2004: 646~655.
- [4] 王卜堂、杨善林,“基于 Gauss-Laplace 算子的灰度图像边缘检测[J]”,《计算机工程与应用》,第39卷,第26期,pp.132~134,2003年。
- [5] 沈世、盛翊翔,“基于边缘检测的车牌图像分割技术[J]”,《自动化技术与应用》,第23卷,第3期,pp.24~26,2004年。