

# 一种新方法在牌照定位与分割中的应用

崔茂谦, 刘建国, 刘文清

(中国科学院安徽光学精密机械研究所, 安徽 合肥 230031)

**摘要:** 根据图像中车牌字符的特点,应用拓扑学与数学形态学,采用区域双向搜索法找出单个字符的空间分布,从而更精确地排除伪牌照区域,更好地保留原图像字符区域中的笔画信息,对提高整个识别系统的准确率起到了关键的作用。

**关键词:** 区域双向搜索法; 拓扑学; 数学形态学

**中图法分类号:** TP391.41      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2004)12-0177-02

## Application of a New Approach to Locating and Segmentation of License Plate

CUI Mao-qian, LIU Jian-guo, LIU Wen-qing

(Anhui Institute of Optical & Fine Mechanism, Chinese Academy of Sciences, Hefei Anhui 230031, China)

**Abstract:** In order to exclude those false plates from the real one which represents the license plate more efficiently and preserve the right pixels which represents the characters more accurately, those characters' distribution respectively are found out by bidirectional area search method basing topology and Mathematical Morphology. In this way, the veracity of the identified system has been improved dramatically.

**Key words:** Bidirectional Area Search Method; Topology; Mathematical Morphology

车辆牌照识别系统整个开发流程中的重点和难点是如何在一幅含有汽车牌照的图像中定位出牌照所在的矩形区域。围绕这一课题,已经提出了多种解决方案,这些方案均是以牌照区域水平方向丰富的垂直边缘特征为主,配合以牌照区域外形尺寸或颜色信息来找到牌照矩形区域,因此,在存在复杂背景干扰区域的情况下,出现正确定位不高或过多人为干预的问题。实际应用中,拍摄的汽车图像受到各方面的影响,呈现牌照区域字符倾斜、字符之间粘连、笔画断裂或模糊不清等客观因素,使得牌照的精确分割仅仅依靠垂直投影和区域合并遇到了困难,给进一步挖掘字符区域的有效信息和字符的正确识别带来了实质性的问题(图 1)。为有效解决以上问题,本文结合实际开发过程中的体会,提出了一种方法,该方法复杂度不高,运行时间短,能在保证整个系统实时性的前提下提高牌照的正确定位率和识别率。

### 1 牌照字符的拓扑结构

我们以普通汽车牌照为例,在组成牌照的七个字符中,有一个汉字(取自 36 个汉字集),一至两个英文字母和几个阿拉伯数字。除汉字外,其余字符笔画结构简单,用一个或两个连通域即可跟踪其外围轮廓,因此整体的拓扑结构比较单一。在实际操作中,我们主要考虑字符上下结构的拓扑关系,引进邻接的概念来考虑左右结构的拓扑关系。下面举例说明:

图 1 中,我们定义在同一行中连通黑像素为一水平游程,如图 1(b)所示;图 1(a)和图 1(c)所示为牌照字符的代表拓扑结构,分别代表一种需要处理的单元。采用自上而下和从左到右扫描、定义,并以此对图像进行编码。如果当前游程是参考

游程的上(或下)一行,且左、右至少一端搭接(包括邻接),则称两个游程相关,具有父子(或子父)关系。游程可以根据其父子游程进行分类,分为七类(图 1):①孤立游程,没有父游程和子游程;②起始游程,没有父游程,只有一个子游程;③终止游程,没有子游程,只有一个父游程;④单一游程,只有一个父游程和一个子游程;⑤分叉游程,有多个子游程,至多一个父游程;⑥汇合游程,有多个父游程,至多一个子游程;⑦交叉游程,有多个父游程和多个子游程。

对二值化了的牌照区域(图 2),每个字符都有一定的宽度和高度,并且每一行至多有两个相邻的游程共同代表一个字符(汉字除外)。为此,我们感兴趣的是开始游程和终止游程,中间处理的可能情况是分叉游程和汇合游程,至于单一游程和孤立游程,则视为牌照区域的噪声不予处理,而交叉游程则可在处理的过程中避免出现。

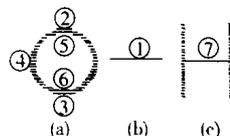


图 1 游程示意图



图 2 二值化了的牌照区域

### 2 区域双向搜索法搜索字符空间分布

字符因为具有图 1(c)类似的结构,使得我们在搜索字符空间分布的时候,不能只考虑按自上而下的顺序处理分叉游程和汇合游程,还要自下而上再进行一次分叉游程和汇合游程的处理,这样图 1(a)和图 1(c)的单元才能不被忽略。经过上、下两个方向的游程处理后,可以找出字符空间分布的粗略位置。这种先上下搜索字符有效区域的方式称为区域双向搜索法。

下面用类计算机语言描述这种搜索方法的具体实现过程： $i, j$  分别代表某一游程在原图像中行的序号和以该行某一点为参考点开始的游程序号。某一游程的属性可用结构体来说明：

```
struct
NextHangSequence; //下一个邻接游程的行序
NextStructSequence; //下一个邻接游程在该行中的游程序号
ThisStructSequence; //本游程在本行中的游程序号
Startpoint; //本游程开始点的横向坐标
Endpoint; //本游程结尾点的横向坐标
ContinuousNumber;
//与本游程相关的起始游程到本游程的连续数
; quality(i, j); //第 i 行第 j 序列的游程描述信息
```

自上至下对游程进行相关处理：①从开始的第一行，依次向下搜寻起始游程；②取游程  $quality(i, j)$ ，与该行上、下两行范围内的游程作邻接判断，若不存在邻接游程，goto ⑥；③在  $quality(i, j)$  的邻接游程所在的行搜寻相邻游程，若存在相邻游程，则进行分叉游程判断；④修改分叉游程，将两个相邻游程合并到靠前的游程中去，并将靠后的游程开始点和结尾点置 0；⑤判断搜索是否结束，若没有结束， $j$  加 1，goto ②，然后  $i$  加 1，goto ②；⑥判断此次搜索的区域是否为孤立游程或单一游程，若是，goto ①。

自下而上对游程进行相关处理：①从结束处开始的第一行，依次向上搜寻起始游程；②取游程  $quality(i, j)$ ，与该行上下两行范围内的游程作邻接判断，若不存在邻接游程，goto ⑥；③在  $quality(i, j)$  的邻接游程所在的行搜寻相邻游程，若存在相邻游程，则进行汇合游程判断；④修改汇合游程，将两个相邻游程合并到靠前的游程中去，并将靠后的游程开始点和结尾点置 0，同时将汇合游程中靠前游程的 NextHangSequence 和 NextStructSequence 分别置为  $i$  和  $j$ ，ContinuousNumber 置为  $quality(i, j)$  的 ContinuousNumber 与 1 之和；⑤判断搜索是否结束，若没有结束， $j$  加 1，goto ②，然后  $i$  加 1，goto ②；⑥判断此次搜索的区域是否为孤立游程或单一游程，若是，goto ①。

这样，根据两次搜索后游程中 ContinuousNumber 的大小即可判断该游程是否属于字符区域，从而定出起始游程和终止游程来。以图 2 所示的二值化后的牌照为例，搜索出字母 P 来：

原图片中字母 P 的坐标范围是  $(258, 288) x, (133, 163) y$ ，经过区域双向搜索法处理之后的游程用以下格式表达：

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

其中，1 为行号；2 为 NextStructSequence；3 为 ThisStructSequence；4 为 Startpoint；5 为 Endpoint；6 为 ContinuousNumber。

表 1 搜索后的游程结果

132 0 0 246284 26	146 0 0 260278 12	132 0 1 0 0 0 0	146 0 1 0 0 0 0
133 0 0 246284 4	147 0 0 260277 11	133 0 1 0 0 0 0	147 0 1 0 0 0 0
134 0 0 246284 3	148 0 1 0 0 0 0	134 0 1 0 0 0 0	148 0 0 261277 10
135 0 0 246284 2	149 0 0 261276 9	135 0 1 0 0 0 0	149 1 1 248252 9
136 0 0 246284 1	150 0 0 261274 8	136 0 1 0 0 0 0	150 1 1 247252 8
137 0 0 246278 0	151 0 0 261265 7	137 0 1 0 0 0 0	151 1 1 246256 7
138 0 0 268278 20	152 0 0 261265 6	138 0 1 0 0 0 0	152 1 1 246254 6
139 0 0 269278 19	153 0 0 261265 5	139 0 1 0 0 0 0	153 1 1 246255 5
140 0 0 262275 18	154 0 0 261265 4	140 0 1 0 0 0 0	154 1 1 246256 4
141 0 1 0 260274 17	155 0 0 261265 3	141 0 1 0 0 0 0	155 1 1 246257 3
142 0 0 260277 16	156 0 0 261265 2	142 2 1 247254 16	156 1 1 251257 2
143 0 0 260277 15	157 1 0 261265 1	143 0 1 0 0 0 0	157 2 1 250253 1
144 0 0 260277 14	158 0 0 273280 0	144 0 1 0 0 0 0	158 0 1 261265 0
145 0 0 260277 13	159 0 0 271281 4	145 0 1 0 0 0 0	159 0 1 0 0 0 0
160 0 0 271282 3		160 0 1 0 0 0 0	

表 1 为搜索后的游程结果，选取 ContinuousNumber 最大者依次向下，即从 138 到 158 行的序号为 0 的游程是我们所求的目标。

在计算机中进一步处理时，依照当前游程的参数 NextHangSequence 和 NextStructSequence，结合 ContinuousNumber 大小判断找出代表字符区域的游程集合。处理后的牌照区域变成如图 3 所示的图片。

经过类似的七次搜索处理，便得到由七个字符区域合成的牌照有效字符区域(图 4)。这样，经过区域双向搜索法处理后的牌照，基本上可以判定是否为牌照区域，进而解决了在牌照定位复杂背景下干扰区域难以排除的难题。



### 3 用数学形态学进一步去伪存精

由于在牌照分割中我们并不满足于字符单独分离开，而是为进一步的识别提供最有效的像素信息，为保证处理后字符的轮廓最精确地覆盖原图像中字符的范围，我们需要用数学形态学的方法作进一步处理。

数学形态学已经成为数字图像处理中的一种有力工具，它能根据图像的形状与尺寸特征进行各种图像处理。数学形态学的基础是腐蚀与膨胀运算，以及由此产生的开、闭运算。二值图像中开运算具有滤去小于结构元素细节部分的功能，闭运算具有填补小于结构元素细节部分的功能。故此，我们在对图 4 总体上求得倾斜率的基础上，对不太完美的毛刺或小的凹陷采取先开运算后闭运算的处理技术。

我们选取形态因子为横、竖各两个像素的正方形模板，经过开运算，去除黑白二值化后的毛刺，图像如图 5 所示。



图 5 对图 4 求得倾斜率和开运算后所得字符区

以上我们处理的是字符没有粘连的情况，若字符粘连，还要进行一次闭运算。这样，我们就能够得到精确覆盖原图像中的字符区域，下一步可以运用简单的灰度阈值逐个找出字符的笔画，为字符识别做好前序准备工作。

### 4 小结

我们在实际应用中，选取图像尺寸为  $528 \times 324$ ，牌照拍摄质量一般，对 36 幅图像进行分割，发现在图像粘连不严重的情况下，能很好地判断该二值化区域是否为牌照区域，并且能得到精确的字符像素的笔画信息，取得了很好的结果。采用 P II 633MHz 处理芯片，在双向搜索处理阶段，平均耗时 3ms，这样，在牌照定位这一关键步骤中，可以保证快速、准确地完成牌照区域的搜索任务。用同样的处理芯片，在数学形态学处理阶段，平均耗时 80ms，完全满足整个系统实时性的要求。图 6 是其他几个实例。



图 6 其他几个实例 (下转第 234 页)

(5) 系统的信息搜索能力强,可以对加入到对等节点组中的所有节点进行分布式、并行的查找。

搜索请求以 XML 格式表示,对等节点组中的每个节点都能提供响应,通过两者的匹配进行查找,而且查询的内容既可以是静态内容(如对等节点的知识库等),又可以是不能被传统搜索引擎访问的在对等节点上动态生成的内容。

#### 4 关键技术

JXTA 技术在汽车配件企业 CRM 系统的应用过程中有两个首要问题需要解决:①如何通过应用服务器实现客户与 JXTA 对等节点机之间的消息通信;②如何保证整个系统的安全性问题。其具体解决如下:

(1) Java 消息传输服务(JMS)和 JXTA 技术的集成使用可以实现客户机以非 JXTA 客户端的形式(如使用浏览器)与 JXTA 对等节点进行消息通信。

JMS 是基于 J2EE 的消息传输服务,它支持流行的消息传输规范。例如消息的发布和订阅机制,消息订阅者将他们感兴趣的内容注册到一个主题或一种事件模式中,然后以异步的方式接收与其注册内容相匹配的事件,而不问事件的发布者是谁。JMS 主题能为 JXTA 对等节点组之间的通信提供桥梁。JMS 与 JXTA 之间集成的具体实现过程如图 4 所示。首先,服务器端小程序按照所响应事件类型分别被注册为 JMS 服务器上的相关主题,在客户使用浏览器访问 CRM 系统的 Web 站点时,Web 站点的行为将触发事件,而这些被触发的事件消息通过 JMS 服务器发布到相应的主题上,对某一主题感兴趣的任何对等节点的对象就可以接收到这些基于注册标题的事件消息。在对等节点机完成相关消息处理工作之后,会将结果信息发布到它在 JMS 服务器上所注册的主题当中,企业对象通过订阅既可得到结果信息,也可将结果信息反馈给客户。

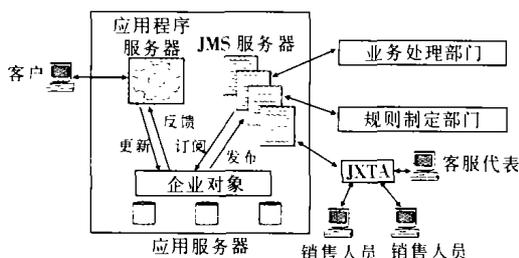


图4 JMS和JXTA在CRM系统中集成使用

(2) P2P 系统的安全性问题与其他计算机系统一样,最重要的是三点:机密性、完整性和有效性。内容包括认证、访问控制、审核和安全通信等。

在 JXTA 网络中,对等节点组形成了网络中的安全边界。

当某个对等节点希望加入到一个对等节点组时,该对等节点必须向该组申请其组成员身份。对等节点身份协议(Peer Membership Protocol,PMP)定义了一个对等节点获得组成员身份的方式。例如,企业的合作伙伴和供应商 PC 机要想加入到 CRM 系统的对等节点组中来的话,必须严格遵守 JXTA 的 PMP 协议,完成该协议包括的申请和加入过程。

在访问控制方面可以把对等机标志和组标志作为底层主题,CODAT 作为对象,在对等机、对等组和 CODAT 上的操作当作行为,定义其他对等机或对等组可以访问的方法。

在通信安全方面,JXTA 可以采用以下三种方案来保证机密性和完整性:①采用 VPN 来传输所有网络流量;②创建安全的管道;③在通常的通信机制的基础上采用加密技术和数字签名技术来保证特定的数据负载安全。

总之,JXTA 技术是独立于密码方案和安全算法的,可以根据需要在 CRM 系统的不同层上开发即插即用的安全解决方案。

#### 5 结束语

通过在汽车配件企业协同制造 CRM 系统的原型方案中融合 P2P 及其相关技术,较好地弥补了原有 B/S 结构系统存在的不足,更好地促进 CRM 系统的应用,提高了企业的客户服务水平,为协同制造企业的业务流程(BPR)管理奠定了基础。

#### 参考文献:

- [1] 王旭辉,郑雪峰,姚宣霞.一种全新的 P2P 网络解决方案——JXTA 技术[J].信息技术,2000,(10):2-3.
- [2] 刘勇,陈志刚.P2P 的新发展——JXTA 及其部分功能的实现[J].计算机应用研究,2003,20(4):149-151.
- [3] 黄彬,童晓敏,唐任仲.网络时代 CRM 应用中的若干关键技术[J].机电工程,2001,18(5):14-16.
- [4] 杨骥,王加阳,刘连浩,等.基于 J2EE 体系结构的 CRM 系统的设计与实现[J].计算机应用研究,2002,19(11):153-154.
- [5] Robert Flenner, Michael Abbott, Toufic Boubez. Java P2P Unleashed [M]. Sams Publishing,2003.
- [6] 周功业,黎书生.新一代网络计算模型——P2P 及其 JXTA 体系结构的设计与实现[J].计算机应用研究,2002,19(9):139-142.

#### 作者简介:

张洋(1978-),男,湖北咸宁人,硕士研究生,主要从事企业数字化制造技术的应用研究;张宜生(1951-),男,教授,主要从事 CAD/CAE/PDM 技术和企业网络信息技术应用研究;梁书云(1961-),女,高级工程师,主要从事计算机与自动化技术研究;李德群(1946-),男,教授,主要从事注塑成形模拟技术研究。

(上接第 178 页)

#### 参考文献:

- [1] 张习文,欧宗瑛.基于单义域邻接图的圆弧与圆识别[J].中国图像图形学报,2000,5(1):70-74.
- [2] S Di Zeno, L Cinque, S Levialdi. Run-based Algorithms for Binary Image Analysis and Processing[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1996,18(1):83-89.
- [3] 曹迪铭,宣国荣.牌照字符分割中的区域分裂与合并[J].计算机工程,2000,(10):18-20.

- [4] 李迎春,等.汽车牌照自动定位方法[J].指挥技术学院学报,2001,12(6):53-56.

#### 作者简介:

崔茂谦(1980-),硕士,主要研究方向为模式识别、图像分析与软件开发;刘建国(1968-),研究员,环境监督中心主任,博士生导师,主持多项“863”攻关项目和自然科学基金项目,主要研究方向为光电子学、环境光学及计算机应用研究;刘文清(1954-),所长,研究员,博士生导师,在环境监测领域取得多项成果,主要研究方向为环境光学、精密机械及光学仪器研制。