

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201701022



# 径向基神经网络算法在车牌 字符识别中的应用

刘 智

(广西科技大学 网络与现代教育技术中心, 广西 柳州 545006)

**摘要:** 提出一种基于径向基网络的汽车车牌字符识别算法. 在预处理阶段, 采用灰度化、自适应阈值分割去除图像噪声并增强图像对比度; 在字符分割阶段, 采用极限元素位置确定法实现独立字符分割; 在字符识别阶段, 利用自行构建的字符子块图像库对径向基神经网络进行训练. 选取基于反向传播 (BP) 神经网络的字符识别算法和基于支持向量机 (SVM) 的字符识别算法与文中方法进行比较. 实验结果表明: 文中方法在识别准确率上具有明显优势, 更适用于汽车车牌的字符识别.

**关键词:** 汽车车牌; 字符分割; 字符识别; 径向基网络

**中图分类号:** TP 391.41      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5013(2017)01-0113-04

## Application of Radial Basis Function Neural Network Algorithm in License Plate Character Recognition

LIU Zhi

(Network and Modern Education Technology Center,  
Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China)

**Abstract:** A vehicle license plate character recognition algorithm based on radial basis function network is proposed. In the preprocessing stage, image noise is removed and the contrast of image is enhanced by adaptive threshold segmentation and grayscale; at the character segmentation stage, using the limit element method to determine the position of independent character segmentation; in the stage of character recognition, the training of the radial basis function neural network is used to construct the character sub block image library. The character recognition algorithm based on back propagation (BP) neural network and the character recognition algorithm based on support vector machine (SVM) are selected, and the method is compared with the method in this paper. Experimental results show that this method has obvious advantages in recognition accuracy, and it is more suitable for vehicle license plate character recognition.

**Keywords:** vehicle license plate; character segmentation; character recognition; radial basis function network

随着世界汽车数量的剧增<sup>[1]</sup>, 在道路交通汽车管理、汽车自动缴费、车库车位自动查找等领域, 都迫切需要具有更高准确率、更高效率的智能系统<sup>[2]</sup>. 对于智能交通系统, 识别车辆身份是核心工作, 这就需要快速、准确地对汽车车牌进行识别<sup>[3]</sup>. 目前, 汽车车牌识别主要是依托图像处理技术, 通过预处理技术去除车牌图像噪声, 利用分割技术实现车牌中各个字符的定位, 进而根据智能算法完成车牌中各个字符的智能识别<sup>[4]</sup>. 其中, 字符识别是整个车牌识别技术中的最关键环节. Sarker 等<sup>[5]</sup>针对韩国车牌的特点,

**收稿日期:** 2016-11-25  
**通信作者:** 刘智 (1979-), 女, 副教授, 主要从事模式识别与智能系统的研究. E-mail: 864139988@qq.com.  
**基金项目:** 广西教育厅高校科研资助项目 (LX2014187)

构建一种基于局部线性二元模式识别算法. Ghahnavieh 等<sup>[6]</sup>根据字符的复杂程度进行层级结构的划分,构建一种基于层次结构的支持向量机字符识别算法. Hong 等<sup>[7]</sup>以汽车车牌字符识别为研究对象,分析车牌中最稳定的极值区域,进而借助反向传播(BP)神经网络算法完成字符识别. 刘永平等<sup>[8]</sup>在不同字符的分类识别中,将最小二乘法和支持向量机结合,构建一种新的智能识别算法. 方承志等<sup>[9]</sup>在支持向量机的识别算法上进行改进,用小波核替代原有的支持向量机的内核,使之对汽车车牌的字符识别具有更好的针对性. 贾文其等<sup>[10]</sup>在 BP 神经网络算法的基础上,增加无监督的贪婪训练,实现一种基于深度学习的自编码的神经网络算法. 根据已有的研究成果可知,神经网络算法对汽车车牌字符识别较常用,但传统的 BP 神经网络对非线性问题的解决能力不足. 因此,本文将径向基神经网络引入汽车车牌的字符识别,以提升字符识别的准确性.

## 1 径向基神经网络

三层次的径向基神经网络结构,如图 1 所示.  
隐含层神经元一般采用径向基函数的形式,即

$$R_i(x) = \exp(-\frac{\|x - O_i\|^2}{d_i^2}). \tag{1}$$

式(1)中: $O_i$  为径向基函数的中心; $d_i$  为径向基函数的宽度.

输出层神经元和隐含层神经元的关系,可以表示为

$$y_i(x) = \sum_{i=1}^n w_{i,j} R_i(x). \tag{2}$$

式(2)中: $w_{i,j}$  为隐含层神经元对输出层神经元的影响力.

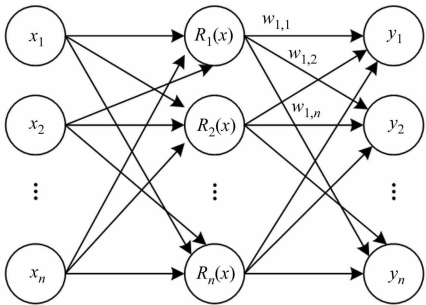


图 1 三层次的径向基网络结构  
Fig. 1 Radial basis network structure with three levels

## 2 基于径向基网络的字符识别算法

### 2.1 汽车车牌图像的预处理

采用基于线性化模型的处理方案,即

$$f = \omega_1 R + \omega_2 G + \omega_3 B. \tag{3}$$

式(3)中: $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  分别为  $R, G, B$  三个通道在像素灰度中所占的比例. 据经验,当  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  取  $(0.299, 0.587, 0.114)$  时,灰度化后的图像和原始图像的表达最为接近.

设图像在  $(i, j)$  点处的像素灰度用  $f(i, j)$  表示,并假定原始灰度图像所包含的灰度等级为  $m$  个,那么,原始灰度图像的灰度范围区间限定在  $[0, m-1]$ . 如果第  $k$  个等级的灰度出现的次数为  $p(k)$ ,那么它的计算式为

$$p(k) = \frac{1}{MN} \sum_{f(i,j)=k} 1. \tag{4}$$

假设灰度阈值用  $t$  表示,那么,根据  $t$  分割出的目标区域和背景区域分别用  $\{f(i, j) > t\}, \{f(i, j) < t\}$  2 个集合表示. 据此,可进一步确定目标区域像素比例、目标区域像素数目、背景区域像素比例、背景区域像素数目、背景区域像素灰度均值和图像灰度像素总均值,即

$$\left. \begin{aligned} \omega_0(t) &= \sum_{0 \leq i < t} p(i), \\ N_0(t) &= MN \sum_{0 \leq i < t} p(i), \\ \mu_0(t) &= \sum_{0 \leq i < t} i p(i) / \omega_0(t), \\ \omega_1(t) &= \sum_{t+1 \leq i < m-1} p(i), \\ \mu_1(t) &= \sum_{t+1 \leq i < m-1} i p(i) / \omega_1(t), \\ \mu &= \omega_0(t) \mu_0(t) + \omega_1(t) \mu_1(t). \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

由此,可求得阈值分割所需的阈值为

$$T = \max_{t+1 \leq i < m-1} | \omega_0(t)[\mu_0(t) - \mu]^2 + \omega_1(t)[\mu_1(t) - \mu]^2 |. \tag{6}$$

上述预处理后的效果,如图 2 所示.

### 2.2 汽车车牌图像的字符分割

首先,获取字符区域的上下边界,执行扫描处理,即

$$\left. \begin{aligned} &\text{Find}(W_{i \rightarrow \text{Bottom}}), \\ &\text{Find}(W_{i \rightarrow \text{Top}}). \end{aligned} \right\} \tag{7}$$

式(7)中:搜索图像中的白像素位置,发现最下方(或最上方)存在的白像素后,通过此像素的位置画水平线.

其次,按照同样的原理,寻找每个字符区域的左右边界.

最后,沿着已经确定的边界,再向外移动 5 个像素,绘制包含独立字符的矩形框,结果如图 3 所示.

### 2.3 基于径向基网络的字符识别

构建字符子块图像,如图 4 所示.图 4 给出的训练图像,只是全部训练图像集合中的一部分.

在数字字符方面,设置了“0”,“1”,“2”,“3”,“4”,“5”,“6”,“7”,“8”,“9”共 10 幅子块图像;在字母字符方面,设置了“A”,“B”,“C”,“D”,“E”,“F”,“G”,“H”,“J”,“K”,“L”,“M”,“N”,“P”,“Q”,“R”,“S”,“T”,“U”,“V”,“Z”子块图像;在汉字字符方面,设置了“黑”,“京”,“苏”子块图像等.

通过上述训练图像,对式(1),(2)的径向基函数网络进行训练,直到训练误差小于预先设定的方面,最终确定径向基函数的相关参数及隐含层到输出层神经元的权重系数.

进入识别过程后,将一幅汽车车牌图像先后进行预处理、字符分割,再将生成的一幅幅字符子块图像代入径向基网络中,实现计算机级别的字符识别.

## 3 实验结果与分析

实验所用计算机的硬件配置为:酷睿双核 CPU;2.8 GHz 单核主频;8 GB 内存;500 GB 硬盘.

基于径向基网络的汽车车牌字符识别算法构建的识别软件,如图 5 所示.图 5 中:左侧是图像效果的显示区域,右侧是功能区域.由图 5 可知:经过基于径向基网络的汽车车牌字符识别算法的识别,当前汽车车牌图像中的字符信息被准确识别为“苏 EQ513M”.

进一步将文中算法与基于 BP 神经网络的汽车车牌字符识别算法和基于支持向量机(SVM)的汽车车牌字符识别算法的识别效果进行对比.实验中,逐步增加识别车牌图像的数量,比较 3 种方法在识别准确率和时间上的差异,结果如表 1 所示.表 1 中: $n$  为图像数量; $\eta$  为识别准确率; $t$  为识别时间.

由表 1 可知:随着识别图像的数量不断增加,3 种算法的识别准确率都有所下降.其中,基于 SVM 的汽车车牌字符识别算法的识别准确率下降最多,从最初的 100.0%下降到 78.1%;基于 BP 神经网络的汽车车牌字符识别算法次之,从最初的 100.0%下降到 81.3%;文中算法准确率保持最好,当图像增加到 100 幅时,识别准确率仍然保持在 92.2%.由表 1 中的算法执行时间可知:3 种方法相差不大.

综合识别准确率和识别时间两方面性能可以看出:所提出的基于径向基网络的汽车车牌字符识别



图 2 车牌字符图像的预处理效果  
Fig. 2 Preprocessing effect of license plate character image

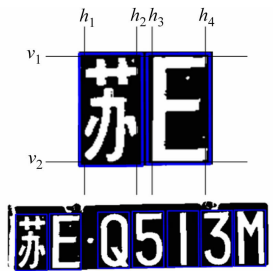


图 3 字符分割的效果  
Fig. 3 Effect of character segmentation

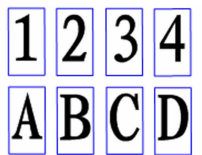


图 4 训练图像  
Fig. 4 Training images



图 5 汽车车牌字符识别软件  
Fig. 5 Vehicle license plate character recognition software

算法具有更好的车牌字符识别效果,从而证实了文中算法的有效性.

表 1 文中算法与其他 2 种算法的性能对比

Tab. 1 Performance comparison between proposed algorithm and other two algorithms

<i>n</i> /幅	文中算法		BP 网络识别算法		SVM 识别算法	
	$\eta/\%$	<i>t</i> /s	$\eta/\%$	<i>t</i> /s	$\eta/\%$	<i>t</i> /s
10	100.0	2.31	100.0	2.22	100.0	1.89
20	100.0	3.69	100.0	3.76	97.2	3.52
30	100.0	5.71	98.2	5.83	95.4	6.03
40	98.5	7.04	94.6	6.98	93.2	7.12
50	97.3	9.08	92.5	8.72	90.7	8.88
60	97.2	11.23	90.6	10.98	87.3	11.07
70	96.8	13.50	88.3	13.69	85.5	14.09
80	95.5	15.29	85.8	15.12	84.2	15.46
90	93.1	17.08	82.1	16.34	80.6	17.23
100	92.2	19.89	81.3	18.57	78.1	19.72

4 结束语

汽车车牌字符的自动识别,对于智能交通、车库自动管理等方面的工作具有非常重要的意义.文中针对汽车车牌字符识别问题,在传统的基于 BP 神经网络的识别算法的基础上,引入非线性处理能力更强、局部逼近能力更优的径向基神经网络,构建一种全新的汽车车牌识别算法.在整个算法的构建过程中,利用灰度化处理、自适应域值分割实现了车牌图像的预处理,借助极限元素位置确定法实现车牌图像的独立字符分割,采用径向基神经网络进行字符训练和字符识别.实验结果表明:提出的基于径向基网络的汽车车牌字符识别算法具有更高的识别准确率,综合性能优于其他两种对比算法.

参考文献:

[1] NAGARE A P. License plate character recognition system using neural network[J]. International Journal of Computer Applications, 2011, 25(10): 36-39.

[2] SINGH V K,PIRYANI R,UDDIN A,*et al.* Sentiment analysis of textual reviews: Evaluating machine learning, unsupervised and sentiwordnet approaches[C]//International Conference on Knowledge and Smart Technology. Chonburi:IEEE Press, 2013:122-127.

[3] 康忠林,黄华灿. 采用小波伪运动分解的车牌定位法[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2008, 29(3): 360-363.

[4] 吴文艺,崔长彩,叶瑞芳,等. 采用二次灰度直方图的砂轮磨粒图像阈值分割[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2016, 37(4): 422-427.

[5] SARKER M M K,SONG M K. Korean car license plate character recognition using local line binary pattern[C]//Proceedings of the Winter 2015 General Conference on Korea Information and Communications Society. South Korea: SERC Press, 2015: 111-120.

[6] GHAHNAVIEH A E,RAIE A A. A new hierarchical architecture based on SVM for Persian license plate character recognition[J]. Journal of Advances in Computer Research, 2016, 7(1): 49-66.

[7] HONG Tao,GOPALAKRISHNAM A K. License plate extraction and recognition of a Thai vehicle based on MSER and BPNN[C]//International Conference on Knowledge and Smart Technology. Chonburi:IEEE Press, 2015: 48-53.

[8] 刘永平,郭小波. 基于最小二乘支持向量机车牌字符特征识别[J]. 数字技术与应用, 2015(7): 119-120.

[9] 方承志,周品,付世清. 基于小波核 LS-SVM 的车牌字符识别算法研究[J]. 计算机技术与发展, 2015(3): 86-90.

[10] 贾文其,李明,朱美强,等. 基于栈式降噪自编码神经网络的车牌字符识别[J]. 计算机工程与设计, 2016, 37(3): 751-756.

(责任编辑: 黄晓楠      英文审校: 吴逢铁)