

基于人工神经网络的车牌识别

吴聪,殷浩,黄中勇,刘罡

(湖北工业大学 光庭实验室,湖北 武汉 430068)

摘要:车牌作为不同车辆的唯一标识,其识别技术是计算机视频图像在车辆牌照识别方面的一种重要应用,在各种场合是识别汽车身份的重要途径。由于现阶段技术的不断提升,识别过程中的问题也不断涌现,而在车牌预处理、分割以及识别阶段中,车牌识别是现代交通系统中非常重要的功能模块,而其关键因素在于汉字、数字以及字母的识别。通过提高车牌的识别率来提高交通部门的工作效率。目前,人工神经网络因其优越性被广泛应用于各种图像识别中,但因其收敛速度慢,运耗时间长,对实际应用产生了很大的限制。采用遗传算法与神经网络相结合的方法并进行了仿真,实验结果表明,该方法对车牌有很好的识别作用,具有时效性和鲁棒性。

关键词:车牌识别;神经网络;机器学习;遗传算法

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)12-0160-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.12.035

Vehicle Plate Recognition Based on Artificial Neural Network

WU Cong, YIN Hao, HUANG Zhong-yong, LIU Gang

(Light Court Laboratory, Hubei University of Technology, Hubei 430068, China)

Abstract: License plate as a different unique identification of the vehicle, its identification technology is an important application for computer video image in the license plates recognition, which is an important approach to identify a car for a wide range of situations. Due to the improving of the technology at present, the problems are also emerging in the process of recognition. In the stage of preprocessing, segmentation and recognition of the license plate, license plate recognition is an important function module in modern traffic system, and its key factor lies in the identification of Chinese characters, numbers and letters. By improving the license plate recognition rate, the working efficiency of the transport sector is improved. At present, the artificial neural network is widely used because of its superiority in all sorts of image recognition, but because of its slow convergence speed and long time consuming, a lot of restrictions are produced in actual applications. By adopting the combination of genetic algorithm and neural network, the simulation results show that the experimental results of the license plate has good recognition effect, which proves that the method is effective and robust.

Key words: license plate recognition; neural network; machine learning; genetic algorithm

0 引言

近年来,由于车辆的数量不断增加,车辆管理方面的问题日益突出。为了处理关于车牌识别方面的问题,使用以计算机智能识别为基础的自动控制系统更好地进行处理。车牌识别是以现有目标为基础的计算机识别系统,该系统可以把一幅或者多幅图像中的有用信息分割并提取。机动车车牌识别在国内许多应用中具有重要作用,如无人值守停车场、限制区域的安全控制、交通执法、拥挤定价和自动收费等等。而人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)^[1]是目前研究车牌识别的一个热门技术,具有自组织、自学习、自适应、分布存储、并行处理等优点。将神经网络与其他方法相结合,取长补短,可以获得更好的应用效果。传统的神经网络方法影响了整个网络结构和全局寻优能力,因此,探求新的算法与人工神经网络相结合的方法对车牌进行识别显得非常重要。文中将遗传算法以及神经网络相结合,并将其应用到车牌识别中,对黄底黑字,绿底车牌,绿底白字白边,蓝底白字,黑底白字,白底黑字牌照共6种车牌图像进行识别。由于传统神经网络模型学习速度慢、识别精度低,文中采取神经网络和遗传算法相结合的方法,很好地克服了传统神经网络的缺点,并且具有寻优能力强、收敛速度快和易于实

收稿日期:2016-02-16

修回日期:2016-06-08

网络出版时间:2016-11-21

基金项目:国家自然科学基金青年项目(61300127);湖北省自然科学基金项目(2012FFB00701)

作者简介:吴聪(1982-),男,博士,副教授,硕士生导师,通信作者,研究方向为医学图像处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20161121.1641.040.html>

现等优点^[2]。实验中通过与 BP 神经网络^[3]和 RBF 神经网络的比较,发现文中采用的神经网络模型用于车牌识别能明显提升识别性能。

1 人工神经网络

人工神经网络是从生理层上模仿人的生活习惯和工作习惯的一门人工智能技术,其应用非常广泛,发展迅速。其数学模型需要不断调整训练中的权值而进行相关计算。在该研究方面,刁心宏等^[4]利用神经网络开发出了一种辨识岩体力学参数的方法;余华等^[5]将人工神经网络应用到混合蛙跳算法以及语音情感识别中;杨艳菊等^[6]利用神经网络进行对苹果气体算法研究。

实验中神经网络共三层,分别为输入层、隐藏层、输出层,如图 1 所示。

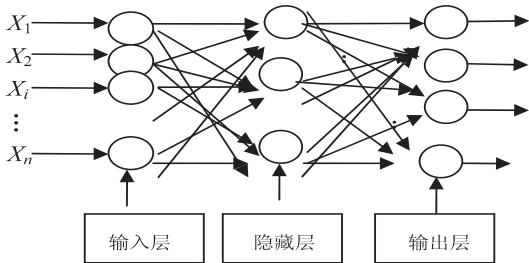


图 1 神经网络结构图

整个网络结构模拟的是动物的神经生理结构。每层作为上一层的输出层,每个神经元作为接收像素的结构,最终输出处理后的结果。神经网络中的权值通过高斯变异调整权值参数,其中神经元的激励函数为 Sigmoid。

由于数学建模的困难性,文中并没有采取单一的人工神经网络多车牌字符进行识别,主要是因为网络中的结构和参数难以确定,造成训练效果较差^[7-9];基于以上缺点,文中采用了两相区中高度进行人工神经网络辨识的方法。

2 文中算法

王晓斌等^[10]基于模拟退火算法利用深度信息对三维人脸进行匹配和识别;石吉勇等^[11]将反向偏最小二乘法与模拟退火算法相结合优选特征波长,建立了多元线性回归可溶性固形物光谱模型;邹木春等^[12]针对暖通空调系统,提出一种基于粒子群优化算法和最小二乘支持向量机的预测控制方法;廖煜雷等^[13]基于改进人工鱼群算法,提出了一种非线性控制系统的参数优化策略;祝志慧等^[14]提出了一种基于量子免疫算法的故障诊断方法。该算法在实验中取得了非常可观的效果;崔晓艳等^[15]利用优化的蚁群算法对激光三维复制中的数据进行处理。

文中采取遗传算法与人工神经网络相结合的方法,通过优化神经网络的初始值以及权系数,并与其他算法相比较,其收敛性、识别效率与精度有了明显提高。

采用遗传算法对车牌进行定位,提高了神经网络中网络权值与阈值的计算精度,另一方面也提高了神经网络的训练效果,克服了其他神经网络收敛慢、易陷入误差函数局部极小值的缺点,提高了车牌识别正确率。遗传算法具体流程图如图 2 所示。

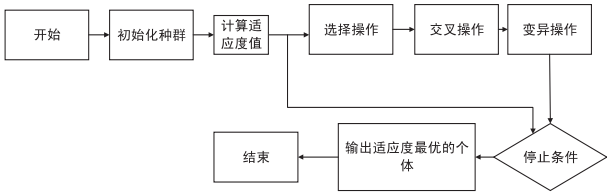


图 2 遗传算法流程图

2.1 轿车车牌的颜色特征

车牌的底色有蓝色、黄色、白色、黑色、绿色,字体颜色有白色和黑色之分。

2.2 车牌的字符特征提取

文中采用 ANN 机器学习来进行单个字符的识别。首先将图像进行二值化,二值化后的图像显著特征是字符纹理特征,纹理特征的描述方法有结构法、谱方法和统计法,使用滤波器组获取图像纹理的特征向量。由于二值化后的图像呈现一定疏密度的黑白像素分布,可以采用不同疏密度的一维滤波器组在水平方向上对二值化后的图像进行滤波,获得的车牌图像纹理特征如下:

$$L_1 = [-1\ 0\ 1] \tag{1}$$

$$L_2 = [-1\ -1\ 1\ 1]/2 \tag{2}$$

$$L_3 = [-1\ -1\ 0\ 1\ 1]/2 \tag{3}$$

车牌区域图像纹理特征具有空间分布的均匀性,对滤波后的图像采用标准差表示纹理特征值。

$$\delta_i = \sqrt{\frac{1}{m \times n} \sum_m \sum_n (|f(x,y) - u|)^2} \tag{4}$$

$$u = \frac{1}{m \times n} \sum_m \sum_n |f(x,y)| \tag{5}$$

其中, $f(x,y)$ 为图像数据; u 为图像的平均能量。可以得到车牌特征的描述向量:

$$T = [\delta_1\ \delta_2\ \delta_3] \tag{6}$$

通过对选取的局部区域图像进行对比处理,获取该区域车牌。

3 实验

3.1 自适应二值化

(1)拍一系列的车牌图片,并把它们剪切为 256 * 256 的标准格式,然后通过系统将其灰度化。

(2)将得到的灰度化图像进行二值化处理,关于二值化过程中的阈值选择将根据图像自适应确定。

(3)对二值化的图像去除离散噪声,并且在去除离散噪声之前根据现实情况设置好参数的上下限。二值化后的图像如图 3 所示。

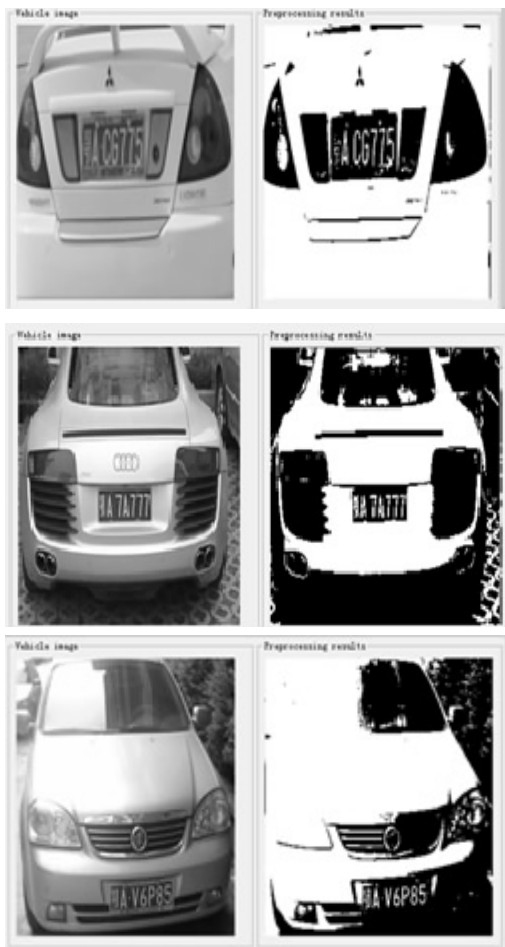


图 3 二值化结果图

3.2 车牌的边框与铆钉去除

由于车牌区域具有明显的垂直边缘,文中采用 Sobel算子提取车牌的水平 and 垂直边缘。

3.3 字符分割

文中采用投影法分割,首先对车牌的垂直投影进行分析,获取其谷宽度以及峰距离,其次对车牌的水平投影进行分析,获取谷宽度和峰距离。系统中所使用的分割函数是 strtok 函数。

3.4 车牌定位

车牌定位方法众多,而其中最有效、最简单的是基于车牌边缘特征的方法。首先采取遗传算法对车牌可能区域进行搜索,以便确定后续训练、识别步骤的进行。可能区域固定车牌的大小比作者选取的车牌实际区域要大一些,车牌精度定位和字符识别可以去掉这些多余的区域。

在遗传算法中采用二维实数编码,针对实数编码采用交叉算子数据基因进行线性组合:

$$P_1 = \alpha P_1 + (1 - \alpha) P_2 \quad (7)$$

$$P_2 = \alpha P_2 + (1 - \alpha) P_1 \quad (8)$$

其中, α 是(0,1)间均匀分布的随机变量。

个体是否变异由 P_m 决定。

$$P_m = \begin{cases} P_{m_1} - \frac{(P_{m_1} - P_{m_2})(f_{\max} - f)}{f_{\max} - f_{\text{avg}}}, & f \geq f_{\text{avg}} \\ P_{m_1}, & f \leq f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (9)$$

根据在待定区域获得的纹理特征向量,将其与车牌纹理特征进行比较,就可以获得该待定区域为车牌区域。距离度量单位为:

$$d = \sum_i |\delta_i - \delta_{gi}| \quad (10)$$

每一幅图像都有它的纹理信息特征,文中基于车牌区域的纹理特征信息,提取相关的特征向量。通过计算当最优个体特征矢量距离 $d < 0.01$ 时,认为该区域为最佳区域。

3.5 字符识别

通过人工神经网络的训练,可以不断调整训练误差参数。实验样本是采集的照片,然后由该系统对图像进行预处理,包括二值化、降噪、图像增强以及边缘检测。为了加快训练速度,避免陷入局部极小值^[16-19],在训练过程中,为了避免权值过大影响网络结构,一定要选取合适的学习因子^[20-21]。

令 W 表示初始权重向量,它可以是任意选择的。然后,在第 k 步迭代中,如 $y(k) \in w_1$ 且 $w_i(k)y(k) \leq 0$,则使用式(11)代替 $w(k)$:

$$w(k+1) = w(k) + cy(k) \quad (11)$$

其中, c 是一个正的修正增量。

相反,如果 $y(k) \in w_2$ 且 $w_i(k)y(k) \geq 0$,则使用式(12)代替 $w(k)$:

$$w(k+1) = w(k) - cy(k) \quad (12)$$

否则,保持 $w(k)$ 不变:

$$w(k+1) = w(k) \quad (13)$$

在式(11)、(12)中, $c \in (0,1)$ 是学习常数。

实验中需要不断调整学习权值,使 $w(k+1)$ 更接近 $w(k)$,在反复学习过程中,各个神经元所对应的权向量被逐渐调整为输入样本空间的聚类中心,当两个类的训练集循环通过机器而不出现任何错误时^[22],该算法收敛。

在训练样本中,随机选取 1 000 个作为神经网络的学习样本。目的不仅是为了检验学习的效果,更是为了验证系统的准确率。文中采取四种类型对车牌图像区域的数字、汉字与字母进行训练,步骤如下:

(1)将车牌图像归一化后作为字符识别的测试集放入文件中,从文件中读取训练样本、测试集以及目标。

(2)创建网络并初始化,分配空间,初始化网络联接权以及输入层,并将学习样本转化为输入模式。

(3)对每个模式计算神经网络误差,获取误差最大值,以便后期训练更加精准,具体演算过程如下:

$$\omega_{ji}(k+1)=\omega_{ji}(k)+\eta\delta_jx_i(k)$$

(14)

$$\delta_j=d_j-y_j(k)$$

(15)

$$y_j(k)=f(\sum_{i=1}^n\omega_{ji}x_i-\theta_j)$$

(16)

其中,η为学习系数,取值范围在[0,1]之间;d_j为期望输出;y_j为实际输出;δ_j为实际输出与期望输出之差;x_i为输入信号大小。d_j,y_j,x_i的取值为0或1。

(4)字符特征的提取:文中采用13点特征提取法,此方法与逐像素提取、骨架特征提取相比较具有适应性强的特点,且对字符发生偏移和倾斜的车牌具有很高的识别率。

实验流程如图4所示。

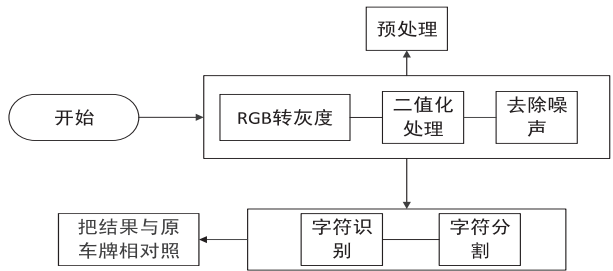


图 4 实验步骤流程图

3.6 实验结果与分析

文中实验是在 Windows7 平台上进行,所采用的软件为 Visual C++ 6.0。首先将拍摄的图像进行预处理,其次采用遗传算法进行定位,最后把定位结果输送到神经网络中进行训练,训练的车牌数分别为10张,30张,100张以及300张。从实验结果(见表1)可知,随着输进系统车牌数的递增,训练耗时在增长,车牌识别正确率也在提升。识别结果如图5所示。



图 5 车牌识别结果

表 1 实验结果

车牌数	耗时/ms	识别正确率/%
10	5	75.2
30	12	78.9
100	26	79.6
300	54	82.3

4 结束语

文中基于遗传算法与人工神经网络相结合的方法对车牌进行识别,在用遗传算法对车牌区域进行定位的基础上,采用 Sobel 算子对车牌图像的边缘进行检测,最后采用神经网络进行网络训练,整体的识别精度有了很大提高。

参考文献:

[1] 李 飞. 基于人工神经网络的车牌识别系统的研究[D]. 太原:中北大学,2007.

[2] Kangin D, Kolev G, Angelov P. Vehicle plate recognition using improved neocognitron neural network[C]//International joint conference on artificial intelligence. [s. l.]:[s. n.], 2013: 628-640.

[3] Xu Yuemei, Zhang Hong. Application of improved BP algorithm in vehicle license plate recognition[C]//International joint conference on artificial intelligence. [s. l.]: IEEE, 2009:514-517.

[4] 刁心宏,王泳嘉,冯夏庭,等. 用人工神经网络方法辨识岩体力学参数[J]. 东北大学学报:自然科学版,2002,23(1): 60-63.

[5] 余 华,黄程韦,张潇丹,等. 混合蛙跳算法神经网络及其在语音情感识别中的应用[J]. 南京理工大学学报:自然科学版,2011,35(5):659-663.

[6] 杨艳菊,黄成钧. 人工神经网络的苹果气体识别算法研究[J]. 铜陵学院学报,2010(2):76-78.

[7] 郑成勇. 一种 RGB 颜色空间中的车牌定位新方法[J]. 中国图象图形学报,2010,15(11):1623-1628.

[8] 姜文涛,刘万军,袁 姮. 基于曲量场空间的车牌定位与识别[J]. 电子学报,2011,39(11):2554-2560.

[9] 苗立刚. 基于最近邻链的车牌检测算法[J]. 自动化学报,2011,37(10):1272-1279.

[10] 王晓斌,冯鲁桥,杨媛静. 基于模拟退火算法的三维人脸匹配方法[J]. 电子科技大学学报,2015,44(4):584-588.

[11] 石吉勇,邹小波,赵杰文,等. BiPLS 结合模拟退火算法的近红外光谱特征波长选择研究[J]. 红外与毫米波学报,2011,30(5):458-462.

[12] 邹木春,龙 文. 基于 PSO 算法的 HVAC 系统 LSSVM 预测控制[J]. 中南大学学报:自然科学版,2012,43(7):2642-2647.

[13] 廖煜雷,刘 鹏,王 建,等. 基于改进人工鱼群算法的无

光纤线速率 1 Gbps 相比,EPON 系统的传输能力仍有很大空余,能够充分满足系统扩容方面的要求。

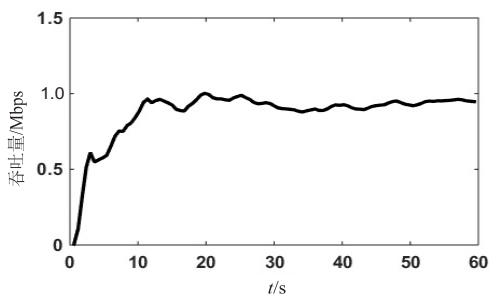


图 6 EPON 网络 OLT 业务吞吐量

4 结束语

基于 OPNET 网络仿真软件构建了一电力通信 EPON 仿真平台,具体介绍了 EPON 建模流程。针对 EPON 在电力通信中的应用对电力通信配用电业务进行了业务建模,仿真分析了电力通信 EPON 系统典型场景的相关性能,对实际网络规划建设评估有一定参考价值。在该平台模型下可进一步修改 OLT 端的带宽分配算法,研究不同带宽分配算法对电力通信 EPON 系统性能的影响。

参考文献:

- [1] 沈丽,汪敏.基于 OpnetModeler 的 EPON 建模和带宽分配算法仿真研究[J].光通信技术,2007,31(2):21-24.
- [2] Kramer G, Mukherjee B, Pesavento G. Ethernet PON (ePON): design and analysis of an optical access network[J]. Photonic Network Communication, 2001, 3(3): 307-319.
- [3] 徐光年,马新祥,潘克菲,等.基于 EPON 技术的配电网通信系统设计和应用[J].电力系统通信,2008,29(5):59-62.
- [4] 徐光福,张春合,严伟,等.基于 EPON 通信的智能配电网馈线差动保护[J].电力系统自动化,2014,38(2):91-96.
- [5] Mohammed A F Y, Newaz S H S, Choi J K. Modeling and simulation of EPON with sleep mode enabled using OPNET[C]//International conference on information and communication technology convergence. Busan: [s. n.], 2014: 16-21.
- [6] Jang Seong-Ho, Kim Jin-Man, Jang Jong-Wook. Performance evaluation of new DBA algorithm supporting fairness for EPON [C]//TENCON 2004. [s. l.]: IEEE, 2004: 29-32.
- [7] Prahmkaw S. Performance evaluation of Adaptive Rate Control (ARC) over Ethernet Based PONs (EPONs) [C]//International conference on convergence and hybrid information technology. Daejeon: [s. n.], 2008: 486-493.
- [8] 高嵩. OPNET Modeler 仿真建模大解密[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [9] 陈敏. OPNET 网络仿真[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [10] 电能信息采集与管理系统第 1 部分: 总则[S]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [11] 电能信息采集与管理系统第 4-1 部分: 通信协议-主站与电能信息采集终端通信[S]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [12] 杨光敏,蔡光卉,常俊,等.基于 OPNET 的智能配网 AMR 业务建模研究及仿真[J].电力系统通信,2012,33(10):82-87.
- [13] 陈伟,李强.基于 OPNET 的数字变电站通信网络实时性仿真分析[J].电力科学与工程,2011,27(10):31-36.
- [14] 王金凤.基于 OPNET 的智能变电站通信网络研究[D].沈阳: 沈阳理工大学, 2015.
- [15] 沈丽,汪敏.基于 OpnetModeler 的 EPON 建模和带宽分配算法仿真研究[J].光通信技术,2007,31(2):21-24.
- [16] Kramer G, Mukherjee B, Pesavento G. Ethernet PON (ePON): design and analysis of an optical access network[J]. Photonic Network Communication, 2001, 3(3): 307-319.
- [17] 徐光年,马新祥,潘克菲,等.基于 EPON 技术的配电网通信系统设计和应用[J].电力系统通信,2008,29(5):59-62.
- [18] 徐光福,张春合,严伟,等.基于 EPON 通信的智能配电网馈线差动保护[J].电力系统自动化,2014,38(2):91-96.
- [19] Mohammed A F Y, Newaz S H S, Choi J K. Modeling and simulation of EPON with sleep mode enabled using OPNET[C]//International conference on information and communication technology convergence. Busan: [s. n.], 2014: 16-21.
- [20] Jang Seong-Ho, Kim Jin-Man, Jang Jong-Wook. Performance evaluation of new DBA algorithm supporting fairness for EPON [C]//TENCON 2004. [s. l.]: IEEE, 2004: 29-32.
- [21] Prahmkaw S. Performance evaluation of Adaptive Rate Control (ARC) over Ethernet Based PONs (EPONs) [C]//International conference on convergence and hybrid information technology. Daejeon: [s. n.], 2008: 486-493.
- [22] 高嵩. OPNET Modeler 仿真建模大解密[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [23] 陈敏. OPNET 网络仿真[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [24] 电能信息采集与管理系统第 1 部分: 总则[S]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [25] 电能信息采集与管理系统第 4-1 部分: 通信协议-主站与电能信息采集终端通信[S]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [26] 杨光敏,蔡光卉,常俊,等.基于 OPNET 的智能配网 AMR 业务建模研究及仿真[J].电力系统通信,2012,33(10):82-87.
- [27] 陈伟,李强.基于 OPNET 的数字变电站通信网络实时性仿真分析[J].电力科学与工程,2011,27(10):31-36.
- [28] 王金凤.基于 OPNET 的智能变电站通信网络研究[D].沈阳: 沈阳理工大学, 2015.

(上接第 163 页)

- [1] 人艇控制参数优化[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2014, 35(7): 800-806.
- [14] 祝志慧,孙云莲.量子免疫算法在电网故障诊断中的应用[J].电力系统保护与控制,2010,38(10):22-25.
- [15] 崔晓艳,霍中刚,辛中华,等.应用理性优化蚁群算法提高激光三维复制的重现度[J].光谱学与光谱分析,2013,33(7):1873-1876.
- [16] Lang Yao, Sun Yanpeng. The study of license platelocation and character segmentation[C]//Proceedings of SPIE. Singapore: SPIE, 2012.
- [17] Mousa A. Canny edge-detection based vehicle plate recognition[J]. International Journal of Signal Processing, 2012, 5(3): 1-8.
- [18] Wei W, Huang X, Wang M, et al. An automatic system of vehicle number-plate recognition based on neural networks[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2001(2): 63-72.
- [19] Rajput H, Som T, Kar S. An automated vehicle license plate recognition system[J]. Computer, 2015, 48(8): 56-61.
- [20] Liu Yiqing, Wei Dong, Zhang N, et al. Vehicle-license-plate recognition based on neural networks[C]//IEEE international conference on information and automation. [s. l.]: IEEE, 2011: 363-366.
- [21] Yang Yun, Zhang Weigang, Guo P. Realization for Chinese vehicle license plate recognition based on computer vision and fuzzy neural network[J]. Proceeding of SPIE, 2010, 7749(1): 77491G-77491G-6.
- [22] Menotti D, Chiacchia G, Falcão A X, et al. Vehicle license plate recognition with random convolutional networks[C]//Sibgrapi conference on graphics. [s. l.]: [s. n.], 2014: 298-303.