

# 神经网络在空白试卷识别中的应用

贾志先

(新疆财经大学 计算机科学与工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830012)

**摘 要:**在计算机评卷过程中,通常方法是将试卷扫描成灰度图像,由评卷人员对扫描图像进行评卷。有些试卷是空白试卷,可以通过计算机识别后,直接给分。在一些情况下,很难直接用像素灰度值来区分空白试卷和非空白试卷。研究表明,像素灰度值的列向量或行向量的标准差可以将空白试卷的特征表现出来。神经网络具有自组织、自学习、非线性逼近能力,应用神经网络可以有效地识别出空白试卷。为了便于神经网络进行空白试卷的识别,减小神经元的数量,可将图像像素灰度值列向量标准差的标准差和行向量标准差的标准差作为区分空白试卷和非空白试卷的影响因子。

**关键词:**空白试卷;识别;神经网络

**中图分类号:**TP391.41

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)08-0208-04

## Application of Neural Network in Recognition Blank Examination Paper

JIA Zhi-xian

(School of Computer Science & Engineering, Xinjiang University of Finance and Economics, Urumqi 830012, China)

**Abstract:** In the process of grading examination paper by computer, the common method is to scan the paper into gray-scale image, and let grade staffs give the paper a mark. Some examination paper are blank examination paper, can directly give the examination paper a mark by computer recognize. But in some condition, can hardly use pixel gray value to distinguish blank examination paper and non-blank examination paper. People can availably recognize the blank examination paper by making use of the neural network, which is able to do self-organization, self-learning and non-linear approximation. Experiment expresses the influence factor classifying the blank examination paper should have: the standard deviation of standard deviation of image pixel gray value column vector and the standard deviation of standard deviation of image pixel gray value row vector.

**Key words:** blank examination paper; recognition; neural network

### 0 引言

随着计算机技术的发展,大部分考试的评卷方式,逐步由传统方式过渡到计算机评卷方式。在计算机评卷过程中,通常方法是将试卷扫描成灰度图像,评卷人员对扫描图像进行评卷。在评卷过程中,有些试卷是空白试卷,没有必要由评卷人员来评,可以通过计算机识别后,直接给分。但是,在具体操作过程中,还是存在一些问题。下面以 HSK(中国汉语水平考试)初中等考试计算机评卷为例,研究基于神经网络的空白试卷的识别方法。

### 1 空白试卷识别问题

在 HSK 初中等考试的试卷中有 16 个填字题,需

要由评卷人员对扫描图像进行评卷。具体方法是:首先将考生的答题卡扫描到计算机中,每 1 个填字题切割成 1 个图像文件,然后将图像文件放在服务器上。评卷人员从网上下载图像文件进行评卷,每次评 1 个字。

图 1 是从 2008 年 11 月 HSK 初中等考试的试卷扫描图像中,选取的一组填字题的图像,图像为灰度图像,大小为  $55 \times 48$  像素。由于个别考生用铅笔答题,加上扫描效果较差,很难用像素灰度值来区分空白试卷和非空白试卷。实验表明,对这些图像,若灰度值小于 64 的像素个数不等于 0,则是非空白试卷,若灰度值小于 128 的像素个数等于 0,则是空白试卷。但灰度值小于 64 的像素个数等于 0,灰度值小于 128 的像素个数不等于 0 时,则无法确定。

### 2 图像像素灰度值的标准差

在试卷扫描图像中,如果是空白试卷,则其像素灰

收稿日期:2008-12-31;修回日期:2009-02-26

作者简介:贾志先(1958-),男,山西临猗人,教授,主要研究方向为神经网络、算法、计算机安全。

度值的列向量或行向量变化不大,如果是非空白试卷,则其像素灰度值的列向量或行向量变化比较大。



图 1 扫描图像

设图 1 中的填字题的图像像素灰度值矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{bmatrix}$$

这里,  $n = 55, m = 48$ 。

图像像素灰度值矩阵  $A$  的列向量的标准差为:

$$\left[ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{i,1} - \mu_1)^2}{m}}, \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{i,2} - \mu_2)^2}{m}}, \cdots, \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{i,n} - \mu_n)^2}{m}} \right] \quad (1)$$

其中,  $\mu_1, \mu_2, \cdots, \mu_n$  为图像像素灰度值矩阵  $A$  的各列向量的平均值。

图像像素灰度值矩阵  $A$  的行向量的标准差为:

$$\left[ \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{1,j} - v_1)^2}{n}}, \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{2,j} - v_2)^2}{n}}, \cdots, \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{m,j} - v_m)^2}{n}} \right] \quad (2)$$

其中,  $v_1, v_2, \cdots, v_m$  为图像像素灰度值矩阵  $A$  的各行向量的平均值。

对图 1 中的填字题的图像,按照图像像素灰度值矩阵的列向量标准差的计算公式(1)和行向量标准差的计算公式(2),可以计算出图像像素灰度值列向量的标准差和行向量的标准差。图像像素灰度值列向量的标准差变化曲线如图 2 所示,图像像素灰度值行向量

的标准差变化曲线如图 3 所示<sup>[1,2]</sup>。

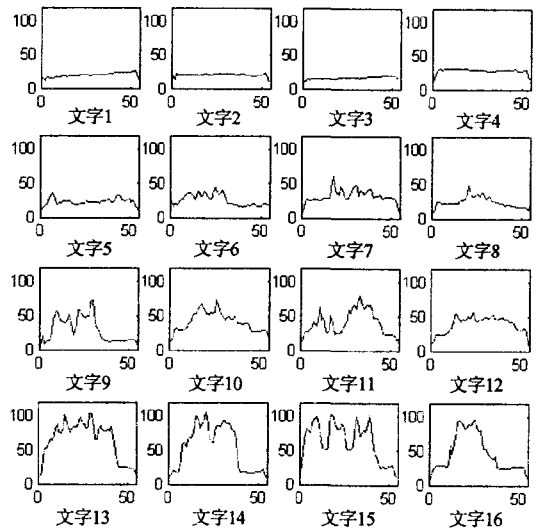


图 2 图像像素灰度值列向量的标准差变化曲线

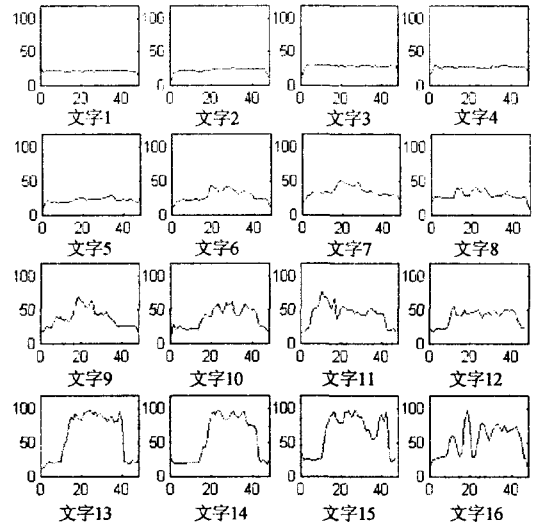


图 3 图像像素灰度值行向量的标准差变化曲线

### 3 基于神经网络的空白试卷识别

神经网络具有自组织、自学习、非线性逼近能力,在许多实际应用领域中取得了显著的成效<sup>[3~5]</sup>。利用神经网络可以有效地识别出空白试卷。

#### 3.1 空白试卷识别的影响因子

从图 2、图 3 中,可以看出,文字 1~文字 4(空白试卷)与文字 5~文字 8 的标准差曲线区别比较小,与文字 9~文字 16 的标准差曲线区别比较大。通过像素灰度值的列向量或行向量的标准差可以将空白试卷的特征表现出来。

为了便于神经网络进行空白试卷的识别,减小神经元数量,可将图像像素灰度值列向量标准差的标准差和行向量标准差的标准差作为区分空白试卷和非空白试卷的影响因子。

在 MATLAB 中,利用以下代码<sup>[2]</sup>:

$f = \text{imread}('...')$ ; 其中...为填字题图像文件名

$g = \text{std}(\text{std}(\text{double}(f)))$ ;

$h = \text{std}(\text{std}(\text{double}(f')))$ ;

可以得出区分图 1 所示的试卷扫描图像中空白试卷的影响因子数据,如表 1 所示。其中,标准差 1 为像素灰度值列向量标准差的标准差,标准差 2 为像素灰度值行向量标准差的标准差。

表 1 区分空白试卷的影响因子

字符	标准差 1	标准差 2
字符 1	3.47	1.69
字符 2	2.00	3.42
字符 3	2.42	3.11
字符 4	3.53	2.20
字符 5	4.89	3.74
字符 6	8.42	8.25
字符 7	9.44	7.40
字符 8	7.58	6.46
字符 9	20.15	14.27
字符 10	14.02	14.70
字符 11	17.73	16.55
字符 12	11.43	11.81
字符 13	27.57	33.78
字符 14	32.95	32.63
字符 15	27.19	28.98
字符 16	27.22	22.29

### 3.2 应用 Elman 网络进行空白试卷的识别

Elman 神经网络是 Elman 于 1990 年提出的。Elman 网络是一种典型的递归人工神经网络,具有内部反馈连接。Elman 网络模型在前馈网络的隐藏层中增加一个承接层,作为一步延时算子,达到记忆的目的,从而使系统具有适应时变特性的能力,能直接反映动态系统的特性<sup>[6-8]</sup>。

Elman 神经网络模型一般分为 4 层:输入层、隐藏层、承接层和输出层,其输入层、隐藏层和输出层的连接类似前馈网络,输入层的单元仅起信号传输作用,输出层起线性加权作用<sup>[8,9]</sup>。

#### 3.2.1 空白试卷的识别的 Elman 网络结构

在空白试卷的识别应用中,Elman 神经网络模型的输入层为 2 个神经元,隐藏层、承接层为 7 个神经元,输出层为 1 个神经元。隐藏层神经元的传递函数为 S 型正切函数  $f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}$ ,输出层神经元的传递函数为 S 型对数函数  $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 。Elman 网络结构如图 4 所示。

输入层的神经元  $x_1, x_2$  分别为图像像素灰度值列向量标准差的标准差和行向量标准差的标准差。输出层神经元  $y$  为空白试卷或非空白试卷。 $y$  接近于 0,则

是空白试卷, $y$  接近于 1,则是非空白试卷。

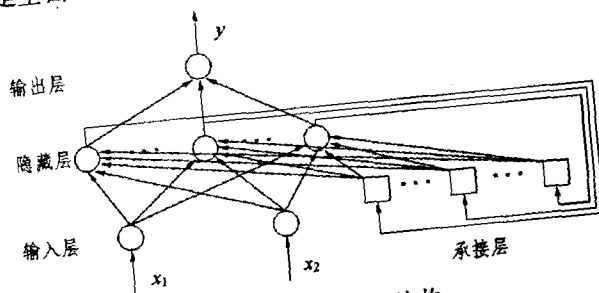


图 4 Elman 网络结构

#### 3.2.2 Elman 网络的建立和训练

在 MATLAB 中运行以下代码,建立和训练 Elman 网络<sup>[3,4,5]</sup>:

```
P = [0.0476 0.0000; 0.0000 0.0538;
      0.0135 0.0441; 0.0496 0.0157;
      0.0935 0.0637; 0.2075 0.2043;
      0.2405 0.1779; 0.1804 0.1485;
      0.5865 0.3921; 0.3885 0.4053;
      0.5083 0.4630; 0.3046 0.3154;
      0.8263 1.0000; 1.0000 0.9642;
      0.8139 0.8503; 0.8150 0.6420]';
T = [0;0;0;0;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1]';
net = newelm(minmax(P), [7, 1], {'tansig',
'logsig'}, 'trainlm');
```

```
net.trainParam.epochs = 100;
```

```
net.trainParam.goal = 1e-6;
```

```
LP.lr = 0.01;
```

```
net = train(net, P, T);
```

Elman 网络训练结果如图 5 所示。

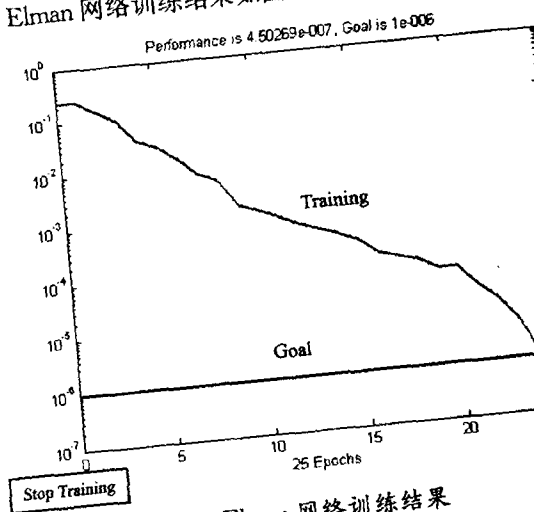


图 5 Elman 网络训练结果

从图 5 看出,经过 24 次训练后,网络误差达到设定的最小值。

在上面代码中,数组  $P$  和  $T$  分别为输入向量和目标向量。数组  $P$  是图 1 中的扫描图像的像素

列向量标准差的标准差和像素灰度值行向量标准差的标准差数据,并进行了归一化处理。数组  $T$  前 4 个 0 表示空白试卷,后 12 个 1 表示非空白试卷。

3.2.3 Elman 网络的仿真

利用训练好的 Elman 网络,对图 6 中的测试图像数据进行仿真测试。

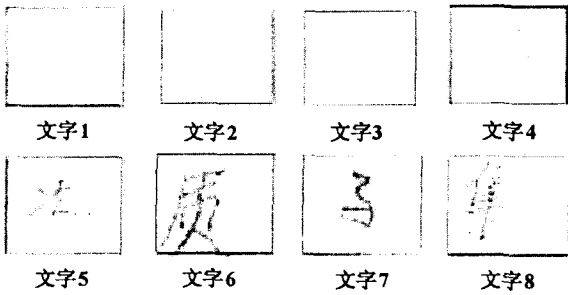


图 6 测试图像

```
P_test = [0.0503 0.0147; 0.0349 -0.0029;  
          0.0173 0.0150; 0.0781 0.0182;  
          0.1448 0.1140; 0.2083 0.2071;  
          0.3025 0.2080; 0.1764 0.1700]';  
Out = sim(net,P_test)  
仿真结果为:  
Out = 0.0009 0.0000 0.0000 0.0381  
1.0000 1.0000 1.0000 1.0000
```

前 4 个数据近似于 0,表示空白试卷,后 4 个数据近似于 1,表示非空白试卷。从仿真结果看,利用 Elman 网络可以比较好地识别出空白试卷。

在上面代码中,数组  $P\_test$  中的数据是图 6 中测试图像的像素灰度值列向量标准差的标准差和像素灰度值行向量标准差的标准差,并进行了归一化处理。

(上接第 207 页)

了应用测试,达到了预期的效果,见表 2。LonMaker 工具是一种集 LonWorks 节点安装、监控和测试于一体的软件包。LonWorks 节点采用凌阳 SPCE061A 单片机作为主处理器,大大增强了节点在多媒体领域的控制能力,促进了 LonWorks 技术更快地发展。

表 2 实验数据表

数据发送错误码	0	数据接收错误码	0	数据事务超时	0	数据丢失	0
---------	---	---------	---	--------	---	------	---

参考文献:

[1] 徐建俊,俞宁,杨帅,等.基于 LON 现场总线技术的电力线收发器 PLT-22 的设计[J].电力自动化设备,2008,28(9):108-111.  
[2] 徐建俊,杨帅,薛岚,等.基于神经元芯片 MC143150 和单片机 AT89S51 的 LON 节点研究与设计[J].电测与仪

4 结束语

在空白试卷识别的影响因子中,可以将图像像素灰度值列向量标准差的标准差和图像像素灰度值行向量标准差的标准差,改为图像像素灰度值列向量标准差的最大值和标准差或图像像素灰度值行向量标准差的最大值和标准差,这样可以减少一半计算量。用 BP 网络替代 Elman 网络,同样可得到较好识别效果。

参考文献:

[1] Rowley H A. Neural Network - Based Face Detection[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1998,20(1):23-38.  
[2] Gonzalez R C, Woods R E, Eddins S L. Digital Image Processing Using MATLAB[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry,2004.  
[3] 王建雄,刘应龙.基于人工神经网络的数字识别系统的研究[J].计算机技术与与,2006,16(5):26-28.  
[4] 张充,史青宣,苗秀芬,等.基于 BP 神经网络的手写体数字识别[J].计算机技术与与,2008,18(6):128-130.  
[5] 耿西伟,张猛,沈建京.基于结构特征分类 BP 网络的手写数字识别[J].计算机技术与与,2007,17(1):130-132.  
[6] 阎平凡,张长水.人工神经网络与模拟进化计算[M].第 2 版.北京:清华大学出版社,2005.  
[7] Ham F M, Kostanic I. 神经计算原理[M].北京:机械工业出版社,2007.  
[8] 飞思科技产品研发中心.神经网络理论与 MATLAB7 实现[M].北京:电子工业出版社,2005.  
[9] Pham D T, Liu X. Training of elman networks and dynamic system modeling[J]. International Journal of Systems Science,1996,27(2):221-226.

表,2007,44(7):57-60.  
[3] 刘晓东,施艳艳,李淑波.基于 SPI 接口的凌阳单片机键盘设计[J].电测与仪表,2007,44(2):46-49.  
[4] 程启文,陈建铎,宋彩利. Lon 网络中上位机与智能节点通信方式的研究与实现[J].微电子学与计算机,2005,22(7):168-170.  
[5] 杨帅,薛岚,史宜巧,等.基于中断方式 LON 节点处理器 SPI 接口的设计[J].自动化与仪表,2008,23(11):19-22.  
[6] Echelon Co. Neuron C Programmer's Guide[M]. San Jose, USA:Echelon Corporation,1995.  
[7] Echelon Co. The 1995 Echelon LonWorks Products DataBook [M]. San Jose, USA:Echelon Corporation,1995.  
[8] Echelon Co. Parallel I/O Interface to the Neuron Chip[M]. San Jose, USA:Echelon Corporation,1999.