

用于英文字母识别的三种人工神经网络的设计*

丛 爽 陆婷婷

(中国科学技术大学自动化系 合肥 230027)

摘 要 分别采用单层感知器、BP 网络和霍普菲尔德网络三种神经网络对 26 个英文字母进行识别,通过实验给出各网络的识别出错率,从中可以看出三种人工神经网络各自的优缺点,为选择神经网络进行字符识别提供了一定的依据。

关键词 性能对比 感知器 BP 网络 霍普菲尔德网络 字符识别

Design of three artificial neural networks used on English character recognition

Cong Shuang Lu Tingting

(Automation department of university of science & technology of China, Hefei 230027, China)

Abstract The perception, BP Networks and Hopfield Networks are designed to recognize the 26 English letters. The recognition error rates are given by the result of experiment, from which one can see the advantages and disadvantages of these three neural networks. And the study and analysis in this paper are useful for selecting ANN to recognize character.

Key words comparison of performance perception BP networks Hopfield networks character recognition

1 引 言

人工神经网络是在人类对其大脑神经网络认识理解的基础上人工构造的能够实现某种功能的神经网络。它是理论化的人脑神经网络的数学模型,是基于模仿大脑神经网络结构和功能而建立的一种信息处理系统。因其自组织、自学习能力以及具有信息的分布式存储和并行处理,信息存储与处理的合一等特点得到了广泛的关注,已经发展了上百种人工神经网络。一般来说,人工神经网络从结构上可分为两种:前向网络和反馈网络。典型的前向网络有单层感知器、BP 网络等,反馈网络有霍普菲尔德网络等^[1]。

人工神经网络已经被广泛应用于模式识别、信号处理、专家系统、优化组合、智能控制等各个方面,其中采用人工神经网络进行模式识别具有一些传统技术所没有的优点:良好的容错能力^[2]、分类能力、并行处理能力和自学习能力,并且其运行速度快,自适应性能好,具有较高的分辨率。单层感知器、BP 网络和霍普

菲尔德网络均可以用于字符识别。

本文通过具体采用感知器网络、BP 网络和霍普菲尔德反馈网络对 26 个英文字母进行识别的应用,通过实验给出各自的识别出错率,通过比较,可以看出这 3 种神经网络的识别能力以及各自的优缺点。

2 字符识别问题描述与网络识别前的预处理

字符识别在现代日常生活的应用越来越广泛,比如车辆牌照自动识别系统^[3,4],手写识别系统^[5],办公自动化等等^[6]。本文采用单层感知器、BP 网络和霍普菲尔德网络对 26 个英文字母进行识别。

首先将待识别的 26 个字母中的每一个字母都通过长和宽分别为 7×5 的方格进行数字化处理,并用一个向量表示。其相应数据的位置置为 1,其他位置置为 0。图 1 给出了字母 A、B 和 C 的数字化过程,其中最左边的为字母 A 的数字化处理结果所得对应的向量为:letterA=[0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(50375148)

1111111000110001]',由此可得每个字母由35个元素组成一个向量。由26个标准字母组成的输入向量被定义为一个输入向量矩阵 alphabet,即神经网络的样本输入为一个 35×26 的矩阵。其中 alphabet=[letterA, letterB, letterC, ..., letterZ]。网络样本输出需要一个对26个输入字母进行区分输出向量,对于任意一个输入字母,网络输出在字母对应的顺序位置上的值为1,其余为0,即网络输出矩阵为对角线上为1的 26×26 的单位阵,定义 target=eye(26)。

0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
1	0	0	0	1
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
A				
1	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	1	1	0
B				
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
C				

图1 数字化字符

本文共有两类这样的数据作为输入:一类是理想的标准输入信号;另一类是在标准输入信号中加上用MATLAB工具箱里的噪声信号,即 randn 函数。

3 识别字符的网络设计及其实验分析

3.1 单层感知器的设计及其识别效果

选取网络35个输入节点和26个输出节点,设置目标误差为0.0001,最大训练次数为40。设计出的网络使输出矢量在正确的位置上输出为1,在其他位置上输出为0。首先用理想输入信号训练网络,得到无噪声训练结果,然后用两组标准输入矢量加上两组带有随机噪声的输入矢量训练网络,这样可以保证网络同时具有对理想输入和噪声输入分类的能力。网络训练完后,为保证网络能准确无误地识别出理想的字符,再用无噪声的标准输入训练网络,最终得到有能力识别带有噪声输入的网络。下一步是对所设计的网络进行性能测试:给网络输入任意字母,并在其上加入具有平均值从0~0.2的噪声,随机产生100个输入矢量,分别对上述两种网络的字母识别出错率进行实验,结果如图2所示。其中纵坐标所表示的识别出错率是将实际输出减去期望输出所得的输出矩阵中所有元素的绝对值和的一半再除以26得到的;虚线代表用无噪声的标准输入信号训练出网络的出错率,实线代表用有噪声训练出网络的出错率。从图中可以看出,无噪声训练网络对字符进行识别时,当字符一出现噪声时,该网络识别立刻出现错误;当噪声均值超过0.02时,识别出错率急剧上升,其最大出错率达到21.5%。由此

可见,无噪声训练网络识别几乎没有抗干扰能力。而有噪声训练出的网络具有一定的抗干扰能力,它在均值为0~0.06之间的噪声环境下,能够准确无误地识别;其最大识别出错率约为6.6%,远远小于无噪声训练出的网络。

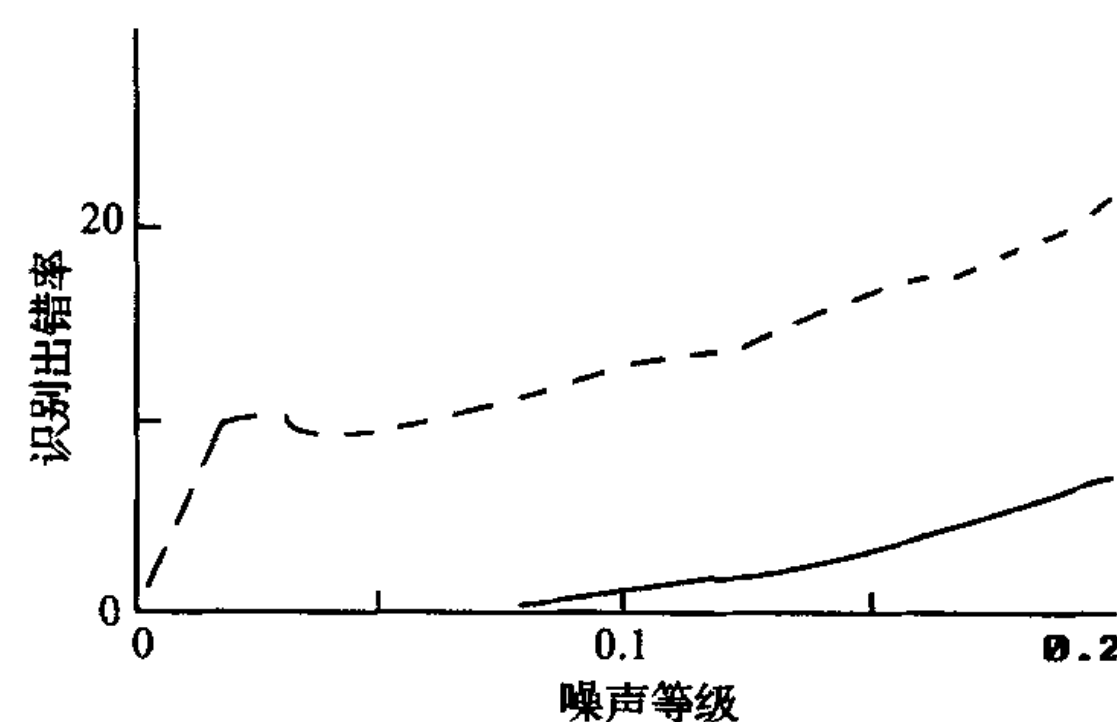


图2 感知器网络识别出错率

3.2 BP网络的设计及其识别效果

该网络设计方法在文献[1]中有详细介绍。网络具有35个输入节点和26个输出节点。目标误差为0.0001,采用输入在(0,1)范围内对数S型激活函数两层logsig/logsig网络,隐含层根据经验选取10个神经元。和单层感知器一样,分别用理想输入信号和带有随机噪声的输入训练网络,得到有噪声训练网络和无噪声训练网络。由于噪声输入矢量可能会导致网络的1或0输出不正确,或出现其他值,所以为了使网络具有抗干扰能力,在网络训练后,再将其输出经过一层竞争网络的处理,使网络的输出只在本列中的最大值的位置为1,保证在其他位置输出为0,其中网络的训练采用自适应学习速率加附加动量法,在MATLAB工具箱中直接调用 traingdx。在与单层感知器相同的测试条件下对网络进行性能测试,结果如图3所示。其中虚线代表用无噪声训练网络的出错率,实线代表用有噪声训练网络的出错率。从图中可以看出,在均值为0~0.12之间的噪声环境下,两个网络都能够准确地进行识别。在0.12~0.15之间的噪声环境下,由于噪声幅度相对较小,待识别字符接近于理想字符,故无噪声

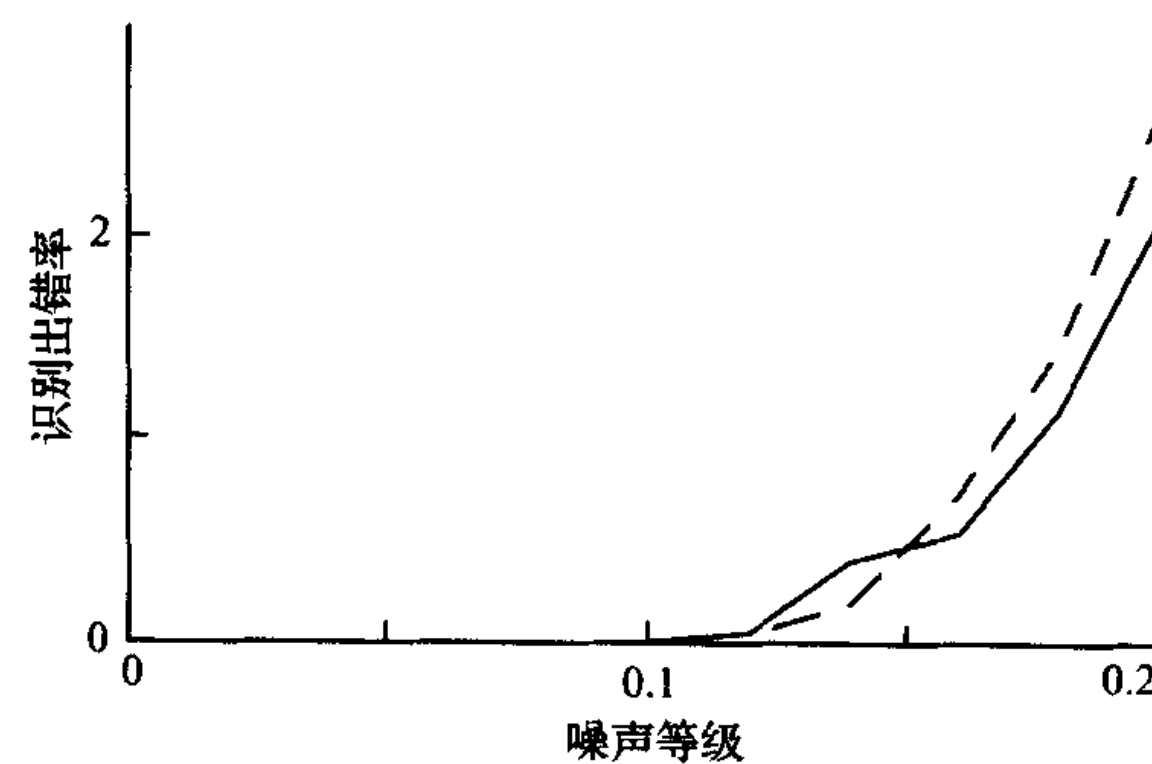


图3 BP网络识别出错率

