

白慧卿

(国家卫星气象中心,100081)

提 要

简要介绍美国 Neuralware 公司推出的人工神经网络应用与开发系统 Neuralwork Professional II /plus, 以及该系统对卫星云图中 4 类云系样本: 冷锋、静止锋、雹暴云团、MCC 进行分类实验的结果。

关键词:神经网络 云系 分类

概 述

人工神经网络是近期发展起来的十分热门的交叉学科, 它涉及电子、计算机、生物、数学和物理等学科。本世纪 80 年代末, 人工神经网络理论开始在很多领域得到应用, 例如: 计算机信息处理、金融分析、模式识别等等。在气象界, 越来越多的学者和专家尝试用人工神经网络的思想和方法解决气象领域的问题, 如天气预报、卫星云图中云系分割与分类^[1]、云检测与云分类^[2,3]、降水等等。伴随着这股热潮, 神经网络应用与开发系统相继问世, 美国 Neuralware 公司 1991 年推出的 Neuralwork Professional II /plus (以下简称 NWP II⁺) 软件就是一个功能很强的神经网络综合开发系统, 可以辅助用户设计、构造、训练、测试及运行一个人工神经网络来解决复杂的实际问题。本文用这套软件对云图中 4 类云系样本: 冷锋、静止锋、雹暴云团、MCC 进行了分类实验, 得到较满意的结果。

1 NWP II⁺的主要功能及特点

NWP II⁺开发环境主要包括: 产生神经网络的 3 种机制, 网络诊断工具包, Flash Code 翻译器。

产生神经网络的 3 种机制是: Back-prop Builder, Insta Net 及面向对象方式用工具集完成自定义的神经网络的机制。Back-prop Builder 提供了目前网络模型最简单、应用最广泛的多层前馈网络 B-P 算法(简称 B-P 模型)的设计手段, 用户可在 Back-prop Builder 菜单及子菜单中设定各层神经元数目、学习规则、传递函数及各项参数, Back-prop Builder 则自动生成 B-P 模型神经网络。Insta Net 为用户提供了除 B-P 模型外的其他几十种标准神经网络模型的设计机制, 用户可在 Insta Net 提供的标准模型上通过设定不同的参数而产生适合自己需要的网络。此外, 用户还可以用工具集从单个神经元开始通过鼠标操作设计任意神经网络模型。

NWP II⁺提供一个功能很强的网络诊断工具。用户可任意选定网络的某些参量, 如神经元状态、连接权重、学习误差、数据流向等, 用系统探针(Prob)抽取这些参量变化信息, 通过建立相应的观测计(Instrument)将这些信息以非常直观的图表形式在屏幕上显示出来, 便于用户实时监控、诊断网络的运行情况。

NWP II⁺还提供了一个很重要的工具——Flash Code。利用这一工具,用户可以将设计并训练好的网络自动生成相应的C语言代码。它包含了运行网络所需的全部代码,生成的C函数有两个参数,一个为输入阵列,一个为输出阵列。用户可将此C代码嵌入到自己的应用程序中,不必编写神经网络程序,只需将一个数据集作为输入参数,调用此C函数,即可得到神经网络的输出。

2 用NWP II⁺对4类云系样本分类

为了探讨该软件在气象上应用的可能性及应用前景,本人就此进行了探索和研究,并就前述的4类云系进行了分类试验。

2.1 数据集

这里采用的是GMS云图中4类云系的样本共162个^[4],其中,冷锋云系47个,静止锋云系55个,雹暴云团25个,MCC35个。每类各取15个样本组成60个样本的训练集,其余102个独立样本做测试集。每个样本提取10个特征,通过特征选择,最终选取4个特征^[4]。将训练集数据作成train.nna数据文件,测试集数据作成tst.nna数据文件。在数据文件中共有6列数据,前4列数据分别是样本的4个特征,第5、第6列分别是神经网络输出层的第1、第2神经元的理想输出值。这里用两个神经元的输出状态表示4类云系(见表1)。表中 t_1, t_2 表示两个神经元的理想输出值。由于Sigmoid传递函数($f(x) = (1 + e^{-x})^{-1}$)的输出 $0 < f(x) < 1$,故设定每个输出层神经元的两种输出状态理想值为0.9和0.1,与云系类别的对应关系见表1。

表1 云系类别与神经网络输出的对应关系

云系名称	云系类别编号	网络理想输出	
		t_1	t_2
静止锋云系	1	0.9	0.9
MCC	2	0.1	0.1
雹暴云团	3	0.1	0.9
冷锋云系	4	0.9	0.1

2.2 NWP II⁺对4类云系分类

NWP II⁺包括几十种网络模型,由于B-P模型在分类研究中很有优势,故这里选择B-P网络模型。

设计B-P模型的输入层为4个神经元,这4个神经元分别与样本的4个特征相对应,输出层设计为2个神经元,这2个神经元的4种输出状态对应4种云系(见表1)。关于中间隐层可设为一层也可设为多层,经过多次试验,针对本文的问题设两个隐层比一个隐层的学习收敛快。

这里用NWP II⁺的Back-prop Builder神经网络产生机制产生B-P网络模型对4类云系进行分类。

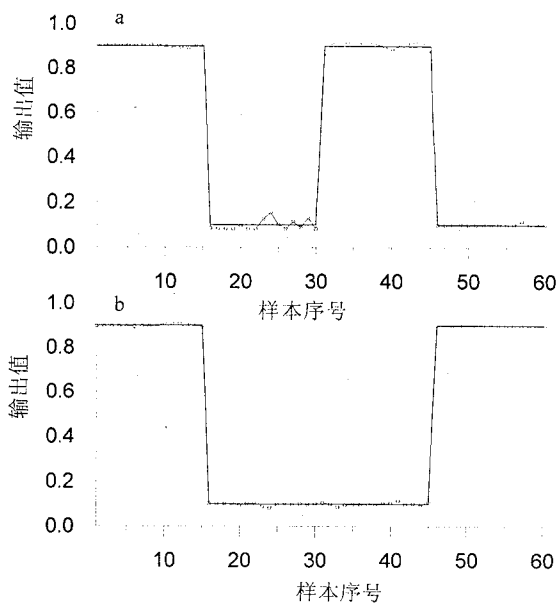


图1 网络对训练集的输出结果

a. 第一个神经元的输出 b. 第二个神经元的输出

在主菜单中打开Network/Back Prop Builder子菜单,在该菜单中将输入层、第一隐层、第二隐层、输出层分别设为4、8、4、2,选择Delta-Rule学习规则和Sigmoid传递函数,第一隐层学习率0.3,第二隐层学习率0.25,输出层学习率0.15,动量系数0.4,选

择 train. nna 作为输入数据,网络收敛后得到输出结果见图 1。为了测试该网络对独立样本的判识情况,将测试集样本 test. nna 输入该网络得到输出结果(如图 2)。图 1 和图 2 中的粗实线是理想输出值,带圆圈的细实线是实际输出值。

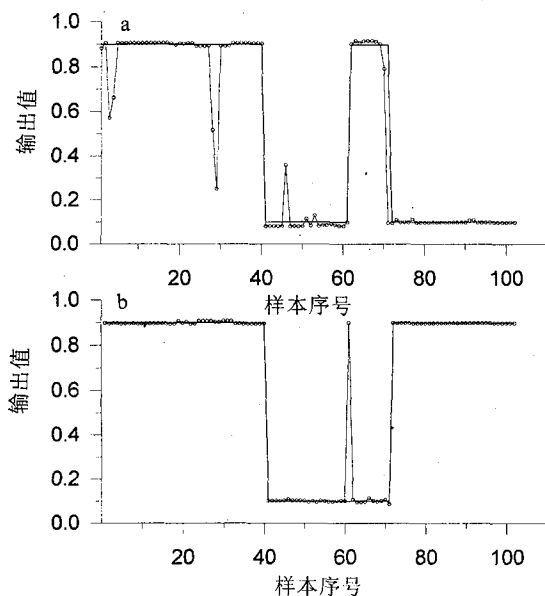


图 2 网络对测试集的输出结果

a. 第一个神经元的输出 b. 第二个神经元的输出

如果用 y_1, y_2 表示神经网络的实际输出值,设定当 $y_i < 0.5$ 时,认为该神经元输出为 0.1,当 $y_i > 0.5$ 时认为该神经元输出为 0.9(其中 $i = 1, 2$),则网络训练及测试的分类结果见表 2 和表 3。

表 2 网络对训练集的分类结果

	静止锋	MCC	雷暴云团	冷锋	样本数	正确率
静止锋	15	0	0	0	15	100%
MCC	0	15	0	0	15	100%
雷暴云团	0	0	15	0	15	100%
冷锋	0	0	0	15	15	100%

表 3 网络对测试集的分类结果

	静止锋	MCC	雷暴云团	冷锋	样本数	正确率
静止锋	39	0	0	1	40	97.5%
MCC	0	19	0	1	20	95.0%
雷暴云团	0	1	9	0	10	90.0%
冷锋	0	0	0	32	32	100%

由图 1 和表 2 可以看出,网络对训练集样本判识的结果与理想值拟合的很好,分类正确率达到 100%。由图 2 和表 3 可以看出,网络对静止锋、MCC 和雷暴云团各判错一个样本,即 29 号样本(理想值为 $t_1 = 0.9, t_2 = 0.9$;实际值为 $y_1 = 0.902, y_2 = 0.251$)、61 号样本(理想值为 $t_1 = 0.1, t_2 = 0.1$;实际值为 $y_1 = 0.899, y_2 = 0.099$)和 71 号样本(理想值为 $t_1 = 0.1, t_2 = 0.9$;实际值为 $y_1 = 0.087, y_2 = 0.096$)。网络对测试集分类的平均正确率为 95.6%,如果用判对的样本总数与测试集样本总数的比值作为总分类正确率,则该网络的总分类正确率为 97%,此结果还是较令人满意的。本人曾用统计方法对同样的数据分类,总分类正确率仅为 85%^[4]。

如果通过上述步骤网络的输出达不到令人满意的结果,可重新调整各层的神经元数及各项参数,直到得到令人满意的网络。

通过上述步骤得到较为满意的网络后,用 NWP II⁺ 的 Flash Code 功能将训练好的网络自动生成 C 源代码程序,此 C 程序可嵌入到实际的应用系统中。在实际应用中,得到样本的 4 个特征值后,调用该 C 程序,则该程序的输出便给出神经网络自动判识的结果。

3 结语

NWP II⁺ 是一个功能很强的神经网络综合开发系统,其技术特点对于我们开发适合气象应用的神经网络系统有很大帮助。神经网络最主要的特点是学习、记忆、联想功能,因此,它特别适合解决那些具有多个范例,但难以用传统数学模型描述的问题,在气象领域中有很多问题是神经网络善于解决的,如天气预报,云图中各类云、雪、雾的自动判识以及其它一些灾害性天气的自动监测等等。从本文的试验可以看出,神经网络方法比传统的统计方法具有优势。如果能够建立一

套为气象服务的神经网络系统,对气象工作的发展将会有很大的促进。

参考文献

1 J E Peak. Segmentation of Satellite Imagery Using Hierarchical Thresholding and Neural Networks. AD 92-06220.

2 Olga Slawinski, James G. A Neural Network Approach to Cloud Detection in AVHRR Images. IEEE, 1990, 1: 283~288.
3 Jonathan Lee, Ronald C. A neural network Approach to Cloud Classification. IEEE Transation on geoscience and Remote Sensing. 1990, 28(5): 846~855.
4 白慧卿. 基于人工神经网络的 GMS 云图四类云系识别. 应用气象学报, 1998, 9(4): 11.

Classification of Cloud Systems Using NWP II⁺

Bai Huiqing

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

A neural networks development system which is made by Neuralware company of America was introduced. Classification results of four cloud systems of cold front, stationary front, hail storm cloud and MCC are given here using the neural networks development system.

Key Words: Neural network Cloud system classification