

三峡地区降水神经元方法预报系统^①

冯光柳 崔春光

(武汉暴雨研究所, 武汉 430074)

提 要

介绍了神经元方法降水预报系统及其在 1999 年汛期中对三峡地区的强降水预报试用情况, 分析了该系统对强降水过程的预报能力, 结果表明: 该系统对降水过程有一定的预报能力, 特别是对转折性天气及强降水过程的预报, 其效果更好。

关键词: 神经元 暴雨 汛期 强降水 神经网络

1 神经元技术的引用

随着计算机技术迅速发展, 促进了天气预报方法的多样化, 作为一门思维科学的神经网络方法, 将其引入气象领域, 是一种智能预报方法, 但这种预报方法有别于众多的统计方法和智能预报法。它是通过神经元的学习, 建立起一种预报模型, 神经系统学习的实质是在学习过程中如何发生变化, 哪些发生了变化。在人工神经网络中, 权是一个反应信息存储的关键量, 由神经网络理想输出和实际输出的误差来修正网络权, 也就是说是一种误差修正型的学习过程, 若计算误差小于允许误差则停止计算, 学习过程结束并建立预报模型。

神经网络降水预报系统利用人工神经网络理论, 以历史数据库和实时数据库为基础, 通过学习建立一个专为三峡地区作短期降水预报的模型。该系统的数据库资料包括: 探空资料、预报对象雨量资料、欧洲中心格点场资料和预报因子数据库资料。

在几种常用的神经网络模型中, 我们采用的是反向传播(BP)算法, 此算法是一个包含有隐层的多层映射网络。

此方法数学推导严密, 采用最小均方差的学习方式, 是使用较广泛的网络, 其数学描述如下:

在神经网络中, 输入层与输出层之间增加一隐层, 在 m 层的神经网络中, 如果输入层加上输入模式 P , 并设第 k 层 i 单元输入的总和为 u_{ki} , 输出为 v_{kj} , 第 $k-1$ 层的第 j 神经元到 k 层 i 神经元的结合权值为 w_{ij} 。设各个神经元输入与输出关系函数是 f , 则各变量之间的关系为:

$$v_{ki} = f(u_{ki}) = \frac{1}{1 + e^{-u_{ki}}} \quad (1)$$

$$u_{ki} = \sum_{j=1}^n W_{ij} v_{k-1, j} \quad (2)$$

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \Delta W_{ij} \quad (3)$$

$$r = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (v_{mj} - a)^2 \quad (4)$$

式(4)为定义误差函数 r 为期望输出与实际输出之差的平方和。

在式(4)中, y_j 是输出单元的期望输出, 这里作为指导信号。 v_{mj} 如是实际的输出, 是输入模式 P 和权值 W 的函数。

式(5)中 ϵ 是学习步长, D_{kj} 是 k 层的误差信号, 其计算公式如下:

$$\Delta W_{ij} = -\epsilon D_{kj} v_{k-1, j} \quad (5)$$

$$D_{kj} = v_{kj}(1 - v_{kj}) \sum_{i=1}^m W_{ji} D_{k+1, i} \quad (6)$$

该系统框架引自四川省气科所的有关研究成果, 进行了二次开发, 根据湖北省三峡地

^① 中国气象局科技研究项目“三峡坝区降水及暴雨天气预报方法的开发研究”资助。

区的地理、天气预报的特点进行神经网络的学习建立预报模型,每天从网上读取湖北省气象通信台实时资料库的探空原始报文和欧洲中心格点场资料,对其进行物理量计算,同时将代表站资料入库,最后由神经网络预报系统作出降水预报。预报结论通过网络及时发送到三峡气象台。

2 神经元降水预报系统 1999 年汛期在三峡地区的应用

由于位于三峡坝区的三斗坪气象站及三峡气象服务中心积累的气象资料年限不长,神经元的学习只好利用其周边站点历史资料,这就形成了一个区域,我们称这一区域为三峡天气预报地区,简称三峡地区。其周边气象站选定 8 个:宜昌市气象台和当阳、长阳、枝城、枝江、远安、巴东、秭归;连同三斗坪共 9 个台站。

1999 年 6 月 1 日~8 月 31 日,强降水次数及雨量比常年偏少,出现暴雨过程共 3 次。

6 月 4~6 日,小到中雨;6 月 16~17 日,中雨;6 月 22~24 日,中到大雨;6 月 26~30 日,暴雨、大雨;7 月 7~9 日,大~暴雨,局部大暴雨(秭归:119.0mm);7 月 15~17 日中雨转暴雨;7 月 26~27 日,小~中雨;8 月 9~11 日小~中雨;8 月 20~21 日中~大雨;8 月 26~30 日,小~中雨(见表 1)。

神经元降水预报系统于 1999 年 6 月 1 日投入汛期业务试验至 8 月底结束,该系统共预报降水过程 11 次,其中强降水(大雨及以上)5 次;预报暴雨过程 4 次。其中,漏报 7 月 16~17 日暴雨过程 1 次,这次过程的预报强度为大雨;空报 6 月 22~23 日、8 月 9~10 日两场暴雨过程,但这两次过程的实况降水强度均出现中雨(见表 1)。总之,1999 年汛期的实时试验预报的预报与实况基本吻合,只是强度和时段有一定的误差。

对表 1 中预报与实况的比较可以看出:神经元预报系统在 1999 年汛期试验中表现出了一定的预报能力;对暴雨过程的预报,虽有空、漏报,但整体水平还是比较高的。

神经元预报系统对转折性天气的预报也表现出了一定的水平,该系统能比较准确地把握住每次降水过程开始与结束。

表 1 1999 年 6~8 月三峡地区降水实况与神经元方法预报对照表

日期	降水实况	预报强度
6 月 4~6 日	小到中雨	中到大雨
6 月 9~11 日	零星小雨	小到中雨
6 月 16~17 日	中雨	大雨转中雨
6 月 22~24 日	中到大雨	大到暴雨
6 月 26~30 日	暴雨、大雨	暴雨、大雨
7 月 6~9 日	大~暴雨,局部大暴雨	暴雨转中雨
7 月 15~17 日	中雨转暴雨	大雨
7 月 26~27 日	小~中雨	无雨
8 月 9~11 日	小~中雨	暴雨转中雨
8 月 17~21 日	小雨、中~大雨	中雨
8 月 26~30 日	小~中雨	无雨

该预报系统也存在很多不足,由于所选取的历史资料样本长度不够,特别是三峡单站过去的资料少,难以客观地预报坝区的单点降水,而只能以周边测站组合成一个预报意义上的区域,以这一区域来代表三峡坝区及周边的降水预报。

3 小结

①神经元降水预报系统在 1999 年汛期试验中的结果较为理想,从时间上看,1999 年 6~8 月的主要暴雨过程均报出,但在强度和时段预报上有一定误差,随着资料分辨率的增高和样本的不断积累,预报精度有望进一步提高。

②该预报系统在 1999 年 6 月 26~27 日的暴雨准确的报出,与实况完全吻合,同时该预报系统对转折性天气也有一定的预报能力。

③如果降水强度不细化,只分两个等级:无强降水发生,有强降水($\geq 25\text{mm}$)发生,预报效果更佳,从 1999 年的预报与实况对比分析,对降水过程既无漏报又无空报。这种特殊的划分,对三峡这个特定的区域有一定的特殊意义。

④随着资料的积累,对三峡单点的预报有待探索与解决。在预报结果的使用上宜与数值预报及其它方法综合考虑。

参考文献

- 1 崔春光, 冯光柳, 孙续刚. 神经网络降水预报系统及其应用. 湖北气象, 1999, (3): 14~16.
- 2 焦李成著. 神经网络系统理论. 西安: 西安电子科技大学出版社.

学出版社.

- 3 何险峰. 降水计算神经网络预报系统基本原理(待发表).

Sanxia-region Rainfall Prediction System Using Neural Unit Method

Feng Guangliu Cui Chunguang

(Wuhan Rainstorm Institute, Wuhan 430074)

Abstract

The rainfall prediction system using neural unit method was introduced. Strong precipitation prediction in the flood season of 1999 in the Sanxia-region was given by the system. The results show that the system's prediction was ability on strong precipitation process was analysed. The system has a certain prediction ability on rainfall process, and it is better especially for transferring synoptic process and strong precipitation process.

Key Words: neural unit rainstorm flood season strong precipitation neural network