

神经网络识别分类中交叉模糊问题的研究

张小宽, 李为民

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:针对神经网络在分类问题研究中出现的交叉模糊问题,提出误差比对法对模糊问题加以解决。以BP网络对TBM和诱饵进行分类识别为例,分析表明该方法精度可靠,可望较好地解决分类问题中的模糊问题。

关键词:BP网络;目标识别;误差比对法;TBM

中图分类号:O422 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)04-92-94

神经网络是由大量人工神经元广泛互连而成的模仿生物神经系统的网络系统。在诸如目标识别、经济预测等方面具有极大的应用前景^[1]。

当神经网络用于目标的分选识别时,当目标数量较多时,很容易出现交叉模糊现象,使目标的识别准确率下降。这一问题成为目标识别中的一个难点。本文提出一种新的方法—误差比对法,可望较好地解决这一问题。

1 基于BP网络的TBM识别模型

BP(Back Propagation)网络是目前最成熟的用于系统辨识的神经网络。BP网络由一个输入层、一个或多个隐层及一个输出层构成,其中每层又由若干个节点组成。BP网络中隐层传递函数和输出层传递函数通常都采用Sigmoid型函数。其表示形式为 $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 。

S型网络的训练采用误差逆传播算法。该算法通过一个使误差函数最小化过程来完成输入到输出的映射。基于最速梯度下降法的思想,算法根据输入样本的实际输出 y_i 与理想输出 t_i 尽可能的接近,从而使网络输出的误差函数达到最小。

用BP网络模型对战术弹道导弹(TBM)及诱饵进行识别,提取TBM与诱饵弹分离的速度 V 、弹道倾角 θ 、飞行高度 H 、飞行时间 t 、弹体雷达散射截面(RCS) σ 作为输入特征参量^[4]。通过给定学习样本集对网络加以训练,根据网络输出范围不同来达到对TBM和诱饵弹进行分类识别的目的。

2 神经网络分类模糊问题

神经网络模糊问题是指当训练好的神经网络用于分选识别时,对于不同的目标输入参数,经网络计算后,输出结果出现交叉,从而为目标的分选识别带来模糊,无法准确地对目标进行识别分选,这一问题称之为神经网络分类模糊问题。

以 V, θ, H, t, σ 作为输入特征参量,以TBM与诱饵的射程作为输出,假定TBM的输出范围为 (a_1, b_1) ,诱饵的范围为 (a_2, b_2) 。其中, a_1, a_2, b_1, b_2 都在 $(0, 1)$ 内,当 $(a_1, b_1) \cap (a_2, b_2) = \Phi$ 时,目标的分选识别不存在模糊。当 $(a_1, b_1) \cap (a_2, b_2) \neq \Phi$ 时,则目标的分选识别存在模糊问题。这就为准确识别目标带来困难。针对这一问题,采用误差比对法对此加以解决。

3 误差比对法

假定网络有 m 个归一化输入参数 (x_1, x_2, \dots, x_m) , n 个归一化输出参数 (y_1, y_2, \dots, y_n) , 共给定 l 个训练样本。首先对参数作如下处理

$$X_i = \sqrt{\frac{1}{m}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_m^2)} \quad i = 1, 2, \dots, l \quad Y_i = \sqrt{\frac{1}{n}(y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2)} \quad i = 1, 2, \dots, l$$

根据上式 X_i, Y_i , 进行曲线拟合, 令拟合函数为 $f(x)$ 。任意给定输入参数 $[x]$, 由网络得输出值为 $[y]$ 。若 $|f([x]) - [y]| < \varepsilon$ (其中 ε 为给定误差量), 则判定属于该目标。否则, 不属于该目标。

4 应用举例

以 BP 网络模型对 TBM 及诱饵进行识别为例。TBM 与诱饵弹分离时的速度 V 、弹道倾角 θ 、飞行高度 H 、飞行时间 t 、弹体雷达散射截面 (RCS) σ 作为输入特征参量。TBM 和诱饵的射程作为输出。分别对 TBM 和诱饵弹给出学习样本集。给定样本集中必须包括最大射程和最小射程的学习样本, 从而使样本具有一般性, 根据这些样本可以确定 TBM 和诱饵的输出范围。训练结果如表 1 所示。其中, 1~8 为 TBM 学习样本, 9~16 为诱饵学习样本。由表 1 可看出, TBM 的输出范围为 $(0.5, 1)$, 诱饵的输出为 $(0.33, 0.75)$ 。这样 $(0.5, 0.75)$ 为识别交叉模糊区。当输出结果在 $(0.5, 0.75)$ 时无法对 TBM 和诱饵进行识别分选。

针对上述模糊问题, 采用误差比对法加以解决。首先对输入参数作如下处理。

$$x_i = \sqrt{\frac{1}{5}(V_i^2 + \theta_i^2 + H_i^2 + t_i^2 + \sigma_i^2)} \quad (i = 1, \dots, 16) \quad (1)$$

根据表 1 所示的归一化输出数据 y_i , 利用最小二乘原理, 拟合 TBM 与诱饵的输出函数。对于 TBM, 拟合曲线表达式为 $f(x) = 2.1879x - 0.9965$, 诱饵的拟合曲线为 $g(x) = 2.4649x - 1.3366$ 。

表 1 TBM 及诱饵弹的识别训练结果

样本数	V (km)	θ (°)	H (km)	t (s)	σ (m ²)	期望值 (km)	实际输出 (km)	归一化输出 (y)	相对误差 (%)
1	3.2	10	140	540	0.25	1200	1165.8	0.9715	2.85
2	3.1	12	130	520	0.22	1100	1074.7	0.8956	2.30
3	3.0	13	120	500	0.20	1000	979.4	0.8162	2.05
4	2.8	14	110	480	0.19	900	901.7	0.7515	0.19
5	2.7	15	100	460	0.18	800	813.5	0.6799	1.68
6	2.5	17	95	450	0.18	700	730.0	0.6084	4.29
7	2.3	18	90	430	0.17	650	665.8	0.5548	2.43
8	2.1	20	80	400	0.16	600	575.4	0.4759	4.09
9	3.2	12	140	450	0.20	900	929.9	0.7749	3.32
10	3.1	14	130	430	0.19	800	793.2	0.6610	0.86
11	3.0	15	120	420	0.18	700	726.0	0.6050	3.72
12	2.8	17	110	410	0.16	650	623.0	0.5192	4.15
13	2.7	19	100	400	0.15	600	553.5	0.4612	7.75
14	2.5	21	95	380	0.14	500	500.7	0.4173	0.14
15	2.3	23	90	360	0.10	450	447.6	0.3730	0.54
16	2.1	25	80	350	0.10	400	432.3	0.3602	8.07

拟合曲线如图 1 所示。图中 * 和 o 分别为 TBM 与诱饵按误差比对法处理后的原始数据点。当 BP 网络

训练好后,存储学习好的网络参数。当给定一组输入参数后,根据网络的输出结果。当输出在(0.33,0.5)时判定目标为诱饵。输出在(0.75,1)时,判定目标为TBM。当输出在(0.5,0.75)时,位于交叉模糊区。此时,采用误差比对法,按下列步骤进行判断。

1)首先将输入参数按(1)式进行处理。假设结果为 x_i ,输出为 y_i ,且 $y_i \in (0.5, 0.75)$ 。

2)将 x_i 带入 $f(x)$ 与 $g(x)$ 中。令结果分别为 f_i 和 g_i 。

3)比较 $|f_i - y_i|$ 和 $|g_i - y_i|$ 大小。若 $|f_i - y_i| < |g_i - y_i|$,判定目标为TBM。若 $|f_i - y_i| > |g_i - y_i|$,判定目标为诱饵。

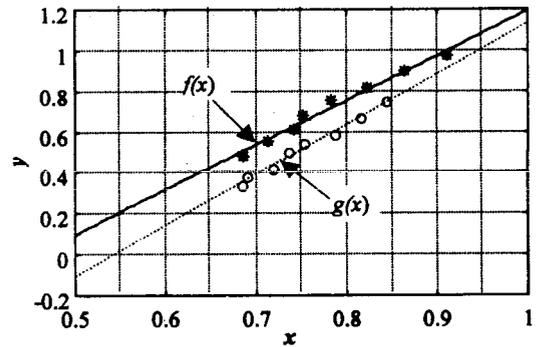


图1 TBM与诱饵拟合曲线

5 结论

采用这种方法,当可获取的典型样本数目较多,且样本包括最大和最小的这种最典型学习样本时,可以提高拟合曲线的精度,从而保证该方法的精度和有效性。该方法不但可以解决目标识别中的模糊问题,对于其它用于分类问题的神经网络模型,也可以解决其中出现的模糊问题。

但是,从例子可以看出,当拟合曲线的走向非单调时,此时可能出现曲线交叉情况,从而带来新的模糊现象,这方面的问题需要进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] Lisboa P G J. 现代神经网络应用[M]. 北京:电子工业出版社,1996.
- [2] 胡守仁. 神经网络导论[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1993.
- [3] 靳 蕃. 神经网络与神经计算机原理、应用[M]. 成都:西南交通大学出版社,1991.
- [4] 温羨娇,张志鸿. 弹道导弹防御问题 863 先进防御技术通讯(A类)[M]. 北京:国防科工委情报研究所,1998.

Study on Intercross Confusion in Identification and Classification of Neural Network

ZHANG Xiao - kuan, LI Wei - min

(The Missile Institute of the Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

Abstract: In this paper, a new theory called the theory of error contrast is put forward to solve the question of intercross confusion in identification and classification of neural network. The result of analysis shows this method is accurate and reliable through the example of identification of TBM and bait based on BP network. This method can solve the fuzzy question in classification of neural network.

Key words: BP network; target identification; theory of error contrast; TBM (Tactical Ballistic Missile)