

基于神经网络的高速公路交通灾害预警研究^①

Research on Neural Network's Using in Fore-warning Highway Traffic Accidents

丁元春 翁发禄 (江西理工大学 资源与环境工程学院 江西 赣州 341000)

摘要: 针对当前高速公路快速发展导致其交通灾害频繁发生的情况,本文运用神经网络的基本原理建立高速公路交通灾害预警模型,并结合实例检测了该模型的可靠性。通过此模型应用,达到了减少了高速公路交通灾害发生率,提高了高速公路运营安全性的目的。

关键词: 高速公路 评价指标体系 神经网络 预警 可靠性

高速公路交通灾害是指对高速公路的正常运营产生巨大影响,并对生命财产和社会生活造成灾难性后果的事件。人们无法准确地预测灾害将于何时何地及何种条件下发生。本文将采用神经网络建立高速公路交通灾害预警模型,并将其应用于实例。

1 灾害等级划分与指标体系确立

1.1 灾害等级划分

灾害等级划分是高速公路交通安全工作中一个重要的环节,一般分为以下五个等级:①无灾害危险(I);②轻微灾害危险(II);③一般灾害危险(III);④较大灾害危险(IV);⑤重大灾害危险(V)。各等级的状态特征如表1所示。

表1 高速公路交通灾害等级及状态表征

等级	表征状态	系统特征	系统输出
I	指标状况好	对交通灾害无影响	(1 0 0 0 0)
II	指标状况较好	对交通灾害有轻微影响	(0 1 0 0 0)
III	指标状况一般	对交通灾害有一定影响	(0 0 1 0 0)
IV	指标状况较差	对交通灾害有较大影响	(0 0 0 1 0)
V	指标状况差	对交通灾害有重大影响	(0 0 0 0 1)

1.2 指标体系的确立

根据指标体系确立原则^[1],通过德尔菲法,本文选取了19个指标用于构建指标体系。并把指标的状态划分为好、较好、一般、较差、差共5个等级(详见表2)。

2 神经网络设计

本文采用BP神经网络建立模型,其拓扑结构由网络的层数、隐层的节点以及节点的连接方式等组成^[2]。

2.1 网络层数的设计

结构层数对网络的性能具有重要的影响,严格意义上讲,确定网络层数的方法是通过大量实际问题的求解来寻求最合适的网络层数。

2.2 输入和输出层的设计

BP网络的输入与输出层维数是根据所求解的任务和要求来确定^[3]。本文选取上文所述19个指标作为网络的输入(详见1.2)。输出层节点数为5(详见表1)。

2.3 隐层节点数的选取

笔者利用下述公式确定隐层节点数 h

$$h = \sqrt{m+n} + (1 \sim 10) \quad (1)$$

其中 n 为输入节点数, m 为输出节点数。

同时,在网络训练过程中对 h 进行动态调整,即当网络的误差下降非常缓慢(小于0.01%),且网络还没有收敛到一定水平时,增加一个隐层节点。

2.4 初始权值的确定

初始权值的选取对学习是否收敛影响很大。在网络训练时,本文选取较小的不同的随机数对网络连接权值进行初始化训练。

① 江西理工大学校级科研项目

在上述分析的基础上 经过多次调试 采用具有两个隐层的四层 BP 网络。其隐层节点数分别为 22 和

8。隐层和输出层都用 S 型转换函数,分别为 tansig、logsig、logsig。

表 2 高速公路交通灾害预警系统评价指标体系

目标层	准则层	因素层	指标标准数值或描述值				
			好	较好	一般	较差	差
高速公路灾害评价	通行车辆	交通量变化率(%)	0-5	5-10	10-25	25-45	45-100
		通行车辆带病率(%)	0-2	2-5	5-8	8-15	15-100
		危险品运输比例(%)	0-4	4-8	8-15	15-20	20-100
		超限车辆比例(%)	0-2	2-4	4-7	7-10	10-100
		驾驶员违章率(%)	0-1	1-2	2-3	3-10	10-100
	道路环境	路基路围完好率(%)	0-3	3-6	6-8	8-12	12-100
		交通标志完好率(%)	0-2	2-3	3-5	5-8	8-100
		车流饱和度(%)	0-45	45-59	59-68	68-76	≥76
		道路线型及坡度合理度	合理	较合理	一般	较不合理	不合理
		即时能见度	≥300	200-300	100-200	50-100	0-50
		大气污染指数	0-50	50-100	100-200	200-300	300-500
	运营管理	设备完好率(%)	98-100	95-98	85-95	70-85	0-70
		交通管制有效性(%)	96-100	93-96	86-93	77-86	0-77
		客户投诉率(%)	0-3	3-8	8-12	12-25	25-100
		员工离职率(%)	0-3	3-9	9-13	13-27	27-100
	社会救援	救援出警效率(%)	96-100	93-96	86-93	77-86	0-77
		道路清障率(%)	96-100	93-96	86-93	77-86	0-77
		救援投入比例(%)	84-100	78-84	70-78	64-70	0-64
		现场指挥协调性	好	较好	一般	较差	差

3 数据的采集与处理

3.1 样本集的选择及划分

根据表 2 可知 只要在同一等级范围内对各评价指标随机取值 组成的样本也肯定属于同一等级。通过这种方法 本文随机生成了 200 个样本 选取其中 100 个样本作为训练样本 剩余 100 个作为检验样本。对于有 19 个指标的多指标体系而言 并不是训练样本越多越好。样本过多 不能达到所要求的精度 同时也会削弱模型的泛化能力。但又必须有一定数目的训练样本 否则不能保证模型的泛化能力。检验样本可以监控网络的训练过程 以防止 BP 网络陷入极小点和过学习。

3.2 输入因子确立

指标体系中的 19 个指标 即为所确定的预警输入

变量。且道路线型及坡度合理度及现场指挥协调性的分值限制在[0, 100]。其中[0, 20)、[20, 40)、[40, 60)、[60, 80)、[80, 100]分别表示该指标状况好、较好、一般、较差、差。

3.3 数据的处理

为了消除各指标间的差异对预测结果的影响 本文采用“最小-最大标准化”对数据进行预处理。公式如下:

$$\tilde{X}^j = \frac{X^j - X_{\min}^j}{X_{\max}^j - X_{\min}^j} \quad (2)$$

$\tilde{X}^j, X^j, X_{\min}^j, X_{\max}^j$ 分别是处理后的数据、原始数据、同一指标中最大的数据、同一指标中最小的数据^[4]。

通过这种方法使得标准化后的数据在[0, 1]区间上获得较好的分布。

3.4 网络训练

本文采用 MATLAB6.5 编程进行网络训练,经过 39000 步运算,网络达到精度要求(SEE = 0.000999983)。利用训练好的网络对 100 个检验样本进行评价,结果证明此网络模型结果可行,并具有良好的泛化能力。

3.5 实例应用

通过对某一高速公路的各项灾害指标进行监测、统计和专家评定得 $X = [21.4 \ 2.3 \ 14.6 \ 6.7 \ 1.1 \ 2.7 \ 1.4 \ 52 \ 13.6 \ 254 \ 78 \ 98.5 \ 97 \ 3.2 \ 9.1 \ 97 \ 96 \ 77 \ 84]$ 。标准化处理后输入模型,模型输出 $T = [0.032 \ 0.853 \ 0.003 \ 0.021]$,根据表 1 可知灾害等级为 II 级,即该高速公路处于对交通灾害有轻微影响的状态。观察系统中各指标值,发现危险品运输比例及超限车辆比例两个指标处于一般性指标状态,因此可以通过控制超限车辆及危险品运输车辆的上路量,达到减少高速公路灾害的目的。

4 结论

综上所述,利用 BP 神经网络构建高速公路灾害预

警模型的方法是可行的,通过运用此模型进行高速公路灾害预测也是可行的。且通过指标值观察,可以获得如何提高高速公路灾害安全等级的信息。同时,还可以通过改变改变输入因子,训练出适合其他领域的预警模型。

参考文献

- 1 王敏,董金玮,郑新奇. 土地规划环境影响评价指标体系的构建. 水土保持研究, 2008, 15(1): 142 - 144.
- 2 梁礼明,翁发禄,丁元春. 神经网络在客户流失模型中的应用研究. 商业研究, 2007(2): 55 - 57.
- 3 姜绍飞,张春丽,钟善桐. BP 网络模型的改进方法探讨. 哈尔滨建筑大学学报, 2000, 33(5): 57 - 60.
- 4 喻金平,翁发禄. 基于神经网络确定安全库存量的研究. 农业网络信息, 2004(11): 24 - 26.