

doi: 10.7690/bgzd.2014.04.018

基于概率神经网络的高速公路交通事故多发点安全预警模型

周志宏, 李学波

(蚌埠汽车士官学校司训勤务系, 安徽 蚌埠 233011)

摘要: 针对高速公路交通事故多发点交通事故难以预测的问题, 利用神经网络的非线性逼近能力, 结合概率神经网络(PNN)模式分类功能建立安全预警模型。设计概率神经网络拓扑结构, 给出交通状态模式类别, 确定相应交通事故指标体系, 概述概率神经网络的学习过程, 并通过 Matlab 仿真实验对其性能进行了测试。结果表明: 采用 PNN 神经网络辨识技术的网络模型预警准确率高、泛化能力强, 可对高速公路交通安全进行实时监测, 对有效预防和控制交通灾害的发生是完全可行的。

关键词: 概率神经网络; 安全预警; 模式分类

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A

An Early-Warning Model of Freeway Hazardous Locations Based on Probabilistic Neural Network

Zhou Zhihong, Li Xuebo

(Department of Training & Service, Bengbu Automobile Petty Officer School, Bengbu 233011, China)

Abstract: Traffic accidents on freeway hazardous locations are hard to predict, to solving this problem, an early-warning model was made by using the nonlinear approximation capability with the pattern classification function of the probabilistic neural network (PNN). By designed the probabilistic neural network topology structure, provided traffic state categories, determined the index system of related traffic accidents, sketched out the learning process of the probabilistic neural network, the properties were also tested via the Matlab simulation experiment. Results indicate that, the early-warning model with the PNN recognition technology achieves quite high detection accuracy, and the ability of generalization is well, can be used at freeway traffic safety real-time monitoring, and as an effective prevention and control approach against the factors causing road traffic hazards is entirely possible.

Keywords: probabilistic neural network; early-warning; pattern classification

0 引言

引发高速公路交通事故的原因较多, 交通事故判别函数模型较为复杂。概率神经网络通过自身的学习机制能自动形成所要达到的决策区域, 已成为目前不确定知识表达和推理领域最有效的模型之一。笔者将概率神经网络(probabilistic neural networks, PNN)应用于高速公路交通事故多发点交通安全预警系统, 仿真结果表明: 该系统学习速度快, 预警准确率高。高速公路管理部门利用该系统可以对交通灾害与事故诱因进行实时监测和预先控制, 从而保证交通有序、安全。

1 概率神经网络及其特点^[1]

概率神经网络(probabilistic neural networks, PNN)是一种结构简单、训练简洁、具有较强容错能力和结构自适应能力的径向基函数(radical basis function, RBF)神经网络, 主要用于模式分类和故障诊断。

1.1 概率神经网络结构

概率神经网络具有单隐层和三层前向神经网络。输入层起传输信号的作用, 其神经元个数与输入样本向量的维数相同。输入层和隐含层之间可以看作权值为 1 的连接。

隐含层采用非线性优化策略, 对径向基函数(通常为高斯函数)的参数进行调整, 得到预测模式的估计概率密度函数。神经元的个数由预测样本数据的多少决定。

输出层是一种竞争神经元, 采用线性优化策略, 是隐单元输出的线性加权和, 神经元的个数与预测模式数相等, 根据贝叶斯分类规则, 将输入向量分到具有最大后验概率密度的类别中, 概率密度最大的神经元输出为 1, 最小为神经元输出为 0。

1.2 概率神经网络分类过程

概率神经网络的分类过程包括以下 3 步: 1) 对历史数据进行预处理和特征参数提取, 以获得网络

收稿日期: 2013-11-23; 修回日期: 2013-12-21

作者简介: 周志宏(1972—), 男, 湖北人, 硕士, 从事物流工程与规划、车辆训练与应用研究。

所需的诊断输入和训练样本,之后直接送入隐含层;
2) 用一定数量的训练样本集对网络进行训练,得到期望输出; 3) 利用神经网络进行前向计算,并对系统进行判断。

2 预警系统描述

2.1 安全预警系统模型

根据高速公路交通事故多发点交通安全影响指标提取相关的特征参数,然后利用概率神经网络判断得出相应预警模式^[2],预警系统流程如图1所示。

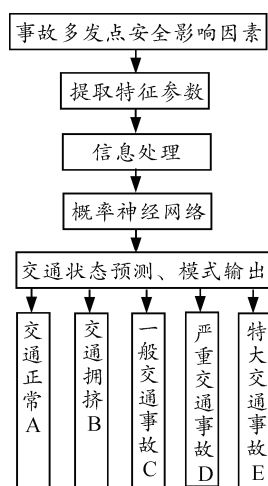


图1 安全预警模型

2.2 交通事故多发点安全影响因素

按照交通安全评估体系构建原则,要求预警指标或者组成因素必须能够全面且定性地反映出道路交通安全服务质量及交通安全情况。但是由于我国对交通安全事故统计还未完善,统计标准也不明确,因此只能通过少量的指标来确定。笔者参考文献^[3],按照道路交通安全情况和交通工程原因角度进行分析,将道路条件特点、道路安全管理、道路交通运行情况、道路交通环境、道路安全设施、道路监视系统以及道路养护设施等作为交通安全重要组成因素^[4-5],选定7个二级指标18个三级指标构成预警指标体系的并进行变量假设,如表1所示。

2.3 交通状态预测模式的分类

将交通状态模式分为交通正常(A)、交通拥挤(B)、一般交通事故(C)、严重交通事故(D)和重大交通事故(E)5种交通状态模式。

2.4 概率神经网络拓扑结构

由以上分析可知,网络输入层神经元的个数有18个,分别对应高速公路交通事故多发点预警指标

特征参数 $x_1 \sim x_{18}$; 输出层神经元个数有5个,分别对应A~E5种模式; 隐含层神经元的个数这里取18个。设计的概率神经网络的拓扑结构如图2所示。隐含层传递函数采用高斯函数,输出层采用线性函数传递。

表1 高速公路交通事故多发点预警指标体系

二级指标	三级指标
道路条件特征	路面质量 x_1
	横断面 x_2
交通运行状况	交通流量 x_3
	车速 x_4
交通安全设施	交通标志 x_5
	交通标线 x_6
	防护设施 x_7
	防眩设施 x_8
	道路照明设施 x_9
交通安全管理	管理力度 x_{10}
	管理人员素质 x_{11}
	警力配置 x_{12}
交通安全环境	地理环境 x_{13}
	自然气候环境 x_{14}
交通监控系统	监控模式 x_{15}
	监控效果 x_{16}
服务养护设施	服务设施设置功能 x_{17}
	养护及时性 x_{18}

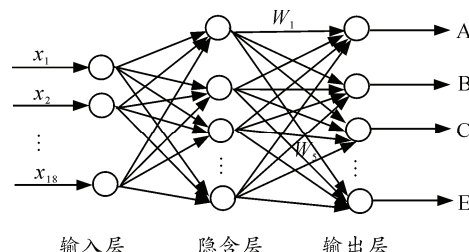


图2 概率神经网络拓扑结构

3 仿真算例

3.1 概率神经网络的学习过程

概率神经网络的训练学习算法属于有导师的学习。在训练网络时,网络直接将训练样本向量存储为网络的模式样本向量,不做任何修改,只需对激活函数(高斯函数)的平滑因子进行经验式估计。利用已有历史资料对模型进行网络学习,样本数据如表2所示。

由于数据之间相差不大,因此不需进行归一化处理,直接对网络进行训练。在 Matlab 软件环境下,应用语句 `net=newpnn(P,T,Spread)` 创建概率神经网络函数。以表2前7组数据为网络测试样本,其中 P 为输入样本向量, T 为目标向量,对应交通状态按A~E分别赋值1~7; $Spread$ 为径向基函数的分布密度,其默认值为0.1。 $Spread$ 的取值大小决定了网络包含的聚类区域的范围大小,对网络的性能有

较大的影响。为了更好地分析 Spread 对网络性能的影响,分别取 Spread=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 进行仿真。

表 2 网络学习的样本数据

指标	样本序号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x ₁	0.899	0.888	0.874	0.645	0.512	0.678	0.856	0.511	0.623	0.863
x ₂	1.020	1.010	0.978	0.666	0.456	0.995	0.912	0.412	0.589	0.906
x ₃	1.003	0.778	0.656	0.562	0.478	0.774	0.653	0.422	0.550	0.623
x ₄	1.142	0.759	0.773	0.554	0.342	0.745	0.711	0.333	0.521	0.771
x ₅	1.003	0.851	0.778	0.655	0.532	0.811	0.756	0.489	0.623	0.712
x ₆	0.886	0.743	0.567	0.456	0.312	0.721	0.511	0.289	0.434	0.523
x ₇	0.798	0.778	0.666	0.478	0.322	0.711	0.623	0.331	0.432	0.611
x ₈	0.967	0.888	0.566	0.511	0.371	0.823	0.534	0.345	0.489	0.521
x ₉	0.934	0.897	0.765	0.533	0.412	0.845	0.712	0.389	0.489	0.723
x ₁₀	0.896	0.882	0.563	0.456	0.311	0.812	0.521	0.299	0.423	0.523
x ₁₁	0.872	0.768	0.634	0.567	0.507	0.734	0.622	0.498	0.511	0.608
x ₁₂	0.891	0.781	0.654	0.557	0.456	0.723	0.589	0.432	0.521	0.644
x ₁₃	0.923	0.845	0.776	0.667	0.478	0.811	0.723	0.422	0.623	0.722
x ₁₄	0.845	0.823	0.643	0.589	0.481	0.813	0.602	0.440	0.551	0.611
x ₁₅	0.856	0.812	0.721	0.674	0.534	0.799	0.689	0.478	0.623	0.678
x ₁₆	0.776	0.711	0.533	0.453	0.321	0.679	0.511	0.253	0.411	0.511
x ₁₇	0.785	0.734	0.512	0.324	0.213	0.696	0.465	0.189	0.311	0.489
x ₁₈	0.789	0.742	0.622	0.432	0.211	0.712	0.599	0.198	0.378	0.599
交通状态	A	B	C	D	E	B	C	E	D	C

利用上述语句创建概率神经网络,同时可自动增加隐含层神经元的个数,直到均方差满足要求为止,即用 newpnn 创建概率神经网络的同时,就完成了对网络的训练。调用以下语句检验网络在 Spread 不同取值下对训练样本数据的分类情况:

```
for i=1:5;net=newpnn(P,T,i/10);temp=sim(net,P);
yc=vec2ind(temp);end
```

发现:当 Spread 分别取 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 时,概率神经网络都输出了同样结果:yc=1 2 3 4 5 2 3。该结果表明:此概率神经网络能够成功地将交通状态进行模式分类,学习速度快,分类准确率高,对 Spread 小范围内的变化不敏感。

3.2 概率神经网络性能测试

为检验概率神经网络泛化能力,运用表 2 中后 3 组数据为检验样本数据对网络进行测试。调用测试语句: P_test=[];y_test=sim(net,P_test); c_test=vec2ind(y_test); yc_test, 输出为: yc_test= 5 4 3, 网络输出结果与实际情况一致,说明该网络能够有效地对交通状态进行预测。

4 结束语

为预测高速公路交通事故多发点交通状态,设计了基于径向基概率神经网络的安全预警模型。Matlab 仿真表明:概率神经网络系统训练速度快,泛化能力强,预测准确率高。由于道路交通系统是由人、车、路和环境组成的复杂有机整体,其间相互作用,由于人、车因素不便掌握,笔者建立的预警模型对之考虑较少,为更好地对高速公路事件进行预警,如有条件还可增加驾驶员技能及车辆技术状况等影响指标,以保证预测的精度要求。

参考文献:

- [1] 朱明悦,李小申. 基于概率神经网络的发动机故障诊断方法研究[J]. 制造工业化, 2012, 34(5): 90-91.
- [2] 李京,杨根源. 基于神经网络的地面目标威胁度分析[J]. 兵工自动化, 2012, 31(3): 15-18.
- [3] 马向东,刘安业. 高速公路交通事故多发点鉴别及评价体系构建[J]. 黑龙江交通科技, 2013(1): 61.
- [4] 马梁,彭保. 一种基于 RSSI 的无线传感网络安全定位算法[J]. 兵工自动化, 2012, 31(3): 44-46.
- [5] 汪进. 伺服系统的安全控制策略[J]. 兵工自动化, 2012, 31(6): 62-65.