

基于 GIS 和 BP 神经网络的地质灾害风险评价系统

叶先进

(上海海事大学, 上海 200135)

摘要: 就建立基于 GIS 和 BP 神经网络的地质灾害评价系统的理论可行性进行了分析, 并对系统的设计思想和架构进行了讨论, 系统将发挥 GIS 强大的空间信息可视化管理和分析功能以及神经网络的非线性描述和分析功能, 实现地质灾害危险性评价的可视化管理。

关键词: BP 神经网络; 地质灾害; GIS

中图分类号: TP183 文献标识码: A 文章编号: 1009-3044(2010)10-2536-02

Geological Disaster Risk Evaluation System Based on BP Neural Network and GIS

YE Xian-jin

(Shanghai Maritime University, Shanghai 200135, China)

Abstract: This paper analyzes the theoretical feasibility that establish a Geological Disaster Risk Evaluation System based on BP neural network and GIS, and discusses the system design ideas and architecture. The system plays powerful management of spatial information visualization and analysis functions of GIS, and makes it available of the depicting the nonlinear phenomena by BP neural network to the assessment processing of debris flow regional hazard, actualizes the visualization management of geological disaster regional hazard evolution.

Key words: BP neural network; geological disaster; GIS

地质灾害往往以其突发性, 破坏性给经济的发展, 人民的生活带来巨大的危害。对地质灾害发生的危险性、危害范围和程度以及破坏损失等方面进行研究和评价, 为认识灾害灾情, 制定防灾政策, 对防治区域进行规划、实施预防、治理措施等多方面奠定了坚实的基础。但由于诱发地质灾害的因素的多样性和不确定性, 并且通常穿插交融着复杂的地理环境因素, 对数据的管理与评价变得异常困难。

神经网络技术可有效地解决评价因素等问题。神经网络通过学习, 可以从典型事例中提取所包含的一般原则、学会处理具体问题, 且能对不完整信息进行补充, 从而做出准确的评价。但其局限性是要求大量的数据进行学习, 才能更加准确的作出评价, 但往往一个地区的样本属于小样本, 达不到神经网络样本数量的要求。利用 B 样条二乘拟合技术对地质灾害小样本进行处理, 使其扩充至符合 BP 神经网络法要求的样本容量, 从而实现运用 BP 神经网络法对地质灾害进行评价。而地理信息系统(GIS)具有强大的数据库功能和空间分析能力, 能存储管理抵制灾害相关的数据, 并且能分析地质灾害之间的关系。

本文将基于 GIS, 并结合神经网络模型和 B 样条二乘拟合技术, 构建一个地质灾害风险评价系统, 本文对系统原理, 基本结构和系统结构进行了论述。

1 基于 GIS 的神经网络模型原理

GIS 具有强大的信息处理和空间分析功能, 可大幅提高稳定性分析的速度和精度。在 GIS 支持下的评价分析的目的主要是预测事态的发展以及评判事态的严重程度, 并以专题图的形式直观显示。在评价时, 对 GIS 提供的数据进行比对分类分析, 根据不同的地质灾害类型选定不同的评价因素并选定神经网络方法作为涉及到地理信息的评判问题评价分析的基本数学模型, 并将结果以唯一值专题图的形式展示。

1.1 BP 网络评价模型及原理

BP(Back Propagation)网络即反向传播网络, 是当前工程应用中最为广泛的一种人工神经网络, 是一种具有三层或三层以上神经元的神经网络, 包括输入层、隐含层和输出层, 其结构。BP 神经网络的学习算法实际上是对简单的 Delta 学习规则的推广, 其推导思想是: 对网络的权位和阈值进行修正, 使误差函数沿负梯度方向下降, 若误差函数值小于允许误差, 则学习过程结束, 否则计算各层节点的输出误差, 进行误差反向传播, 修改网络的连接权值与阈值, 直至网络收敛, 使误差函数值小于允许误差。

1.2 B 样条最小二乘拟合

为了地质灾害数据小样本的问题, 采用 B 样本最小二乘数据拟合进行数据的预处理, 从而获得大样本, 以满足神经网络模型所需要的输入数据要求, B 样本最小二乘数据拟合算法如:

设原样本数为 N , 对每个样本一个编号, 记为 x_i , 第 i 个样本的编号 $x_i=i$, 测可得到 x_i 落在区间 $[a, b]$ 中, 既有 $a=x_1 < x_2 < \dots < x_N = b < x_{N+1} < \dots < x_{N+n}$, 在构造以 x 为变量的第 i 个 $n+1$ 阶规范 B 样条函数, 首先令 $t=x_1, x_{i+1}, \dots, x_{i+n+1}, i=-n, \dots, N$, 做函数 $\varphi_n(x, t) = \max(t-x, 0)^n$, 再得到 $\varphi_n(x, t)$ 的 $n+1$ 阶差商 $[x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+n+1}](t-x)_+^n$ 。最后便得到以 x 为变量的第 i 个 $n+1$ 阶规范 B 样条函数: $B_{i, n+1}(x) = (x_{i+n+1} - x_i)$

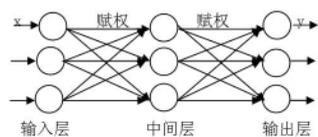


图 1 BP 神经网络结构

收稿日期: 2010-01-29

作者简介: 叶先进 (1986-), 男, 湖北红安县人, 硕士研究生, 主要研究方向为港航与物流管理信息系统。

$[X_i, X_{i+1}, \dots, X_{i+n}] \times (t-x)_+^n, i=-n, -n+1, \dots, N-1$ 。

1.3 GIS 与神经网络的结合

利用 GIS 本身的数据存储功能,将参与评价的因子按神经网络模型中的因素选取确定之后,以地图图层的形式输入 GIS 系统中,利用 GIS 的空间分析能力,方便数据的关系分析。此外,得到的因子图层中有的属于连续分布的类型,因此,还须对这种连续分布的因子进行重新分类。在系统实现时,可将图元区域的各项因素指标值写入中间数据库,供人工神经网络评价模型直接调用,真正实现 GIS 数据与评价分析模型的无缝连接。GIS 的强大的处理图形显示和输出功能,通过将评价模型所得结果写入相应图元的属性数据,便可将分析预测结果通过 GIS 直接成图,并区通过颜色划分危险等级区域。

2 系统的设计与架构

2.1 系统的设计思路

基于神经网络和 GIS 的地质灾害评价系统的工作流程如图 2 所示,主要分为以下几个步骤:1)实地调研,分清诱发地质灾害的内因和外因,根据权重建立评价指标;2)利用 GIS 软件录入数据,提取诱发地质灾害的主要因素,建立样本库;3)样本数据预处理,利用 B 样条二乘拟合技术对样本进行放大;4)建立神经网络评价模型并得到结果;5)图形化的形式输出结果,形成地质灾害危险性分区图。

2.2 系统总体设计

地质灾害评价系统主要的主要用户是一些决策人员,系统采用 C/S 架构建设,它能支持多用户并发操作,最大限度地实现了数据共享,使数据采集、数据维护和数据的综合利用及基于模型的决策都能在一个系统中完成。系统在 .NET 环境下,进行基于 ArcGIS 组件和相关专业模块进行开发,用 Oracle 数据库进行数据存储,系统的主要分以下功能模块:

- 1) 数据管理功能,负责将已知样本数据,未知样本数据的编辑、导入、导出,并将不同格式的数据转换成相同格式,实现数据兼容。
- 2) 网络结构的设置,依据不同的地质灾害和不同的评价因子来调整神经网络的结构。
- 3) 评价决策功能,通过神经网络模型,对样本数据进行训练得到权矩阵,然后对未知样本进行预测。
- 4) 图像显示功能,把评价的结果以图形化的界面显示出来,划分危险等级区域。

3 结论

基于上述思想,设计开发的地质灾害评价系统,将具有良好的数据兼容性,更富人性化的界面,用户通过系统将实现对数据管理和分析,并能通过以往的数据很多的预测区域性的地质灾害的危险系数,为后期的决策提供科学可靠的数据依据。人工神经网络作为一种有用的数学工具,能进一步丰富了各种评价系统,当其与具有强大的信息处理和空间分析功能的 GIS 结合后,在应对类似于自然灾害的预测,环境保护等问题方面发挥更大作用,在工程实践中有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 张峰,何政伟,杨斌,张俊峰,汪宙峰.基于 GIS 和神经网络的泥石流危险性评价系统[J].计算机工程,2009(2):205-207.
- [2] 于群,冯玲.基于 BP 神经网络的网络安全评价方法研究[J].计算机工程与设计,2008(8):1963-1966.
- [3] 张欣.小样本情况下的船舶溢油事故风险评价研究[J].船舶工程,2009(2):76-80.
- [4] 韩力群.神经网络教程[M].北京:北京邮电大学出版社,2006.
- [5] 罗德安.基于 GIS 的铁路滑坡信息管理系统.计算机工程,2004(2):162-163.
- [6] 向喜琼,黄润秋,许强.地质灾害危险性评价系统的实现[J].地理学与国土研究,2002,8(3):76-78.
- [7] 周顺平,李雪平.MAPGIS 二次开发库的设计与实现简介[J].地球科学,1998,23(4).
- [8] 魏红梅,黄世源,贺曼秋.基于 MATLAB 工具箱的地震预测模型[J].东北地震研究,2007(3):64-68.

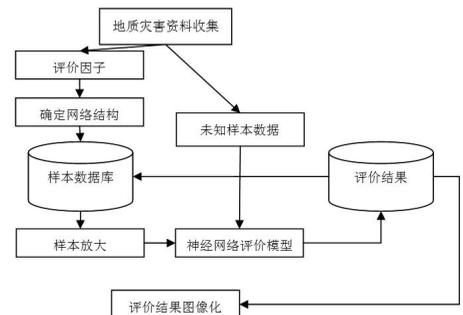


图 2 评价系统工作流程