

文章编号:1004-4574(2013)04-0234-05

基于信息扩散理论的自然灾害风险评估 系统设计与实现

张冬有^{1,2},张丽娟^{1,2},万鲁河^{1,2}

(1. 哈尔滨师范大学,黑龙江省普通高等学校地理环境遥感监测重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150025;
2. 哈尔滨师范大学地理科学学院,黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:基于信息扩散理论,从风险评估的角度,对黑龙江省各市县的低温冷害、旱涝灾害进行了风险评估与综合区划研究。以 ArcGIS Engine 9.3 为 GIS 开发组件,以 Visual C#. NET2005 为开发语言,开发了黑龙江省自然灾害风险评估系统,实现了对低温冷害、旱涝灾害分布和风险等级评估,以利于进行灾害风险评价和区划,为农业生产趋利避害、防灾减灾提供参考。

关键词:信息扩散理论;自然灾害;风险评估;ArcGIS Engine

中图分类号:S42

文献标志码:A

Design and realization of natural disaster risk assessment system based on information diffusion theory

ZHANG Dongyou^{1,2},ZHANG Lijuan^{1,2},WAN Luhe^{1,2}

(1 Key Laboratory of Remote Sensing Monitoring of Geographic Environment, College of Heilongjiang Province, Harbin Normal University, Harbin 150025, China; 2. School of Geographic Sciences, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)

Abstract: From the viewpoint of risk assessment and based on information diffusion theory, a risk assessment and zoning research on low temperature and cold damage, drought and flood disaster was carried out for cities and counties of Heilongjiang Province in this paper. A natural disaster risk assessment system for Heilongjiang Province was developed based on ArcGIS Engine 9.3 and Visual C#. NET 2005. The system realized the disaster distribution and risk grade assessment of low temperature and cold damage, drought and flood disaster, which was beneficial to disaster risk evaluation and zoning. It can provide a reference to preventing disaster and mitigating disaster in the field of agricultural production.

Key words: information diffusion theory; natural disaster; risk assessment; ArcGIS Engine

恰当描述自然灾害,合理估测风险水平,是有效调控灾害过程不确定性的基础^[1]。随着人类对灾害的认识程度加深,出现了一系列风险评估方法,信息扩散模型引入灾害风险评估后,被广泛用于洪涝灾害^[2-3]、气象灾害^[4-6]、火灾^[7-8]等灾害风险评估。针对灾害风险评估模型参数复杂,计算难度加大等问题,为了使评估人员快速准确计算灾害风险,并能够直观显示到地图上,本研究以 ArcGIS Engine 为开发平台,研制开发了基于信息扩散理论的自然灾害风险评估系统。

收稿日期:2013-01-20; 修回日期:2013-03-05

基金项目:黑龙江省科技攻关项目(GC06C103-02);哈尔滨师范大学青年学术骨干资助计划项目(KGB200917);哈尔滨师范大学科技预研项目(08XYS-05);黑龙江省高等学校科技创新团队建设计划项目(2010td10)

作者简介:张冬有(1973-),男,副教授,博士,主要从事3S技术与森林资源管理研究。E-mail: zhangdy@163.com

1 风险评估模型

信息扩散方法是为了弥补信息不足而考虑优化利用样本模糊信息的一种对样本进行集值化的模糊数学处理方法。该方法属于以历史灾情资料为依据,将样本进行集值化的一类模糊数学方法^[9]。

2 系统设计

2.1 总体结构设计

根据自然灾害风险评估工作需要,系统采用 C/S 结构设计,地理信息系统开发平台使用 ArcGIS Engine9.3,数据库管理系统为 SQLServer2000,采用 Visual C#. NET2005 进行系统集成开发。

2.2 系统功能设计

自然灾害风险评估系统总体上设计了气象资料查询、灾害分布、灾害风险估算三个子系统模块,具体功能如下图。

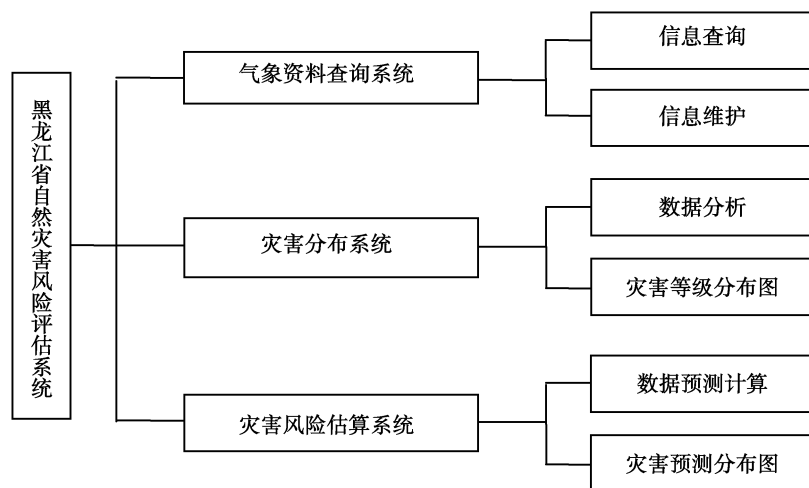


图1 系统功能总体框架

Fig. 1 Overall framework of system functions

2.2.1 气象资源查询

系统能够对所分析区域的每个气象观测站的历年月值的更新,以及对预测数据的查询。通过在对应的窗口中进行选择,即可对其进行数据的查询与更新操作。

2.2.2 灾害分布

根据每个气象观测站历年气象数据,通过信息扩散理论模型计算全省各个区域各个年份的自然灾害评估等级情况,并生成灾害等级分布图。

2.2.3 灾害风险估算

针对灾害不同级别,通过信息扩散理论模型预测黑龙江省各县(市)的各类自然灾害风险概率值,并生成灾害预测等级分布图。

2.3 数据库设计

2.3.1 属性数据库

属性数据库采用 SQL Server2000 系统。共建立 5 个数据表,分别为区域名数据表、测站名数据表、年份数据表、灾害数据表和气象资料数据表。存储黑龙江省 74 个气象站 1971 - 2005 年 35 年 6 - 8 月的平均气温资料、5 - 9 月的各月降水量资料,资料来源于黑龙江省气象台。系统通过关键字段将上述 5 个表关联,根据信息扩散理论模型,计算所选取灾害类型的灾害等级值和灾害发生风险值。

2.3.2 空间数据库

空间数据库共建立 3 个图层,分别为黑龙江省各市(县)观测站(点状图层)、黑龙江省各市(县)各年温

度图层(面状图层)和各市(县)各年降水量图层(面状图层),为 Shape 格式文件。

在属性数据库的气象资料数据表与空间数据库中行政区划图层间,通过关键字段对应关系,将计算所得的灾害等级值和灾害发生风险值存入黑龙江省各市(县)各年温度或降水量图层,为生成各类灾害等级图做数据准备。

评估系统数据库总体设计流程如图 2 所示。

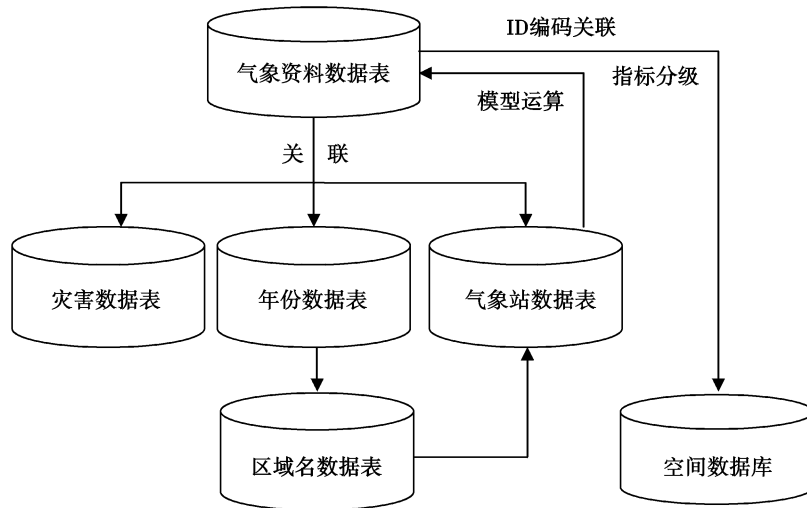


图 2 数据库总体设计

Fig.2 Overall design of database

3 系统实现

使用 Visual C#. NET2005 开发语言,调用 ArcGIS Engine9.3 组件,根据系统设计,以黑龙江省各县市低温冷害、干旱与洪涝 3 种自然灾害为例,开发黑龙江省自然灾害风险评估系统,依据信息扩散方法,基于灾害发生标准,直接估算低温冷害、干旱和洪涝风险^[5],完成黑龙江省 1971 - 2005 年各县市低温冷害、干旱与洪涝灾害进行风险评估与综合区划。系统主界面如图 3。



图 3 系统主界面

Fig.3 Main interface of system

3.1 气象资料查询子系统

气象资料查询子系统实现黑龙江省各个气象观测站 1971 - 2005 年降水量和温度的查询与维护功能。用户通过选择查询区域、自然灾害类型以及查询或维护年份,即可完成查询、修改、删除和增加的操作。

3.2 灾害分布子系统

通过选择市(县)、灾害类型和年份,在信息显示中显示距平和灾害情况,在灾害分布界面中的地图中将查询区域高亮显示,如图 5 所示。根据计算所得的各市(县)灾害情况,生成所选年份的全省旱涝和冷害等级分布图,如图 6 所示。



图 4 气象资料查询
Fig. 4 Inquiry of meteorological data



图 5 灾害分布系统界面
Fig. 5 Interface of disaster distribution system

3.3 灾害风险估算

通过信息扩散方法,根据黑龙江省 74 个气象站 1971 - 2005 年 35 年 6 - 8 月的平均气温资料、5 - 9 月的各月降水量资料,计算黑龙江省冷害概率、洪涝概率和干旱概率,并分别生成 3 种灾害概率的风险评估分布图。图 7 为冷害概率分险评估分布图。

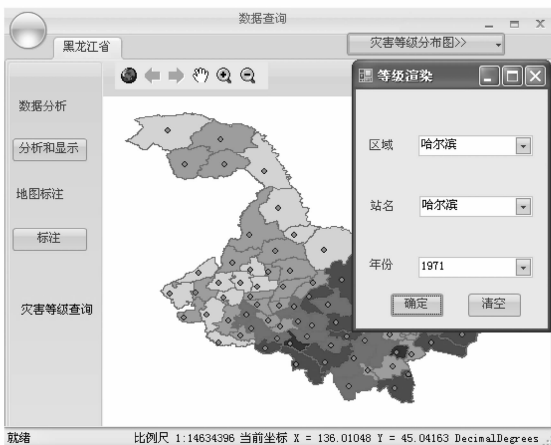


图 6 旱涝等级分布图
Fig. 6 Distribution map of drought and flood disaster grade

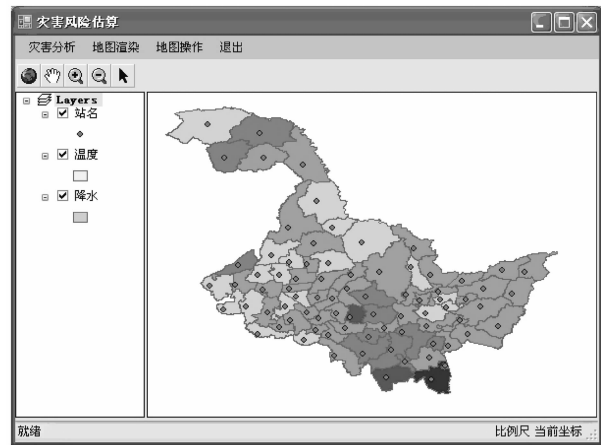


图 7 冷害概率风险评估分布图
Fig. 7 Distribution map of low temperature and cold damage probability risk assessment

4 结论

本研究在 GIS 技术、信息扩散理论等方法和技术的支持下,实现对黑龙江省各市(县)主要气象灾害进行了风险评估与综合区划研究,具有一定的实用价值。

(1)实现黑龙江省 74 个气象观测站 1971 - 2005 年降水量和温度的查询与维护功能,便于管理人员对气象数据管理。

(2)计算了黑龙江省各市(县)的灾害距平和灾害情况,完成了全省自然灾害风险估算,在系统中能够直观地生成全省灾害等级分布图和灾害风险估算分布图,在防灾减灾工作中具有直接参考和应用价值。

(3)该评估系统可推广到其它省市或乡(镇)小区域的灾害风险估算。

参考文献:

- [1] 苏桂武, 高庆华. 自然灾害风险的分析要素[J]. 地学前缘, 2003, 10(特刊): 272-279.
SU Guiwu, GAO Qinghua. The elements for analyzing natural disaster risk[J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(Suppl): 272-279. (in Chinese)
- [2] 石勇, 许世远, 石纯, 等. 沿海区域水灾脆弱性及风险的初步分析[J]. 地理科学, 2009, 29(6): 853-857.
SHI Yong, XU Shiyuan, SHI Chun, et al. Flood vulnerability and risk in coastal regions of China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2009, 29(6): 853-857. (in Chinese)
- [3] 雷晓云, 何春梅. 基于信息扩散理论的洪水风险评估模型的研究及应用: 以阿克苏河流域新大河暴雨融雪型洪水为例[J]. 水文, 2004, 24(2): 5-8.
LEI Xiaoyun, He Chunmei. Study and application of evaluation model of flood risk based on information diffusion theory—take storm-snowmelt flood in the xindahe river of akshu river basin as an example[J]. Hydrology, 2004, 24(2): 5-8. (in Chinese)
- [4] 郝蒙浩, 赵秋红, 姚忠. 基于模糊理论的农业旱灾风险评估——以山西省阳泉市为例[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(1): 153-158.
XI Menghao, ZHAO Qiuhong, YAO Zhong. Risk assessment of agricultural drought based on fuzzy theory: a case study of Yangquan City in Shanxi Province[J]. Journal of Natural Disasters, 2013, 22(1): 153-158. (in Chinese)
- [5] 张俊香, 李平日, 黄光庆, 等. 基于信息扩散理论的中国沿海特大台风风暴潮灾害风险分析[J]. 热带地理, 2007, 27(1): 11-14.
ZHANG Junxiang, LI Pingri, HUANG Guangqing, et al. Risk assessment of swingeing storm surge disaster in coastal area of China induced by typhoon based on information diffusion method[J]. Tropical Geography, 2007, 27(1): 11-14. (in Chinese)
- [6] 张丽娟, 李文亮, 张冬有. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法[J]. 地理科学, 2009, 29(2): 250-254.
ZHANG Lijuan, LI Wenliang, ZHANG Dongyou. Meteorological disaster risk assessment method based on information diffusion theory[J]. Scientia Geographica Sinica, 2009, 29(2): 250-254. (in Chinese)
- [7] 张继权, 刘兴朋. 基于信息扩散理论的吉林省草原火灾风险评价[J]. 干旱区地理, 2007, 30(4): 590-594.
ZHANG Jiquan, LIU Xingpeng. Risk assessment of grassland fire in Jilin Province based on information diffusion theory[J]. Arid Land Geography, 2007, 30(4): 590-594. (in Chinese)
- [8] 杨旭, 李晨. 基于信息扩散理论的火灾风险评估模型研究及其应用[J]. 工业安全与环保, 2010, 36(1): 42-43.
YANG Xu, LI Chunchen. Research and application of fire risk assessment model based on information diffusion theory[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2010, 36(1): 42-43. (in Chinese)
- [9] 毛熙彦, 蒙吉军, 康玉芳. 信息扩散模型在自然灾害综合风险评估中的应用与扩展[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2012, 48(3): 513-518.
MAO Xiyan, MENG Jijun, KANG Yufang. Natural disasters risk assessment based on information diffusion model: application and improvement[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2012, 48(3): 513-518. (in Chinese)