

区域开发环境影响评价中人工智能 扩展 GIS 在累积过程分析中的应用

刘少军^{1,2}, 何政伟^{1,2}, 黄润秋¹, 许 强¹

(1. 成都理工大学 地质灾害防治与环境保护国家专业实验室, 四川 成都 610059;

2. 成都理工大学 数字国土与生态科学研究所, 四川 成都 610059)

[摘要] 采用人工智能方法, 扩展 GIS(地理信息系统)的功能, 建立能对累积影响途径全部推理过程做出必要解释的累积效应专家系统。充分发挥其推理及解释的功能, 克服 GIS 在累积效应过程分析和推理中的不足, 解决了在区域开发环境影响评价中, 用 GIS 对区域影响环境评价的累积效应影响的时空分析, 虽有一定的优势, 但不能对累积效应的过程进行分析, 即不能确定和分析累积效应的因果关系, 不能区分累积方式的难题。研究结果表明, 该系统能为区域开发环境影响评价提供决策支撑。

[关键词] GIS; 累积效应; 人工智能; 专家系统

[中图分类号] P208; X141 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)01-0076-04

[作者简介] 刘少军(1980-), 男, 湖北天门人, 硕士研究生, 从事地理信息系统与环境地学研究。

区域开发环境影响评价对一定时期内, 某个区域的所有开发建设活动所产生的环境累计影响进行动态分析, 为区域开发环境管理提供决策手段和规划手段^[1]。区域开发环境影响评价的提出主要有两个推动因素: ①20 世纪 50 年代以来, 环境问题出现了高潮, 严重地环境污染及惨重地教训使人们不得不寻求积极途径来保护环境; ②传统区域开发环境影响评价往往只是针对某个单一的项目进行变动的评价, 显然不能满足当前区域开发环境影响评价的需求。要适应较高地规划层次和较宽地区域尺度的区域影响评价, 必须考虑多个开发项目对环境的累积影响。从目前区域角度来看, 区域开发环境影响评价对累计效应进行时空分析, 是累计效应影响评价研究的主流^[1]。因此, 对累积效应时空分析的好坏将直接影响区域开发的决策手段和规划手段。

中国在区域开发环境影响评价方面, 始终围绕区域开发环境影响评价的程序与方法进行研究, 提出了以总量控制技术与环境承载力分析为核心的

评价分析和技术, 在研究思路, 突出了以环境影响评价的规划管理功能。而在国外, 研究始终以突出环境影响评价的有预测分析功能, 在方法上着重于影响分析的技术, 而不是规划控制技术^[1]。

因此, 在国内研究区域开发环境影响评价方面, 建立区域环境开发环境影响的地理信息系统, 对累积效应进行时空分析, 为区域开发环境影响的动态评价提供基础, 已显得相当有必要, 但是, GIS 在累积效应过程评价中仍存在不足。笔者利用人工智能方法, 建立专家系统来实现对累积过程的分析。

1 GIS 在区域开发环境累积影响评价中的应用及不足

区域开发环境累积效应影响全过程的评价, 主要包括预测分析和规划管理两大部分。分析途径主要是分析区域开发活动对环境造成的累积效应, 规划主要是对累积影响进行评价。在分析的过程中, 可采用不同方式对不同的累积效应途径进行分析。GIS 为处理空间分析的有效方法, 是在计算机硬件、软件系统(GIS)平台支持下, 对整个地球或部分地球表面(包括大气层)空间中有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的

[收稿日期] 2004 03 16

[基金项目] 国土资源部科技专项计划项目(国地防灾[2003]合 14 号); 四川省学术与技术带头人培养基金项目(2200319)

技术系统^[2]。由全球最具有影响的 GIS 公司推出的 GIS 软件(如 ArcGIS)分析的空间可在区域、局域内进行任意切换,效应的累计可在不同的空间尺度得到分析以及对空间密度、相对位置变化进行分析,同样能对代表不同时间段的数据层进行累积变化分析,而且 GIS 能通过展现空间“拥挤”和“破碎”效应来分析累积效应的空间变化结构。

在空间分析途径中, GIS 虽然具有对空间维透彻分析的优点,效应的累积可在不同时空得到分析,但是在对累积过程进行分析时,不能确定和分析累积效应的因果关系,不能区分累积方式(加和或交互),这主要是由于 GIS 软件中缺乏环境影响预测的复杂模型造成的,然而对复杂模型是否能纳入 GIS 之中有待于进一步的研究^[1]。

基于目前 GIS 在区域开发环境影响评价中存在的问题,可利用人工智能方法扩展 GIS 的功能来实现累积效应过程的分析。

2 开发环境影响评价中人工智能解决区域累积效应过程可行性分析

在区域开发环境影响评价中,累积效应是指在多个开发环境变化以交互或加和方式在时间和空间上累积产生了新的环境变化。由于目前缺乏环境影响预测的复杂模型,同时分析人员也须具备一定的专业知识,在对累积效应过程分析和预测中存在一定的难度^[3~5],为了确定和分析累积的因果关系及累积的方式,可采用人工智能的方法,直接利用已有的累积影响源,建立专家系统来实现。因为,专家系统可将多个环境变化因素采用模糊推理策略的分析模式来对累积效应的过程按一定方式进行推理,推理过程与所输入的环境变化因素相互独立,而且根据专家系统推理显示的结果可解释累积效应的过程,这些特征正好可用来确定累积效应因果关系和累积方式,同时可根据已有的信息影响源来预测累积效应对环境产生的影响。

3 累积效应专家系统设计过程

累积效应专家系统主要考虑自然因素的影响,选择影响源,经过环境影响预测的累积途径模型的推理,得到累积效应的分类情况,再按一定的评价标准来判断累积效应对区域环境影响的程度。累

积效应专家系统的系统内容及结构框架如图 1,该系统由 5 个基本模块组成即累积效应影响源、累积效应途径、累积效应过程显示、预报判据库和实例库^[6]。由于预报判据库和实例库主要用于收集实例来检验系统的可靠性,这里只详细介绍前面 3 种模块的实现过程。

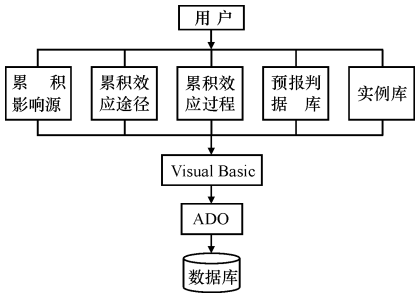


图 1 累积效应专家系统的系统结构框架

Fig. 1 Structure of expert system for Cumulative Impact

3.1 累积效应影响源建立知识库

累积效应影响源主要有两部分:①人类活动(如人工砍伐造成的水土流失、沙化等);②自然界(如 CO₂ 含量的变化可产生温室效应、能见度下降等影响,追溯其来源可能是海洋、土壤、作物等)。这里主要考虑产生的化学成分变化对累积效应的影响。化学成分主要考虑: C、CO₂、CO、CH₄、C_xH₄、NO_x、N₂O、SO_x。化学成分的来源为海洋、土壤、野生动物、湿地、植物燃烧、家畜、燃煤工业等。化学成分产生的影响:臭氧层破坏、温室效应、光氧化物形成、酸雨、能见度下降、物品侵蚀等。将化学成分与物质来源产生的影响建立对应关系,并分别赋予不同的权值。在数据库的建立中,采用 Microsoft Access 2002 进行数据库表格的录入(图 2),数据表格通过特征编号彼此存在一定的对应关系^[7]。在实际环境评价预测中,可根据不同地区,不同环境条件,对环境化学成分、物质来源、影响结果的识别和筛选、功能的实现在系统的累积效应影响模块中完成。

| | |
|--|--|
| <div>累积效应影响化学成分</div> <div><div>影响源名称</div><div>特征编号</div><div>特征描述</div><div>备注</div></div> | <div>累积效应化学物质来源</div> <div><div>影响物来源名称</div><div>特征编号</div><div>特征描述</div><div>备注</div></div> |
| <div>化学产生的累积效应</div> <div><div>化学影响效应名称</div><div>特征编号</div><div>特征描述</div><div>备注</div></div> | <div>累积效应影响权值</div> <div><div>专家姓名</div><div>累积效应编号</div><div>累积效应名称</div><div>权 值</div><div>备 注</div></div> |

图 2 数据库表格

Fig. 2 Tables of database

3.2 累积效应途径(推理依据)

累积效应产生的途径根据累积方式可分为加和作用与交互作用。加和作用是指由两个或两个以上的项目通过加和作用导致环境变化,即 $R_{1,2} = R_1 + R_2$ 。交互作用是由两个或两个以上的项目通过协同作用导致环境变化,即 $R_{1,2} > R_1 + R_2$ 。协同作用使得总环境效应大于各个项目环境效应的总和。由于该系统问题的证据及求解问题的知识常常具有不确定性以及影响源的复杂性,因此,采用以模糊逻辑为基础的模糊推理。为此,在模糊理论的基础上,采用一种分层次推理的控制策略,利用累积效应的因果关系来模拟累积效应形成的推理过程(图3)。

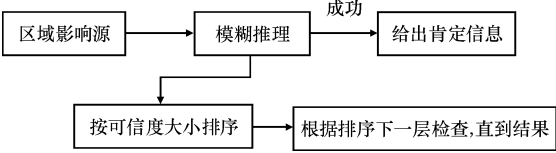


图3 模糊推理过程

Fig. 3 Progress of fuzzy reasoning

推理过程的准确程度关键在于计算可信度,可信度在很大程度上与根据专家的经验建立的知识库有密切的联系,同时考虑阈值的设置范围。

3.3 累积效应结果显示

影响源在通过以上两种累积途径会产生各种累积效应,据 CEARC(1988)主要考虑时间“拥挤”、空间“拥挤”、协同效应、空间滞后、触发点和阈值、间接效应、蚕食效应等7种因素^[1]。分别将以上的累积效应结果与影响源经过累积途径前的累积影响建立一定的对应关系,并赋予不同的权值。

由于本系统按过程划分进行了分类,因而存在着并存关系,如酸雨形成过程中有空间拥挤、空间滞后、蚕食效应等同时出现,从理论上讲,由于判断的标准不同会影响人们对累积影响大小的判断,因此,本系统先分析环境效应,然后根据累积效应权值大小来确定显示结果。

4 累积效应专家系统编程实现

系统的实现采用VB完成,其中知识的录入采用Microsoft access 2002完成。系统的主界面如图4。

在代码的编写过程中,要着重考虑累积效应途径模块的实现过程,它是系统中累积效应过程实现的关键,涉及调用影响源数据库和累积效应途径、阈值选择等^[8]。

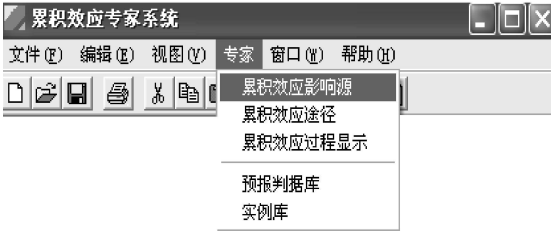


图4 累积效应专家系统主界面

Fig. 4 View of Cumulative Impact expert system

当某地区存在大气层中CO₂浓度持续上升和湖泊中氮、硫化物质的持续增加等主要影响源,提取这两种影响源,输入系统经过累积效应途径后,显示温室效应和富营养化进一步要求阈值范围的设置,不同的值将会显示不同程度环境系统“崩裂”的变化情况^[9],同时显示系统在运行过程中的推理全过程。

5 结论

(1)系统实现过程中存在问题主要是不同影响源权值获取的困难性和各影响源的对应关系,不但要求具备较宽地知识面外,还要有领域专家的指导,翻阅大量文献资料,花费大量时间与领域专家配合。

(2)利用VB建立的区域开发环境影响累积效应专家系统只完成了部分工作,为今后人工智能在这方面的进一步研究建立了基础。

(3)在得到大量专家知识的基础上,可建立更完整地环境评价专家系统,来解决区域开发环境影响评价中推理过程解释的有关问题。

[参 考 文 献]

[1] 彭应登. 区域开发环境影响评价[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.

[2] 胡建武, 吴信才, 宋利好, 等. 环境地理信息系统中异构数据库的设计[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2003, 21(1): 61 ~ 62.

[3] 杜道生, 高文秀, 龚健雅. GIS 专题数据综合的研究[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(3): 3 ~ 4.

[4] 马谰乃. 论地理科学[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(1): 1 ~ 4.

[5] 宁津生, 张目. 数字工程建设与空间信息产业化[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2003, 28(1): 1 ~ 3.

[6] 武波, 马玉祥. 专家系统[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2001.

[7] 吴海桥, 刘毅, 丁运亮, 等. 基于关系数据库的知识库的建立[J]. 微型电脑应用, 2001, 17(11): 52 ~ 54.

[8] 毛锋, 沈小华, 艾丽双. ArcGIS 8 开发与实践[M]. 北京: 科学

出版社, 2002.

[9] Deberge M V, Kreveld M, Schirra S. Topologically correct subdivision simplification using the Bendwith Criterion [J]. Cartography and Geographic information Systems, 1998, 25 (4): 243 ~ 257.

Application of artificial intelligence expanding GIS to the environmental cumulative impact assessment for regional development

LIU Shao jun^{1,2}, HE Zheng wei^{1,2}, HUANG Run qiu¹, XU Qiang¹

(1. National laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Institue of Digital Land & Ecological Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract This paper makse full use of the advantages of the artificial intelligence and the designed cumulative impact expert system, which can explain the reasoning progress about the cumulative impact and take advantages of the reasoning and explaining function to overcome the shortage of GIS . In regional development of environmental impact assessment, it solves the problem that GIS, despite it's advantages in spatial analyses, cannot analyze the process. Namely, GIS cannot define and analyze the causes and divide the styles of the cumulative impact. The results indicate that cumulative impact expert system provides the decision support for regional development of environmental impact assessment.

Key words: geographic Information system ; cumulative Impact; artificial Intelligence; expert system

[英文审定: 周军]

(上接第 71 页)

[参 考 文 献]

[1] Aki K. Scattering and attenuation[J]. Bull Seim Soc Amer, 1982, 72: 319 ~ 330.

[2] Winkler K, Nur A. Seismic attenuation: effects of pore fluids and frictional sliding[J]. Geophysics, 1982, 47: 1 ~ 15.

[3] 国家地震局科技监测司. 地震现场工作大纲和震情分析指南 [M]. 北京: 地震出版社, 1990.

[4] 张国民, 傅征祥, 桂燮泰, 等. 地震预报引论 [M]. 北京: 地震出版社, 2001.

[5] Gladwin M T, Stacey F D. An elastic degradation of acoustic pulses in rock[J]. Phys Earth Planet Inter, 1974, 8: 332 ~ 336.

[6] 王卫东, 王平, 杜长娥. 渭河断陷盆地及邻近地区地震活动的深部背景[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(3): 57 ~ 60.

[7] 卓钰如. 不同类型地震发生区域的 Q 值特征[J]. 地震, 1985, (2): 44 ~ 48.

[8] 林邦慧. 1977 年 5 月 12 日宁河地震烈度明显偏低的探讨 [J]. 地球物理学报, 1979, 22(1): 14 ~ 24.

[9] Masakazu Ohtake . Temporal change of $QP1$ in focal area of 1984 westem Nagano Japan earthquake as derived form pulse width analysis[J]. J Geophys Res, 1987, 92(B6): 4846 ~ 4852.

[10] 刘祖源. 岩石中地震波衰减的实验研究[J]. 地震科学研究, 1983, (6): 34 ~ 40.

[11] 徐果明. 岩石的饱和度对地震波衰减的影响 [J]. 地震地磁观测与研究, 1985, 6(6): 123 ~ 127.

Research on temporal change in coda Q factor before and after the Linyi earthquake with $M_L=5.0$

WANG Wei- dong¹, ZHANG Yong zhi¹, DU Chang e²

(1. School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. Seismological Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710068, China)

Abstract By using the digital data recorded by Xi'an digital telemetry seismic network, the temporal change in Q factor before and after Linyi earthquake with $M_L=5.0$ in July, 1998 is determined through the method for half period of the first arrival P wave. It is pointed that the Q factor is 87 ~ 203 before the earthquake and is 67 ~ 164 after the earthquake, and clear anomaly with high Q factor appeared in the nearby areas of the epicenter before the earthquake. The result shows that anomaly with high Q factor before a earthquake can be used as a method for earthquake forecast.

Key words: Q factor; first arrival; earthquake forecast; half period

[英文审定: 苏生瑞]