

# 基于 MDA 的城市地质防灾应急 GIS 模型研究

孙芹芹<sup>1,2</sup>, 陈少沛<sup>1,2,3</sup>, 谭建军<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049;

3. French Naval Academy Research Institute, 法国 布瑞斯特 29240)

**摘要:**随着计算机及 3S 技术的发展,越来越多的开发平台和语言开始出现,软件编码的冗余和不兼容成了制约信息产业发展的瓶颈。模型驱动理论框架(MDA)运用统一建模语言(UML),致力于设计一种开放的模型框架来实现各种软件及开发语言的共享和互操作。本研究正是在统一的数据标准体系和信息编码体系支持下,对基于 3S 技术和三维模拟技术的城市地质灾害进行分析、评价与预测,并进一步分析类的属性、行为及相互关系,采用 UML 语言建立起城市地质防灾领域的概念模型,为地质防灾应急系统的开发提供快速高效的模型基础,实现对地质灾害的预警和决策知识支持。

**关键词:**城市基础地质;模型驱动架构;GIS;三维仿真模拟;灾害应急

中图分类号:P208

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)07-0184-03

## Study on MDA Model of Urban Geologic Hazard Preparedness GIS

SUN Qin-qin<sup>1,2</sup>, CHEN Shao-pei<sup>1,2,3</sup>, TAN Jian-jun<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. French Naval Academy Research Institute, BREST Armees 29240, France)

**Abstract:** With the development of 3S and information technology, more and more programming languages and platforms have rushed, which mainly leads to the incompatible and redundant between software. Model driven architecture (MDA) has tried to give a way to share the programmers' diligent work, and unified modeling language (UML) is used to standardize the process of software development. With the base of unified data criterion architecture and information code architecture, the geologic hazards are analyzed and geologic information models are preliminarily designed in this paper. By efficiently and visually analyzing and processing of geologic information with spatial distribution characteristics, the system are validated with good prediction and preparedness of geologic hazards.

**Key words:** urban fundamental geologic; MDA; GIS; three - dimension emulation and stimulation; hazard preparedness

## 0 引言

我国是世界上地质灾害最严重的国家之一<sup>[1]</sup>。地质灾害预测预报技术和应急方法研究一直是世界性的难题,自 20 世纪 80 年代以来取得了突破性的进展,特别是 20 世纪 90 年代以来,数字化信息预测技术、人工智能预测预报模型和非线性预测预报模型的发展,给地质灾害预测预报和防灾减灾应急研究带来了新的挑

战和希望<sup>[2]</sup>。随着地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)以及遥感(RS)空间信息技术(简称 3S 技术)的发展,3S 技术已经成为构建地质灾害监测预警和应急信息系统的关键技术。

信息产业及 3S 技术的迅猛发展,带来了形形色色的软件产品,极大地方便了人民的生活,提高了生产效率,但是也给信息产业本身带来了一系列的软件编码冗余和产品不兼容的情况,这对于软件相互集成和互操作都形成了障碍,直接导致了软件成本的提高、应用及开发的复杂度。模型驱动理论框架(Model Driven Architecture, MDA)旨在统一不同的软件产品和标准之间的数据交换及互操作,从而解决各种开发语言之间的集成和互操作问题。文中的研究正是在此基础上,利用 MDA 的统一建模语言(UML),将 3S 技术应用于地质灾害的空间信息管理、分析和预测评价,通过

收稿日期:2007-10-15

基金项目:中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室开放研究基金(A0609);广州市科技型中小企业技术创新基金(2006V41C0831);国家科技部创新基金资助项目(06C26214401631)

作者简介:孙芹芹(1983-),女,山东潍坊人,博士研究生,从事 3S 理论与应用研究;谭建军,研究员,研究方向为地理信息系统开发,3S 系统开发与集成。

地质灾害信息系统数据库的设计和模型分析,结合专家知识库,建立一种专题型的应用地理信息系统,用来评价地质灾害的危险程度和易发程度<sup>[3]</sup>,为有关部门的灾害应急提供决策支持。

### 1 MDA

MDA 是一种基于 UML(Unified Modeling Language)以及其他工业标准的框架,支持软件设计和模型的可视化、存储和交换;以独立于现实的技术开发,以标准化的方式储存机器可读和高度抽象的模型,并进行数据交换等操作。MDA 以建立可执行的模型(Executable Model)为终极目标<sup>[4]</sup>,为了实现这个目标,OMG(Object Management Group)制定了模型的精确化表示、模型存储以及模型交换方面的各种规约,如 UML、MOF(Meta Object Facility,元对象设施)、CWM(Common Warehouse Meta Model,公共元模型库)、OCL(Object Constraint Language,对象约束语言)、QVT(Query/View/Transformations)、XMI(XML Meta-data Interchange,XML 元数据交换标准),等等。因此,MDA 不是某一种具体的技术,而是包含了诸多规约的一个集合,是 OMG 提出的在模型驱动开发方面的一个理论架构。MDA 软件开发模型驱动流程图<sup>[5]</sup>如图 1 所示。

OMG 的模型驱动理论借鉴模型驱动的思想,通过构建模型来确定共同的语义,是根据这些相互之间没有语义冲突的模型最终建成的,不同业务系统能够在在一个层次互相理解、互相调用和操作<sup>[6]</sup>。MDA 模型驱动架构为实现跨平台和跨系统之间的互操作提供了一个新的方法,并且解决了 OpenGIS 规范的实现途径问题,提供了实现空间信息共享和应用服务互操作的新方案。

### 2 基于 MDA 的 UML 建模在地质领域应用

基于 MDA 的信息建模理论方法应用于地质灾害应急领域,采用 UML 对地质防灾减灾领域相关概念提取分析、领域建模,建立地质勘察与防灾应急概念模型,进一步分析类的属性、行为及相互关系,建立地质防灾减灾逻辑模型,包括静态结构模型、元数据模型、

动态行为模型和 GIS 表现模型,可促进为 GIS 技术和计算机技术在地质防灾应急中的应用,为城市地质防灾应急系统提供强大的开发工具。

### 3 模型设计

城市基础地质与灾害应急 GIS 模型的研究主要是通过影响城市地质基础的地质数据和灾害演化与宏观因素的分析,建立地质信息模型以及估计灾害发生可能性的预测模型。在对城市地质灾害进行风险评价和分析地质灾害成灾环境及成灾模式的基础上,得出影响城市地质灾害的主导因素和敏感因素,帮助决策者建立针对性的城市地质灾害最优调控和应急指挥联动系统。模型设计思路遵循从理论方法提炼、理论分析建模到模型实现与应用三个层面逐步深入的原则,结构图<sup>[7]</sup>如图 2 所示。

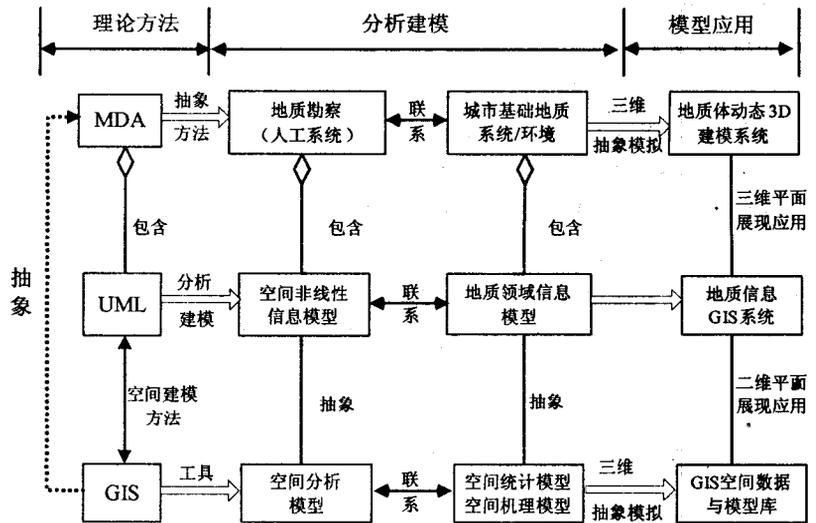


图 2 建模结构图

#### 3.1 地质信息模型

地质信息模型是利用 GIS 的空间数据管理和分析功能,实现基础地理、基础地质数据以及地质灾害诱因等相关数据的高度共享、智能化图文一体化管理和可视化分析等综合应用,消除“信息孤岛”。在城市基础地质防灾应急逻辑模型到实现模型(PIM-PSM)的创新中包括空间数据库物理模型的自动建立,实现 CASE 工具与 GIS 在空间模型重用方面的无缝基础。基础是遵循 MDA 核心-MOF 元模型提出的 XML 规范,实现 UML 模型的互操作;模型可执行方面包括代码自动生成尝试,应用于部分组件的设计与实现,以及通过逆向工程保持逻辑模型与实现模型的一致性。这

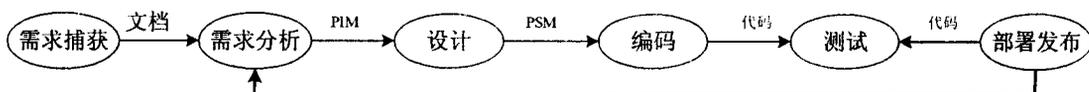


图 1 MDA 开发过程

在灾害应急中是起着决定性作用的。面向城市地质灾害应急指挥部门,整合地质灾害及相关信息的综合需求和资源为基于 GIS 的城市基础地质与防灾应急系统的数据基础,实现地质灾害与勘察等相关信息资源共享,为地质灾害应急的智能化奠定基础。

### 3.2 城市地质灾害风险分析、评价与预测模型研究

利用 GIS 空间分析与建模技术建立城市地质灾害风险分析、评价与预测模型的技术路线:

①利用 3S 技术进行城市基础地质调查、地质灾害监测,建立 GIS 平台的地学信息空间数据库和自然灾害风险评估决策模型;

②建立工程体-地质体整体稳定性分析评价模型和建立合理、规范的地质灾害空间预测评价指标体系,并通过实时、重复 GPS 监测和航片、RS 解译获得地质灾害发生的时序和空间分布规律,建立不同周期下地质灾害的风险等级,实现对区域、局域层次地质灾害的动态评价,为防灾应急提供支持;

③通过影响城市地质灾害演化和宏观因素的研究,建立估计灾害发生可能性的预测模型,并通过对风险区内建筑物等的数量特征和易损性的研究,对城市地质灾害进行风险评价以及分析地质灾害比较突出的基础地质环境,据此进行城市地质灾害成灾环境和成灾模式研究,分析影响城市地质灾害的主导因素和敏感因素,建立针对性的城市地质灾害应急方案和最优调控方法。

## 4 结束语

文中的创新点主要表现在:

(上接第 183 页)

通过扩充和优化专业词典,以及采用更有效的分词算法来提高对用户问句的分词效果。

### 参考文献:

- [1] 杨鸿雁,唐 棣.基于 Web 的网络答疑系统的设计与实现[J].沈阳师范学院学报:自然科学版,2001(3):22-26.
- [2] 陈小茵.基于自然语言的自动答疑系统设计[J].南京广播电视大学学报,2005(4):85-87.
- [3] 侯丽敏,朱 一,周 舫,等.基于网络的智能答疑系统的研究[J].微机发展,2005,15(8):120-123.
- [4] 陈桂林,王永成,韩客松,等.一种高效的中文电子词表数据结构[J].计算机研究与发展,2000,37(1):109-115.
- [5] 姚天顺,张桂平,吴映明.基于规则的汉语自动分词系统[J].中文信息学报,1990,4(1):37-43.
- [6] 王锡江,王启祥,陈家骏.基于邻接知识的汉语自动分词系统[J].计算机研究与发展,1992,29(11):54-58.

(1)UML 建模技术在地质领域的应用:采用 UML 语言建立地质领域的概念模型,进一步分析类的属性、行为及相互关系,建立系统的逻辑模型,包括静态结构模型、元数据模型、动态行为模型和 GIS 表现模型等,为地质灾害应急系统开发提供快速高效的模型基础;

(2)基于空间统计与空间机理模型的反演、模拟与预报:通过空间统计与空间机理模型的反演、模拟与预报,对城市地质灾害进行风险评价和分析地质灾害成灾环境和成灾模式,得出影响城市地质灾害的主导因素和敏感因素,帮助决策者进行应急指挥与决策支持。

文中的后期阶段工作为地质信息模型和地质灾害风险分析、评价与预测模型的详细设计与具体实现。

### 参考文献:

- [1] 张宗祜.环境地质与地质灾害[J].第四纪研究,2005,25(1):1-5.
- [2] 国土资源部.地质环境与地质灾害研究[EB/OL].2004.  
http://www.cigem.gov.cn/ReadNews.asp?NewsID=1186.
- [3] 杨起明,廖化荣,黄显艺.基于 GIS 的地质灾害信息系统的研究[J].西部探矿工程,2006,18(6):283-285.
- [4] Frankel D S. Model Driven Architecture: Applying MDA To Enterprise Computing[M]. America: Wiley Publishing,2003.
- [5] 中科永联高级技术培训中心[EB/OL].2007. http://www.itisedu.com/phrase/200603051312555.html.
- [6] 李 琦,郭玲玲.面向数字城市的空间应用服务互操作模型研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(3):14-17.
- [7] 包世泰.基于 GIS 的地质勘察信息模型研究及其应用[D].广州:中国科学院广州地球化学研究所,2004.
- [7] 王 伟,钟义信,孙 建,等.一种基于 EM 非监督训练的自组织分词歧义解决方案[J].中文信息学报,2001,15(2):38-44.
- [8] 沈达阳,孙茂松,黄昌宁.汉语分词系统中的信息集成和最佳路径搜索方法[J].中文信息学报,1997,11(2):34-47.
- [9] 李 蓉,刘少辉,叶世伟,等.基于 SVM 和 K-NN 结合的汉语交叠型歧义切分方法[J].中文信息学报,2001,15(6):13-18.
- [10] 黄德根,朱和合,王昆仑,等.基于最长次长匹配的汉语自动分词[J].大连理工大学学报,1999,39(6):121-125.
- [11] 孙茂松,黄昌宁,邹嘉彦,等.利用汉语的多元语法关系解决汉语自动分词中的交叠型歧义[J].计算机研究与发展,1997,34(5):14-21.
- [12] 王 坚.专业搜索引擎的实现与研究——中文分词算法[J].电子科学技术评论,2005(3):77-79.