

多源灾区影像共享服务平台的设计与实现初探

赵辉¹ 苏颖^{1,2} 齐娜¹

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

(2. 清华大学经济与管理学院, 北京 100084)

摘要: 在分析了灾区信息共享必要性的基础上, 提出了适合多源灾区影像的“遥感影像/航拍影像 + PolygonGrid + 元数据”的基本数据结构。PolygonGrid 是灾区影像空间信息的抽象, 采用 PolygonGrid 可以避免直接处理海量灾区影像; 采用 ISO 19115 元数据标准实现对灾区影像相关信息的描述; 基于数据库仓库技术实现对影像质量的表达、存储、评价保证。最后, 本文提出了多源灾区信息共享服务平台的主要体系, 并在该体系的基础上实现了多种服务形式, 包括: 定制的共享网站和符合 OGC 规范的 WMS、WFS 和 WCS 服务等, 在技术上为应急救援任务实施提供有力的保障。

关键词: 灾区影像; 数据质量; 灾害应急; 资源共享

中图分类号: G203 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2008.06.005

Design and Realization of Multi-Resource Disaster Area Images Sharing Platform

Zhao Hui¹, Su Ying^{1,2}, Qi Na¹

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038;

2. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract: This paper introduces the “Remote Sensing Image / Aerial Photograph + PolygonGrid + Metadata” structure which is brought forward to solve the multi-source disaster area images management and sharing problems. A PolygonGrid is a feature that represents the spatial information of a disaster area images, and it can help to fulfill spatial operations without loading large volume disaster image. ISO 19115 is adopted as the metadata standard for different types of disaster images, and the metadata information is formatted into XML before storing or processing. Based on data mining techniques, finally, we design and implement a tool that can manage heterogeneous data quality information and provide functions to support expert users in the assessment of the fitness for use of a given image. The platform provides two kinds of service, i.e. direct images sharing service by the website and interoperation service by a series of accessible function interfaces which are encapsulated as web services complying with WMS, WFS, WCS, etc.

Keywords: disaster area image; data quality; disaster emergency; resource sharing

第一作者简介: 赵辉(1970-), 女, 工程师, 主要研究方向是资源共享、遥感影像、灾害应急。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70772021); 中国博士后科学基金资助项目(20060400077)。

收稿日期: 2008年9月1日。

1 研究背景

2008年5月12日,汶川特大地震的发生,不仅凸现出我国空间数据监测手段、应急获取能力的不足,而且暴露出我国应对重大复杂灾害的空间数据协同应用、共享服务能力的欠缺。大量在灾区获得的一手空间数据不能以最快的速度送达研究分析人员的手中,严重影响了空间数据在减灾抗灾中效能的充分发挥。因此,我们迫切需要建立国家应急空间数据共享服务平台,为国家应急预案的顺利实施提供数据基础。同时,建立灾区信息共享平台还有利于:

(1) 最大限度地避免灾害发生时空间数据的重复采集,减少人力、物力和财力的不必要浪费,降低空间数据采集设备协调难度,提高空间数据资源在应急状态下的服务能力,为抢险救灾提供基础的数据和信息,有利于提高决策速度和质量,从而避免更大的损失和人员伤亡。

(2) 最大限度地整合多种空间数据资源,提高数据分析的质量和可靠性,进而帮助政府提高灾害管理决策的及时性与科学性。

本文针对多源灾区影像数据的管理和共享,主要探讨以下3方面的问题:

(1) 多源灾区影像的统一存储和管理问题:如何对不同来源的遥感和航拍影像等大数据集进行快速、统一的存取和管理一直是地理信息系统和数据库领域需要研究的一个重要问题^[1]。

(2) 不同来源的灾区影像及相关信息的质量问题:不同卫星的遥感影像和各类飞机的航拍影像在波段组合、信息存储位数以及分发文件格式等方面并不相同,因此,不仅需要解决这些影像数据在格式和参数上的差异,还需要检查这些影像在获取、处理、上传、分发等不同环节的质量控制及规范符合情况^[2,3]。如何尽可能地整合并保障影像数据的质量以便于用户使用,是多源灾区影像共享服务平台共享需要解决的关键问题。

(3) 多源灾区影像共享服务平台的设计效率问题:如何为不同层次的用户提供快速、可靠的多源灾区影像检索、浏览、获取等功能,实现海量影像数据的在线共享^[4,5]。

针对上述问题,本文首先设计了多源灾区影像库,在强大的栅格数据管理平台的基础上实现对多源灾区影像数据的存储与访问。随后设计了多源灾区影像信息结构,该结构是对多源灾区影像进行管理的基础,也是共享平台影像质量保障的核心。最后实现了多源灾区影像共享平台的原型系统。

2 共享服务平台的数据库设计

多源灾区影像数据库的功能是实现海量多源影像进行存储,是快速存取与数据访问的前提和基础,其设计方案的优劣直接关系着共享服务的成败。在综合考虑系统的存储量、访问人数以及经费等情况,本文选择采用了ESRI公司于2007年推出的ArcSDE 9.2作为空间数据库管理系统。ArcSDE的核心就是采用一种高层通用的地理数据模型,称为地理数据库(geographic database, geodatabase)来表述各类空间信息,例如栅格、特征、矢量和其他空间数据类型。ArcSDE的geodatabase支持在各类关系数据库管理系统(例如IBM DB2、Informix、Microsoft SQL Server以及Oracle等)中存储和管理地理信息。考虑到Oracle 11g已经提供对空间类型数据的支持,可以大大简化空间数据库中关系表字段的属性定义,因此,共享服务平台的数据库都是基于Oracle 11g的技术框架进行设计。图1所示为ArcSDE中“遥感影像”表与“影像波段”表之间的逻辑关系。

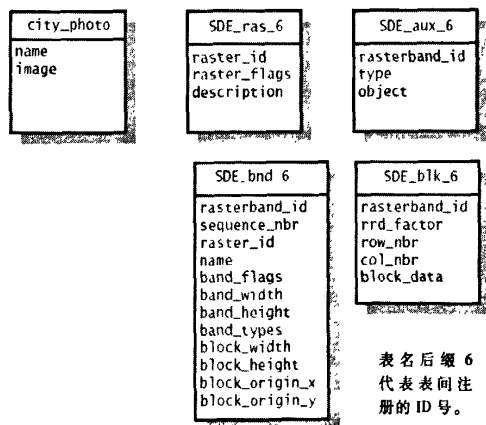


图1 逻辑影像表与物理影像表之间的关系

3 多源灾区影像的信息结构

为了满足多源灾区影像的有效检索与共享，本文提出并设计了面向多源灾区影像的信息结构（图 2），该信息结构由影像波段/影像栅格、PolygonGrid 和元数据 3 部分组成，其中 PolygonGrid 是信息结构的核心。

3.1 PolygonGrid

在空间数据信息结构设计中，通常采用矩形作为遥感影像空间范围的表达形式（如 MinX、MinY、MaxX 和 MaxY 的表达方式），但是这种表达形式难以准确地表达遥感影像覆盖面积，因此，本文提出了一种称为 PolygonGrid 的多边形信息结构。这种信息结构可以与遥感影像的空间符合达到最高的拟合度，采用具有空间几何要素的 Feature 来实现。这种多边形矢量 Feature 可以代入拓扑计算，为更复杂的空间检索提供了实现依据。例如，通过对遥感影像区域进行“相交”分析，可以提取该地区所有的共享航拍影像。

在 ArcSDE 中已经包含了点、线和多边形等矢量要素的特征类，为实现影像栅格向多边形特征转化提供了技术保障。本文在 ArcSDE 的基础上建立了一个 PolygonGrid 库。PolygonGrid 由几何形体以及空间参考信息两部分组成。本文根据矢量数据的拓扑关系原理，首先识别出栅格数据中的结点和坐标点，然后根据结点和坐标点的信息形成弧段，进而由弧段形成多边形信息，从而完成整个转换过程。转换过程分 3 个步骤进行：

(1)结点和坐标点的提取

读入影像第 1 行数据；

提取出第 1 行数据中的结点和坐标点；

While(影像文件未读完)

{

读入 1 行影像数据；提取出 2 行影像数据间的结点和坐标点；分别写入结点和坐标点数据库；

}

提取影像最后一行数据中的结点和坐标点；

关闭影像方法；

(2)结点和坐标点形成弧段

打开结点和坐标点数据库；

While(结点数据记录未读完)

{

根据结点能形成弧段的方向，搜索与之连结的结点或坐标点；

If 搜索到的是另一个结点 then 结束本弧段的搜索，将该弧段的信息写入弧段数据库，继续搜索下一弧段；

Else 根据坐标点的类型，决定该弧段下一个搜索的方向。

}

(3)由弧段形成多边形

打开弧段数据库；

While(弧段数据记录未读完)

{

根据弧段的左右多边形属性和结点数，搜索与之连接的、属于同一个多边形的弧段，直到此多边形搜索结束。

选择起始弧段，继续下一个多边形的搜索；

}

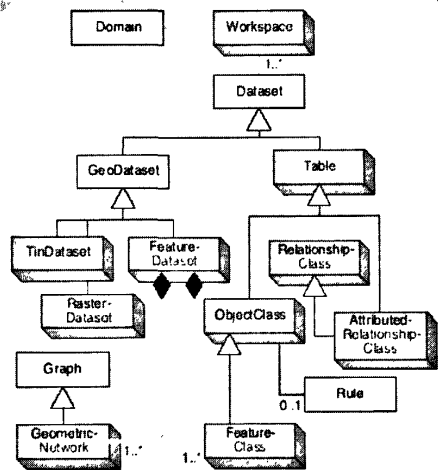


图 2 多源灾区影像的信息结构

3.2 影像元数据的定义与实现

(1)元数据标准的定义

根据灾区影像信息的特点，本文在 ISO 19115

地理信息元数据标准的基础上进行了一定的扩展,形成了能够准确描述多源灾区影像信息的元数据应用方案。本文根据 ISO TC211 小组提出的元数据标准,定义出 300 多个元数据要素(element),其中包括 86 个类(class)、282 个属性(attribute)和 56 个关联(relation)。这些要素又汇总进入 14 个包(package):如 MD_Metadata 元数据的根包, MD_Identification 元数据标识, MD_Constraints 数据使用限制信息, DQ_DataQuality 数据质量说明信息, MD_MaintenanceInformation 数据维护更新信息, MD_SpatialRepresentation 空间表现信息, MD_ContentInformation 数据内容信息等。

(2) 元数据的实现方式

元数据标准只定义了元数据的内容组成,而没有限制元数据的实现方式。本文采用 XML (eXtensible Style sheet Language) 表达元数据, XSD (XML Schema Definition) 表达元数据模式,利用 XSLT (XML Stylesheet Language for Transformations)、XPath(XML Path Language) 和 XQuery(XML Query language) 对基于 XML 的元数据进行分析处理和表达展现。本文采用 ArcSDE 专门提供的 XML 字段类型定义 XML 元数据信息的存储字段。图 3 是存储 XML 文件的事务表,包括空间特征描述,长文本描述以及文本索引等。在 XML 列总包含全文索引可以检索文件中的任何词, XPath 文本索引可以搜索特定 XML 要素或属性中的词。XML 列由 ArcSDE 中的系统表 xml_columns 维护,关于文本索引由系统表 xml_indexes 和 xml_index_tags 维护。

documents	sde_xml_idx2	sde_xml_doc2
documentname xml	xml_key_column sde_xml_id tag_id double_tag text_tag sde_time_stamp*	sde_xml_id doc_property xml_doc xml_doc_val sde_time_stamp*

表名后缀 2 是 XML 列的注册号。
带 * 的列在 SQL Server 数据库中。

 The business table.
 Tables always present for ArcSDE XML columns.

图 3 基于 XML 的元数据存储表

3.3 影像质量的保障

灾区影像质量的好坏,直接影响到共享平台

的成败,因为没有质量保证的服务,只能是“垃圾进、垃圾出”的平台^[6]。为此,我们提出影像质量保障模型。该模型可以根据专家提出的要求定制各种影像质量评价指标,确保其符合灾害管理的基本需求。为了能够尽量缩短评价时间和过程,我们通过两个维度来保障灾区影像的质量(图 4),一方面质量指标由一个全局指标来表示,全局指标由 4 个维度决定,即语用层、语义层、语法层和本体层。另一方面灾区影像可以看成由一个数据集组成,该数据集既包含栅格数据,也包含矢量数据或其他类型的数据,数据集可以包含多个对象类,如波段或图层;对象类由两部分组成,即对象实例和属性值;我们将直接从多平台、多传感器和多角度获取、未经任何处理的遥感影像数据称为原始影像。它作为灾区影像的基础,是灾区影像的信息来源。同时,这两个维度之间存在一定的对应关系,原始影像由本体层的指标表示。属性值由语法层的指标表示,对象实例由语义层的指标表示,对象类(波段)的质量由语用层的指标表示。所有的指标将汇集成数据集的全局指标上,从而最终反映灾区影像质量。

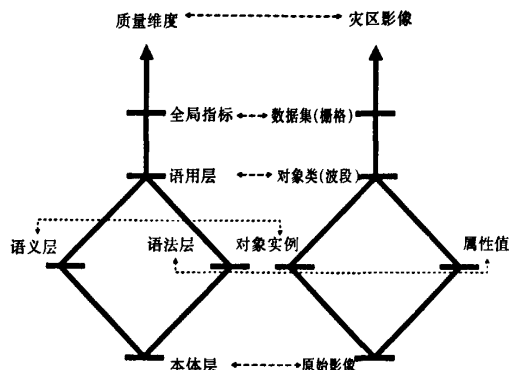


图 4 质量保证模型的维度与要素

4 共享服务平台的实现

根据前述讨论的多源灾区影像库和多源灾区影像信息结构,结合地球系统科学数据共享网的实际需求,我们设计并实现了多源灾区影像共享平台的原型系统。

该原型系统不仅需要实现多源灾区影像的存储与管理,而且需要能够在网络环境下,为不

表 1 质量指标的具体描述

质量	影像质量维度	
本 体 层	指标	描述
	遥感数据的误差	由摄影平台、传感器的结构及稳定性、信号数字化、光电转换、分辨率引起
	测量数据的误差	由人差(对中误差、读数误差、平差误差等)、仪差(仪器不完善、缺乏校验、未作改正等)、环境影响等引起
	GPS 数据的误差	由发射信号的精度、接收机精度、定位方法、信号处理算法引起
	数据名声	数据来源是否出于权威机构
	比例尺	影像与实际地区的比例
	空间范围	像覆盖面积
	时间范围	影像拍摄时间
语 义 层	数据完整性	在处理过程中,软件的不完善和误操作造成数据丢失
	编码随意扩充	要素编码有时不能完全匹配地图全部内容,作业单位不敢随意舍去,只有扩充编码,而各单位自行扩充的编码没有及时统一起来,致使这样的数据不能通用
	目标判别错误	输出错误编码,受作业人员认知地图的水平限制,对地图目标判别错误。也存在直接输入错误的可能
	地理属性内容录入错误	要素各个地理属性项错误赋值
	几何定位不准确	使用数字化仪采集可能造成位置不准确,现在使用扫描矢量化方法大大提高了定位精度
	几何定位不准确	由自动拓扑软件对复杂情况处理算法不完善或存在漏洞造成的
	地名指针连接错误	地名指针连接错误
语 用 层	准确性	如几何纠正误差、坐标变换误差、数据综合误差 格式转换误差,取值精度误差,数据属性精度 数据时间精度
	ISO/TC 211 19113 和 19115	是否符合国际标准
	专家评估	是否符合使用场景

同层次的用户提供多源灾区影像检索、浏览、获取等功能,实现海量遥感数据的在线共享。共享平台体系结构如图 5 所示,影像质量的保障界面如图 6 所示。

多源灾区影像共享平台整合集成了来自多波段的可见光、雷达、红外等多种来源的数字遥感和航拍影像,为有应急减灾职能的部门和机构提供遥感影像数据服务。该平台的主要功能包括:

(1) 遥感影像数据共享。通过多源灾区影像共享平台门户网站直接为用户提供遥感影像查询、获取、遥感影像元数据访问以及遥感影像数据添加、删除、更新等方面的功能(图 5)。该种方式适合于一般的数据用户,不需要安装其他客户端插件,通过任何一种 Web 浏览器访问遥感影像共享网站。

(2) 遥感影像访问功能共享。通过采用 OGC 的服务规范,实现了符合 WMS、WFS 以及 WCS 规范的服务接口,用户既可以通过支持这些规范

的软件或工具浏览、查询和获取已经共享的遥感影像,也可以在这些服务的基础上进行二次开发和集成。如专家可利用开源的空间数据引擎调用遥感影像数据仓库,对影像质量进行分析和评估,确保应急平台数据质量(图 6)。

5 结 论

本文根据我国目前对应急管理在空间数据集成与共享中的特殊要求,设计、实现了地球系统科学数据共享网多源灾区影像共享平台的原型系统。平台不仅能够直接为用户提供多源灾区影像共享的功能,而且实现面向应急服务的影像质量管理规范,为用户快速、便捷地获取有质量保证的空间数据提供了全新的途径。

参考文献

[1] 冯敏, 诸云强, 张鸣之, 赵慧, 喻孟良. 多源遥感影像共享平台的设计与实现 [J]. 地球信息科学, 2008, 10(1):

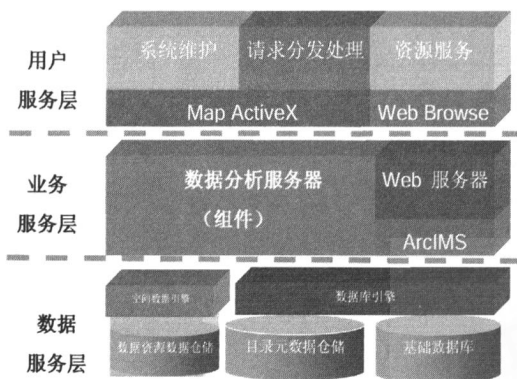


图5 灾区影像共享平台的体系架构

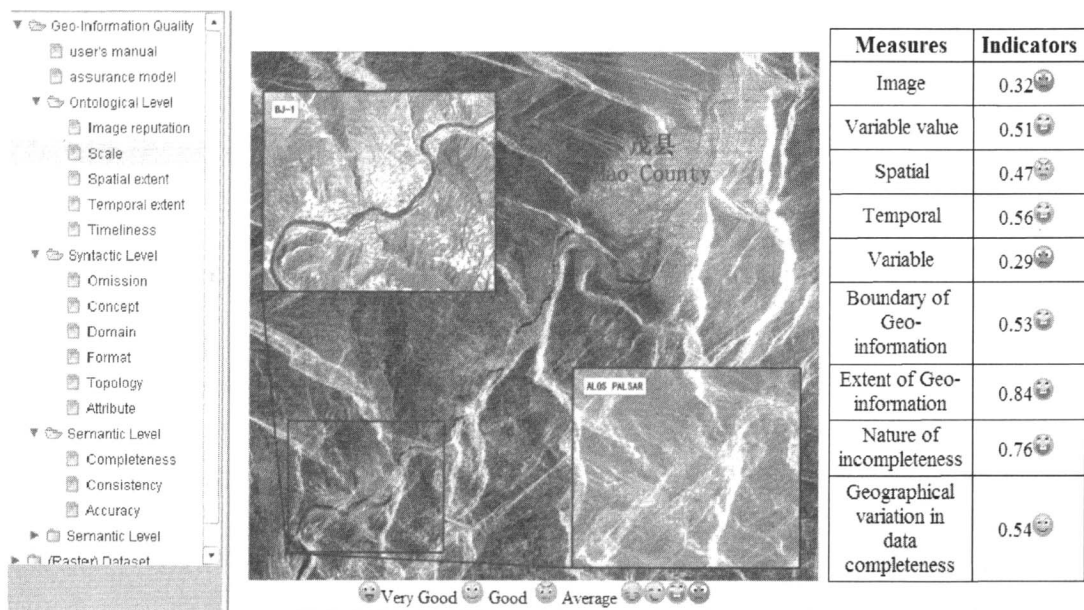


图6 共享平台原型系统中影像质量保证界面

102-108.

[2] 汪承义, 赵忠明, 杨健. 可视化遥感影像库系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2008, 34(2): 282-284.

[3] A. Zerger, D. I. Smith. Impediments to Using GIS for Real-time Disaster Decision Support[J]. Computers, Environment & Urban Systems, 2003, 27(3): 123-141.

[4] 阎国年. 地理信息共享技术[M]. 北京: 科学出版社,

2007.

[5] A. Enders, Z. Brandt. Using Geographic Information System Technology to Improve Emergency Management and Disaster Response for People With Disabilities[J]. Journal of Disability Policy Studies, 2007, 17(4): 223-229.

[6] 刘海砚, 孙群, 赵国成, 肖强. 基于生产过程的空间数据误差分类与质量控制[J]. 测绘工程, 2007, 16(4): 14-17.