

基于 OGC 标准的高放废物地质处置预选区 监测数据汇聚技术研究*

刘原麟, 黄树桃

核工业北京地质研究院, 遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室, 北京, 100029

关键词: OGC 标准; 高放废物地质处置; 动态数据汇集; 无线传感器网络

围绕建成高放射性废物处置库的目标, 各部门已经在预选区开展近二十年的工作。但当前各项目组数据采集在测点位置、数据内容等方面缺乏统一协调性, 存在数据的获取依赖于人工值守、自动化程度低等不便之处; 数据传输汇聚全采用光或磁介质、实时性差、效率低, 进而导致数据的综合分析利用程度较低。

为了克服这些弊端, 在高放废物地质处置信息化建设的“十三·五”规划中(黄树桃等, 2016), 提出了“高放大数据”的概念和需求, 拟采用包括无线传感器网络在内的技术对处置库预选区监测数据进行智能获取和汇聚。而如何准确高效的获取科研监测数据, 并对其进行有效的汇聚与管理则是其中的难点。

1 OGC 标准体系

OGC (Open Geospatial Consortium), 是一个非盈利的、国际化的标准化组织。其主要目的是制定与空间信息、基于位置服务相关的标准。这些标准使不同厂商、不同产品之间可以通过统一的接口进行互操作。

而在多源异构传感器数据汇聚领域, OGC 具有以传感器建模语言(SML)为核心的一套体系 (Open Geospatial Consortium, 2014a), 包括 O&M (Open Geospatial Consortium, 2014b)、SWE 等标准和服务。为传感器及其监测数据提供了一套通用模型和 XML 编码控制方案, 实现了异构传感器网络的数据的交互和共享。

2 处置库预选区数据汇聚技术研究

在 SML 中, 将传感器采集数据定义为一个过

程, 同理数据的汇聚、处理也是一个过程, 并构成过程链。OGC 通过其标准体系, 对中间每一个流程进行质量控制是实现标准化。

在本次研究中借鉴 SML 和 O&M 的标准, 将监测数据分为了三类: ①测量数据。通过 URI (URN) 进行引用; ②空间(方位)数据。需在空间数据库中进行注册; ③传感器系统数据: 时间、误差等。

基于以上思路, 首先按照对地理空间位置的依赖程度, 将数据划分为“空间数据”和“非空间数据(属性数据)”。再按照数据的时间活跃程度, 将数据划分为“动态数据”和“静态数据”。一般而言静态数据来源于钻孔实验、岩心编录等项目, 而动态数据则广泛的存在与数据采集网络中, 完成对预选区场址的实时监测。

2.1 元数据设计

元数据设计是数据汇聚技术的重点。以 XSD 的方式记录, 具有良好的层次性和可读性。XSD 格式基于 XML, 便于在网络中传递。在传感器启动、更新工作状态之前, 都将用固定在程序中的 XSD 文件对传感器配置文件进行验证。如传感器类型、工作方式、数据格式等字段填写的参数是否为正确的格式, 多个参数间是否都已经正确关联。

元数据同样基于 OGC 标准, 在进行元数据设计时, 按照 SML 的定义, 所有的过程和方法都通过元数据组的方式进行描述。包括标识符(分类符)、约束条件(时间约束、权限约束)、属性(性能、特征)、引用以及历史维护记录等。

2.2 数据库设计

在当前“高放废物地质处置预选区地学信息数据库”中, 已经完成了预选区数据库整体结构架设, 基本完成了全部历史数据入库工作。但对未来动态数据的存储和管理还缺乏系统的研究。

*注: 收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 周健。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.189
作者简介: 刘原麟, 男, 1989 年生。助理工程师, 地图学与地理信息系统。Email: liuyuanlin89@126.com。

未来计划在当前地学信息库的基础上, 扩展对无线传感器网络及其数据存储管理的功能支持, 从专题数据类型、空间数据尺度、动态数据获取等方面, 进行数据库结构扩展、数据内容更新和扩充, 实现对静态数据和实时数据管理与应用的动态化, 为上层应用提供完善的数据支持, 满足场址特性评价和地下实验室研究的应用需求。

3 室内技术验证

根据项目实施, 目前仅在实验室内进行了试验, 且以计算机模拟为主。随着项目进展, 后期将在西北预选区进行实地的试验。

(1) 数据汇聚算法实验: 改进数据汇聚算法是优化性能和提升数据质量的重要方法。在调研同类研究成果的基础上, 从数据压缩的角度研究了无线传感器网络数据汇聚技术的优化方法。试验了将轻量级时域压缩算法 (LTC) 等用于高放废物地质处置科研中的常见数据的压缩, 通过对比试验和分析, LTC 算法对部分数据具有较好的压缩效果。在总结 LTC 局限性的基础上, 探讨了用卡尔曼滤波改进 LTC 算法, 并对其应用前景进行了展望。

(2) 试验数据库开发: 预选区获取的动态数据类型多、数量大, 对其进行高效管理是重要内容。数据库设计基于数据分类和元数据设计, 其中元数据库和数据字典兼容或源于 OGC 标准。

通过实验与研究, 提出了预选区无线传感器网络动态数据库开发的思路: 传感器网络的实时状态、网络控制等信息用传感器数据库 (TinyDB, MoteView) 管理; 实时存取的数据放置到对象关系数据库中; 需要供后期分析的海量历史数据放置在分布式文件系统 Hadoop 中。进而根据设计思路提出了数据存储系统的架构设计, 并从概念、逻辑和物理三个层面完成了动态数据库的设计, 最终基于 PostgreSQL 数据库完成了试验数据库的物理设计。

(3) 计算机网络模拟: 通过无线传感器网络数据仿真工具, 模拟了仿真基站、仿真传感器以及数据库之间的数据同步和交互。并生成了具有真实数据特性的仿真数据, 作为数据压缩、融合、应用的数据源; 试验了用 XML 文件对传感器进行配置及远程控制, 探索出了一种较简单可靠的传感器配置和验证方法。通过数据仿真工具论证了传感器组网的设计方案以及动态数据管理技术的可行性, 为完善无线传感器网络数据库设计提供很大的支持。

3 总结

虽然目前仅开展了实验室论证, 但试验结果取得了良好的效果, 为后期工作打下了基础。但同时也应该考虑到实地野外恶劣环境及地下坑道等特殊条件对数据汇聚效果的影响, 在当前工作中做好技术储备。

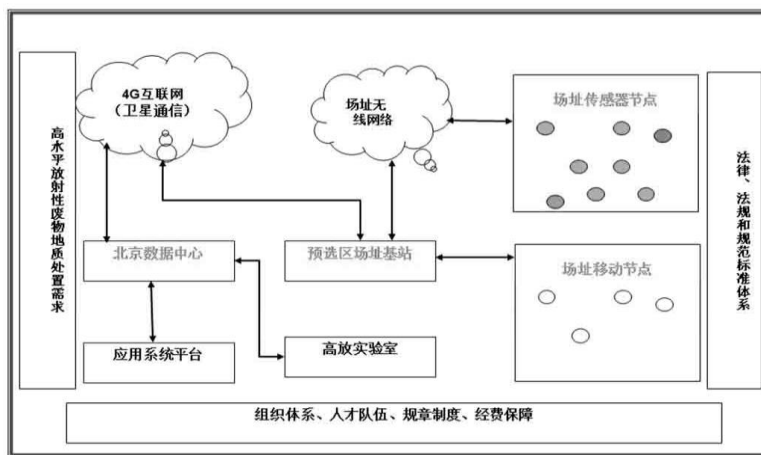


图 1 高放废物地质处置预选区数据采集网络示意图

参 考 文 献 / References

- 黄树桃, 王鹏, 赵永安, 高敏, 等. 2016. 高放废物地质处置预选区地学信息库研究, 国防科技报告 (内部).
- Open Geospatial Consortium. 2014a. Model and XML Encoding Standard.
- Open Geospatial Consortium. 2014b. Observations and Measurements-XML Implementation.

LIU Yuanlin, HUANG Shutao: A Data Aggregation Technique Research Based on OGC Standard for HLW Disposal Pre-selection Area Monitoring

Keywords: OGC standard; HLW disposal; Dynamic data aggregation; Wireless sensor network