

GUO Renzhong, LIU Jiangtao, PENG Zifeng, et al. Technologies Connotation and Developing Characteristics of Open Geospatial Information Platform [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2012, 41(3): 323-326. (郭仁忠, 刘江涛, 彭子凤, 等. 开放式空间基础信息平台的发展特征与技术内涵[J]. 测绘学报, 2012, 41(3): 323-326.)

开放式空间基础信息平台的发展特征与技术内涵

郭仁忠¹, 刘江涛², 彭子凤², 唐岭军²

1. 深圳市规划和国土资源委员会, 广东 深圳 518034; 2. 深圳市规划国土房产信息中心, 广东 深圳 518034

Technologies Connotation and Developing Characteristics of Open Geospatial Information Platform

GUO Renzhong¹, LIU Jiangtao², PENG Zifeng², TANG Lingjun²

1. Urban Planning, Land and Resources Commission of Shenzhen Municipality, Shenzhen 518034, China; 2. Shenzhen Municipal Planning and Land Real Estate Information Center, Shenzhen 518034, China

Abstract: Based on the background of developments of surveying, mapping and geoinformation, aimed at the demands of data fusion, real-time sharing, in-depth processing and personalization, this paper analyzes significant features of geo-spatial service in digital city, focuses on theory, method and key techniques of open environment of cloud computing, multi-path data updating, full-scale urban geocoding, multi-source spatial data integration, adaptive geo-processing and adaptive Web mapping. As the basis for it, the Open Geospatial information platform is developed, and successfully implicated in digital Shenzhen.

Key words: digital city; geospatial information; sharing service; geospatial information platform; multi-path updating; full coverage integrating; on demand data processing

摘 要: 基于测绘和地理信息产业发展背景, 针对日益增长的数据融合、实时共享、深度处理和个性化的需求, 对数字城市中测绘服务特征进行分析, 重点介绍符合云计算模型的开放式计算环境、多路径数据更新、多源数据一体化集成、全尺度城市编码、自适应空间数据处理和动态在线制图等理论、方法与关键技术。在此基础上, 研制开发了开放式空间基础信息平台, 并成功应用于数字深圳的建设中。

关键词: 数字城市; 空间地理信息; 共享服务; 空间信息平台; 多路径更新; 一体化集成; 按需数据处理

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 1001-1595(2012)03-0323-04

1 引 言

当前, 测绘科学与技术正经历从数字化向信息化的转型, 这个转型的最主要内容就是空间信息服务模式和技术方法的进步, 它不仅代表了测绘和地理信息产业发展的主要方向, 而且也是数字城市建设发展的必然要求^[1-2]。

从总体框架来看, 数字测绘仍秉承了传统测绘的业务流程和服务模式, 却面临多源数据融合、信息实时共享的挑战^[3], 迫切需要与专业业务深入结合, 延伸测绘成果服务链, 在城市规划、管理、分析中提供深层次的空间信息服务, 彻底改变过去城市测绘成果只是作为城市专业信息地理框架的单一作用^[4]。此外数字城市中信息产品的高时效性、个性化、自适应特征也要求测绘技术进一步革新。因此, 构建一个开放式的城市空间信息共

享平台和服务体系, 实现空间信息服务模式的转变, 是加快测绘信息化转型的关键路径, 也是数字城市建设的必由之路。

针对上述趋势和挑战, 本文根据“开放式空间地理信息平台关键技术与数字城市实践”项目实践*, 从支撑环境、数据更新、整合集成、数据处理和服务共享等方面讨论了构建开放式空间基础信息平台需要突破的 4 个关键问题: ① 解决密集型空间数据在线处理、云端聚合问题; ② 解决多路径和多源空间数据动态更新和集成问题; ③ 解决城市非空间信息整合共享问题; ④ 解决空间数据自适应处理和制图问题。

2 关键技术

如图 1 所示, 开放式空间基础信息平台的关键技术覆盖数字城市中空间数据支撑、更新、处

* 2011 年测绘科技进步奖一等奖获奖项目。

理、共享和应用的所有关键环节,形成完整技术、服务和标准体系。

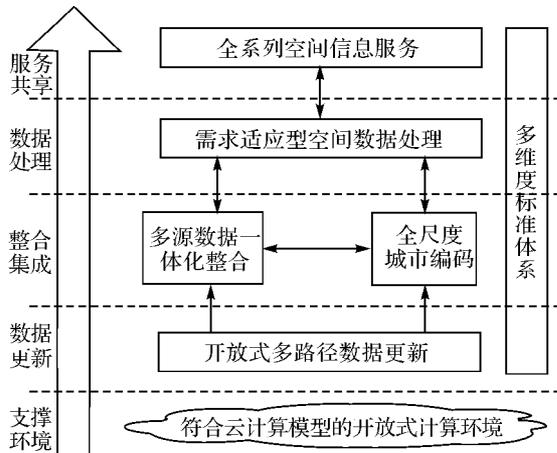


图1 开放式空间基础信息平台技术体系

Fig. 1 Architecture of open geospatial information platform

2.1 符合云计算模型的开放式计算环境

针对多领域、多粒度、多表达的开放性城市空间信息处理特点,以及传统的共享服务在计算、扩展和聚合的能力上均存在不足,难以应对信息时代面向用户的地理信息深加工趋势^[5-6],提出符合云计算模型的开放式计算环境,主要包括以下几个方面:

(1) 设施层面。充分利用虚拟化和动态调度技术,将计算、网络、存储等基础资源构建成统一的资源池,提出可变尺度的多重表达数据集成技术,面向分布式用户实现空间信息的按需集成,实现面向空间数据处理的云计算底层架构,整体提升空间信息资源的利用效率和并行处理能力。

(2) 平台层面。在语义空间信息服务注册、发现和聚合的基础上,提出自适应空间信息服务模型,把传统的数据共享服务提升到支持大规模密集型数据的计算服务和面向用户领域的空间分析服务层面,提出空间信息云端聚合技术,使空间信息能够在云技术环境下按需更新、按需处理和按需共享。

(3) 软件层面。研发了全系列的空间信息服务,满足多种类型、多种层次的空间数据交互、共享、更新和处理的需求,支持在线服务、移动服务、离线服务、镜像服务等多种服务形式,实现用户数据的按需处理和按需表达,支持多种制图服务的集成调用,辅助实现各种在线制图交互功能。

2.2 开放式多路径数据更新

针对数字城市的空间数据用途和来源广泛,

更新途径诸多的问题,提出开放式多路径数据更新技术,主要包括:

(1) 开放式的多路径数据更新环境基于共同的测绘基准,动态集成遥感监测、地形测量、专业调查、竣工验收、工程报建和社区管理等多条更新路径,实现数据关系的一致性维护、面向对象的增量式更新和多尺度数据的级联更新,有效的拓展了空间数据源,丰富了数据的内容,提高了测绘产品快速生产的能力。

(2) 基于外业实测数据、最新影像解译数据和报建审批数据,建立数据更新技术链,即更新任务的产生、任务分配、更新作业、数据检查、数据提交入库,实现了基础地理数据实时动态更新。

(3) 通过地图综合技术实现大比例尺数据对小比例尺数据的跨尺度更新。通过对不同时间版本数据的匹配处理,自动实现变化发现,基于数据间的一对一、多对一、多对多映射关系,建立现势数据和历史数据的联动,实现面向对象的增量式更新和不同时态空间数据的动态集成。

2.3 多源数据一体化整合

针对地理信息数据库具有海量、多源、异构、多时态、多比例尺等特点,以及多维动态可视化和一体化集成的必然趋势^[7],提出多源数据一体化整合技术如下:

(1) 顾及数据体系的扩展性和各类数据相关性,设计一体化数据组织模型,建立基于节点、分层和分块的多重数据表达模式,统一组织和管理各类数据,把自然地形地貌、地面建(构)筑物、地下管线、地下空间等地面要素和地下要素纳入二、三维一体化的数据模型中。建立地下空间深度标高测量、地下空间模型与地面模型空间定位以及编码关联技术方法,形成一套完整的数字城市数据管理体系。

(2) 基于多级影像金字塔、数据异步传输、动态渲染、模型 LOD 自动分级等技术,实现三维模型、三维地形、矢量数据和部门专题等海量数据一体化集成共享,支持多维动态可视化和实时交互操作,提供形象直观的人机界面工具,提升用户的体验和综合能力。

(3) 基于数据仓库和可视化技术,通过动态的数据挖掘、信息抽取和统计建模,整合各类社会经济数据。基于专题地图发生器使统计数字、表格在时间、空间维度任意组合,实现社会经济与基础地理数据的无缝集成。使平台 GIS 应用在获取高度集成的空间数据同时,具备知识发现和决策支持的能力。

2.4 全尺度城市空间编码体系

针对各行、各领域存在大量的非空间数据,种类繁多,格式各异,对跨部门信息共享带来困难^[8]。提出全尺度城市空间编码体系,快速实现各类非空间信息的定位与寻址,主要包括以下方面:

(1) 突破了常规的基于规则格网(如二叉树)进行空间剖分的方法,采用具有自然语义的不规则空间格网,进行地理空间多层次剖分,增强了剖分空间与实体目标间映射对应的适应性,形成可以满足多尺度应用需求的空间编码体系。实施中,依据地理实体的自然属性与管理属性相结合的空间划分原则,按市—区—街道—社区—基础网格—建筑物幢(房间)6个尺度,将城市地理空间进行剖分,并赋予唯一编码。

(2) 基于多尺度编码,开发智能化的自动寻址引擎,以多尺度空间编码为依托,辅之以定位参考信息,进行对象的自适应空间寻址定位,定位精度大幅提高。提出多级金字塔分词机制的语义解译模型,实现地址语义信息按照地址分词进行“拆分”管理,采用 Hash+ISAM 索引提高效率及并发处理能力,提出可靠的地址匹配结果精度评估算法。引擎实现基于地址分词级别权重机制的匹配度计算方法,对每个分词的匹配度进行权重评分,综合计算地址匹配度,解决了匹配准确性评估问题。

2.5 自适应处理的连续尺度变换技术

针对“数字城市”的数据源多尺度、多分辨率特点,以及用户对数据内容的多层次需求,提出自适应处理的连续尺度变换技术,主要包括以下方面:

(1) 构建了连续尺度变换的“尺度生命周期模型”,该数据模型存储空间数据表达的尺度基态,同时记录不同形式的尺度变换函数,运用面向对象技术将尺度变换操作与基态描述封装。改变传统上空间数据在某“尺度点”上的静态表达,实现“尺度区间”上的动态表达^[9-10]。

(2) 针对在线操作中快速响应的需求,研制了尺度变换的快速算法。基于 LOD 层次细节化累积实现建立了空间数据渐进式传输的尺度变换方法^[11],基于 Morphing 变换思想建立了空间数据连续快速尺度变换的技术方法,解决了在线信息服务中对尺度变换的快速响应问题^[12]。

(3) 将连续尺度变换技术与网络环境下的信息服务结合,建立了在线式尺度变换服务模式。依据 SOA(面向服务的架构)中服务可组合、可复用、松散耦合的原则,并充分考虑到用户需求、客

户端类型、数据粒度、数据格式等实际问题,对地图综合服务进行了多层次封装,成功实现了地图综合技术由离线向在线模式的转移,直接支持自适应地图变换服务。

(4) 将连续尺度变换技术用于多级比例尺空间数据间的级联式更新,保证了跨比例尺数据更新的快速实现及不同比例尺数据间的高度一致性。

2.6 自适应动态自主制图技术体系

针对数字城市的需求,重点研究突破了集成社会经济统计专题信息的动态制图技术,构建了面向多用户偏好模型的自主制图技术体系,主要包括以下3个方面:

(1) 建立了基于单机、网络和移动设备的跨媒介的电子地图及空间信息定制与发布技术,设计和建立了独立于表达的中间规范化数据结构,提出了以“图集—图组—图幅—插图”内容逐级细化的超媒体导航模型,开发了交互浏览环境;建立了开放式地图符号库及基于 XML 的模板描述,实现“统一内核,一次制图,多媒介发布”的全新地图服务模式。

(2) 构建专题地图形式化的五元组模型 $Map = \{Space, Time, Theme, Indicator, Symbol\}$,对经典的 Bertin 地图视觉变量进行了扩充,研制了基于九元视觉变量(形状、大小、方向、颜色、纹理、位置、结构、密度、均衡度)的地图符号“发生器”,建立统计指标、视觉变量、地图符号3个集合之间的智能映射,整合形成以聚合视觉变量为核心特征的制图规则集。研制的系列专题地图引擎模块,实现了个性化专题地图的动态定制和生成。

(3) 对动态地图集运行中的普通用户制作地图、阅读地图的心理、趋势性操作进行分析,研究了用户上下文捕获技术,建立了用户偏好模型及服务适配智能推理机制,研究通过富网络技术实现图形表达的动态合成和智能推送,建立了平衡动态制图中规范化制图规则与多用户偏好模型的自主制图技术体系。

3 平台研制与应用

在攻克上述理论、方法和关键技术的基础上,基于各类规范和标准,研制研发了“开放式空间基础信息平台”,具有以下显著特点:① 具有支持大规模密集型数据的计算和面向用户领域的空间分析的服务能力;② 具有开放式的城市空间信息多路径更新能力,对城市空间数据动态更新具有普适意义;③ 具有

地上、地下及二、三维一体化的多源数据集成能力,可以无缝整合和管理各类空间数据资源;④ 具有多尺度城市空间信息编码和定位能力,可以实现泛在的城市空间信息聚合和共享;⑤ 具有以自适应为关键特征的空间数据在线处理和在线制图能力,能够个性化的满足各领域用户需求。

本项目研究成果在数字深圳的建设中得以实践。建设成果已陆续应于公安、应急、工商、环保、教育、卫生、安监、贸工等等近 50 个部门。从实际的应用效果看,平台能够高效融聚自然地理实体及关联的环境、经济、人口、法人等各个领域信息,深入支撑城市公共安全的立体化管理,应急指挥的智能化决策、环境事件的实时化分析,工商税务的精细化管理,房地产三级市场房屋交易基准价格快速评估、智能交通规划、保障房规划和管理、社会经济统计信息空间化分析等多个领域专业系统的有效运作。

4 总 结

在现代测绘信息化转型的背景下,为提升测绘基础保障和服务能力,以构建开放式城市空间基础信息平台为目标,本文介绍了相关理论、方法和技术,解决了城市测绘数字化转型以后空间数据应用环节出现的主要问题,提升了数据的需求适应性,拓展了数据源,丰富了数据内容,实现了空间、非空间数据的深度整合,形成了数字城市的完备数据基础,符合城市测绘由数字化向信息化转型的发展方向。研究成果在数字深圳建设中成功实践,为城市测绘生产模式和服务方式的转型提供了典型示范,代表了城市测绘的发展方向。

参考文献:

- [1] NING Jinsheng, YANG Kai. The Newest Progress of Surveying and Mapping Discipline from Digital Style to Informatization Stage [J]. Science of Surveying and Mapping, 2007, 132 (12): 6-11. (宁津生,杨凯. 从数字化测绘到信息化测绘的测绘学科新进展[J], 测绘科学, 2007, 32(12): 6-11.)
- [2] LI Deren, SHAO Zhenfeng. The Intrinsic Property of Geo-informatics is Service [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2008(5): 1-4. (李德仁,邵振峰. 信息化测绘的本质是服务[J], 测绘通报, 2008(5): 1-4.)
- [3] GUO Renzhong, CHEN Xueye. A Tentative Study on the New System of Surveying and Mapping under the Environment of Digital City [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2010 (6): 1-4. (郭仁忠,陈学业. 数字城市测绘体系初探[J], 测绘通报. 2010(6): 1-4.)
- [4] GUO Renzhong, ZHANG Yanping, DU Qingyun, et al. Scientific Connotation and Developing Characteristics of Digital Geo-spatial Framework [J]. Geomatics World, 2010, 08(5): 29-33. (郭仁忠,张燕平,杜清运,等. 数字地理空间框架的科学内涵和发展特征[J], 地理信息世界, 2010, 8(5): 29-33.)
- [5] GUO Renzhong. Spatial Analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001. (郭仁忠. 空间分析 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.)
- [6] WANG Jiayao. The Features of Information-based Cartography and the Conceptions of Theoretic and Technical Systems [C] // The Corpus of Information-based Surveying and Mapping. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2008: 130-138. (王家耀. 关于信息地图学的特征和理论与技术体系的构想 [C] // 信息化测绘论文集. 北京: 测绘出版社, 2008: 130-138.)
- [7] LIN Hui, XU Bingli. Some Thoughts on Virtual Geographic Environments [J]. Geography and Geo-information Science, 2007, 23(2): 1-7.
- [8] LI Deren, ZHU Xinyan, GONG JianYa. From Digital Map to Spatial Information Multi-grid [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2003, 28(6): 642-649. (李德仁,朱欣焰,龚健雅. 从数字地图到空间信息网格 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2003, 28(6): 642-649.)
- [9] AI T H, Guo R Z, LIU Y. A Binary Tree Representation of Curve Hierarchical Structure Based on Gestalt Principles [C] // Proceedings of 9th International Symposium on Spatial Data Handling. Beijing: [s. n.], 2000: 30-43.
- [10] AI Tinghua, LI Jingzhong. The Lifespan Model of GIS Data Representation over Scale Space [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2010(7): 757-762. (艾廷华,李精忠. 尺度空间中 GIS 数据表达的生命期模型. 武汉大学学报: 信息科学版, 2010(7): 757-762.)
- [11] AI T H, Van Oosterom P. Gap-tree Extensions Based on Skeletons [C] // Proceeding of 10th International Symposium on Spatial Data handling. Ottawa: [s. n.], 2002: 501-513.
- [12] AI T H, LI Z, LIU Y. Progressive Transmission of Vector Data Based on Changes Accumulation Model [J]. Developments in Spatial Data Handling, 2005: 85-96.

(责任编辑:张燕燕)

收稿日期: 2011-12-06

修回日期: 2012-04-19

第一作者简介: 郭仁忠 (1956—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为地图学与地理信息系统理论与应用, 国土资源管理信息化和空间数据处理。

First author: GUO Renzhong (1956—), male, professor, PhD supervisor, majors in cartography and GIS theory and its applications, land information management and geospatial data processing.