

文章编号: 1674-9057(2011)03-0386-05

基于面向对象的数字城市地理空间框架数据组织方法

李景文^{1a,1b}, 马学峰^{1a}, 叶良松^{1b}, 张燕², 傅玮佳^{1a}

(1. 桂林理工大学 a. 土木与建筑工程学院; b. 广西空间信息与测绘重点实验室, 广西 桂林 541004;
2. 广西第一测绘院, 南宁 530001)

摘要: 在探讨基于面向对象空间数据模型(OOSDM)的基础上,研究了数字城市地理空间框架的体系结构、基础数据组织方法和存储管理模式,以及采用OOSDM进行地理空间数据组织的过程。重点研究了数字城市地理空间框架中基础地理空间数据面向对象的数据分类、组织、一体化存储管理与显示,为数字城市地理空间框架建设提供了基于面向对象的数据组织方法和思路。

关键词: 数字城市; 地理空间框架; 面向对象数据模型; 数据组织方法

中图分类号: P208

文献标志码: A

“数字城市”是通过整合海量城市信息资源,形成具有统一标准的公共基础数据库,并通过建立一体化的数据管理、数据发布平台实现数据共享和信息服务^[1],其实质是建立一套以地理空间信息为核心的城市信息服务与共享体系。近年来,随着我国“数字城市”建设的开展,大多省(市)都开展了数字城市地理空间框架试点建设工作,取得了一些成功的经验。但同时也存在一些不足,主要体现在:由于不同领域对同一地理现象的地理认知不同,各部门在城市地理信息处理方面各取所需,采用不同的空间数据格式、不同的数据建模方法,使得各行业数据难以实现信息共享;各部门建立的应用系统自成体系,偏重于纵向上的应用而忽略了横向的联系,缺乏统一框架体系和标准体系,致使系统难以跨行业拓展应用,不能很好地进行业务联动和信息共建共享。因此,研究数字城市地理空间框架是“数字城市”建设的基础和核心工作,能为实现地理空间位置整合和共享城市信息资源提供统一的空间定位基准和基础地理信息公共平台^[2]。本文从面向对象角度出

发,探索了数字城市地理空间框架的体系结构,并以数字城市地理空间框架中基础地理空间数据为例,研究了基于面向对象空间数据模型(OOSDM)的数据组织方法和管理模式,为“数字城市”建设提供理论方法和设计思路。

1 面向对象空间数据模型(OOSDM)^[3]

空间数据模型是以数据组织方式对地理对象的抽象和形式化描述,是研究地理空间数据表达、管理和空间分析的基础。在现实世界中,人们感知到的地理现象是如建筑物、道路等具体的地理实体。传统的空间数据模型对地理空间进行了人为的分割和抽象,将地理实体抽象成点、线、面几何要素,且空间几何数据和属性数据分开存储,从而难以描述、存储和管理空间对象及其复杂关系^[4]。

本文采用文献[3]提出的面向对象数据模型(object-oriented spatial data model, OOSDM),设计了“数字城市”地理空间框架的体系结构、数据组织方法和管理模式,该模型从地理空间认知的角

收稿日期: 2010-11-15

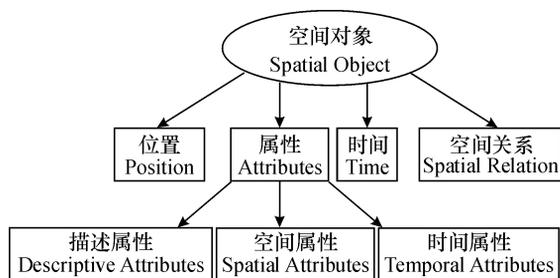
基金项目: 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科能 0992030-1; 10100018-2); 广西自然科学基金重点项目(2011GXNSFD018003)

作者简介: 李景文(1971—),男,博士,教授,研究方向: GIS理论和应用, lijw2008@glite.edu.cn。

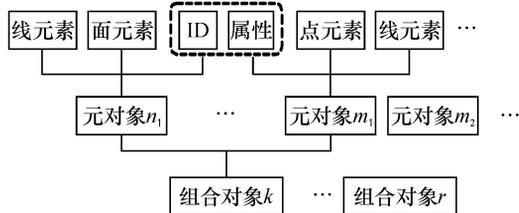
引文格式: 李景文, 马学峰, 叶良松, 等. 基于面向对象的数字城市地理空间框架数据组织方法[J]. 桂林理工大学学报, 2011, 31(3): 386-390.

度描述对象的特性、对象间的复杂逻辑关系,定义了与对象相关的操作和更符合人类理解地理实体的语义环境^[5]。

在 OOSDM 中,空间对象是人脑对现实世界地理现象的抽象认知,它在空间中具有位置 (Position)、属性 (Attributes)、时间 (Time) 和空间关系 (Spatial Relation) 4 种基本特征,并将 4 个特征进行了封装 (图 1a)。OOSDM 对空间对象的描述采用组合的表示方式对空间对象进行描述,组合对象是由多个元对象构成,多个组合对象又可以构成新的组合对象。空间客观对象可由单一的元对象描述,还可由多个元对象的组合 (组合对象) 来表达 (图 1b)。



(a) 空间对象的认知



(b) OOSDM 空间对象的描述

图 1 空间对象的认知与描述

Fig. 1 Perception and description of spatial object

2 数字城市地理空间框架的体系结构设计

数字城市地理空间框架是市域范围内基础空间信息、社会经济属性信息和各类专题信息的定位基础、集成工具和交换平台,也是“数字城市”工程建设的直接指导依据,它为实现各类信息互联互通、政府科学决策、社会管理、公共服务,综合监管等方面提供科学技术支撑^[6],其体系结构见图 2。

(1) 政策法规与标准体系是为确保数字城市地理空间框架的建设与应用而制定的信息生产、

信息管理等政策、法律法规、信息共享机制、生产技术等。其作用是规范地理空间信息数据的描述、采集、处理、分析、查询、表示、转换等方法及其管理和服务,实现多源、异质、异构数据的流通与共享。

(2) 基础地理空间数据体系是整个“数字城市”的核心,是关于数字城市空间要素的地理信息位置、相互关系信息以及属性信息。主要包括测量控制点、居民地、独立地物、境界、交通、水系、地貌、地名等。

(3) 专题数据体系是反映城市某一方面专门内容的空间数据,为城市的信息化建设提供明确的专项数据,为各级政府组织部门的应用和决策提供支持,同时也为各学科研究提供所需的专题信息。

(4) 网络交换系统是各行业部门向其他部门提供信息的同时也能够获取其他部门信息的综合平台,目的是为了实现网络信息共享,提供部门综合决策服务。

(5) 行业部门应用服务体系则是在前四大体系的基础上针对各部门特点来利用其相关信息,进行综合应用。

数字城市地理空间框架是“数字城市”建设的核心与基础,由于其复杂性和特殊性,本文以数字城市地理空间框架中基础地理空间数据为例,探讨了基于 OOSDM 的“数字城市”基础空间数据的组织与管理方法。

3 基于 OOSDM 的基础地理空间数据组织方法

3.1 地理空间对象结构划分

在现实世界地理空间中,由于空间对象数据种类繁多、数据量庞大,地理实体间存在复杂的关系。OOSDM 将地理空间体系中地理实体用一对多(1:n)的关系来表达,一个父对象可以有多个子对象,父对象和子对象之间的关系是由一个自上而下的类型细化和自下而上的类型概括的树状层次结构构成。依据上述思想将“数字城市”研究区域内的框架基础空间数据分为 3 个层面来描述,分别是工作区层、地理要素层和空间对象层 (图 3)。

工作区层 (Workspace): 一个研究区域可以包括若干个工作区,人们通过工作区这个窗口来认

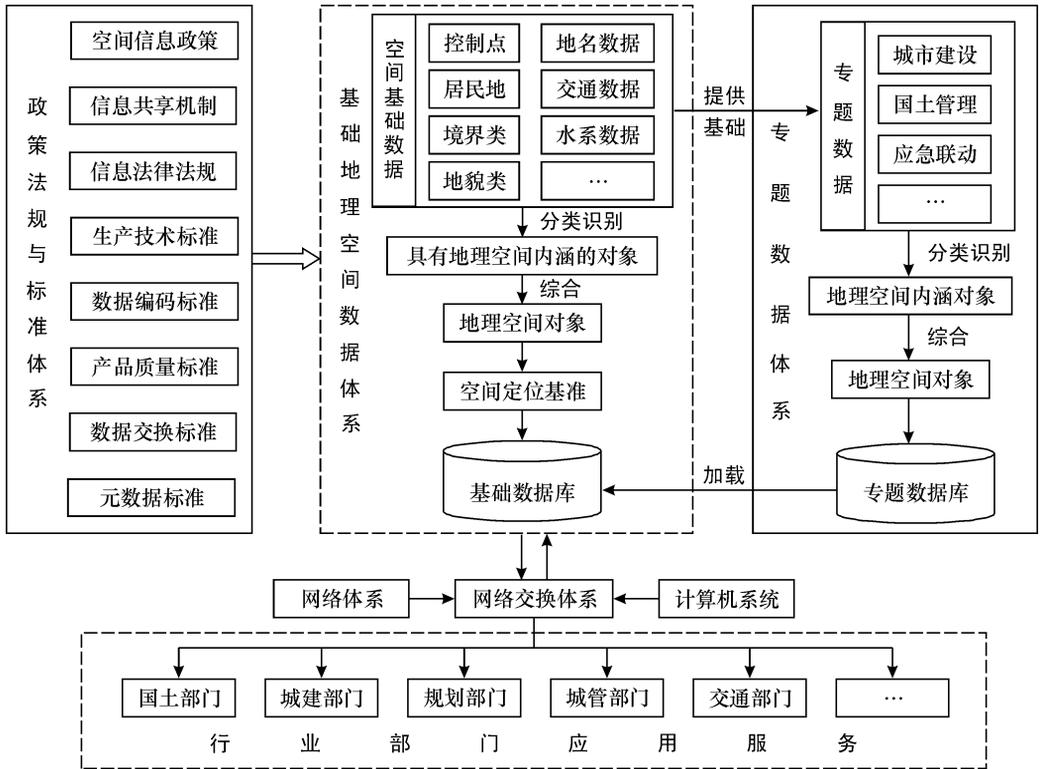


图2 “数字城市”地理空间基础框架体系结构

Fig. 2 Basic geo-spatial framework of digital city

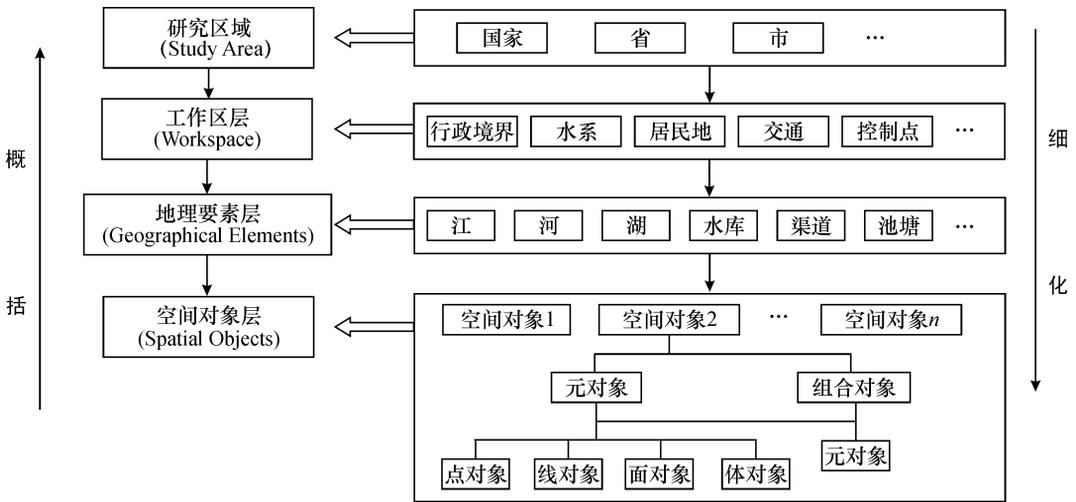


图3 面向对象的数字城市地理空间框架对象结构

Fig. 3 Object structure of digital city geo-spatial framework based on object

知和操作 GIS 所描述的地理空间对象及其关系，“数字城市”基础数据工作区层包括测量控制点、居民地、独立地物、境界、交通、水系、地貌、地名等 8 类地理空间数据。

地理要素层(Geographical Elements):是具有相同属性和操作的对象集合,是对应工作区的子类,一个工作区包含该范围内的所有地理要素层,

而地理要素层则是地理空间对象的集合。例如,水系工作区层是由区域内所有江、河、湖、海、水库、渠道、池塘及其附属设施等地理要素层构成。

空间对象层(Spatial Objects):是构成地理要素层的空间对象的集合,包含元对象和组合对象(元组合对象和复杂组合对象),该层次一般作为一个独立的空间对象存在。

在基于 OOSDM 的分层结构中，某一层的对象是相应上层对象的子对象，子对象通过空间组合或逻辑组合构成父对象。空间组合是指空间上的组合关系，在空间组合中，父对象对子对象存在空间包含关系，例如在图 3 中，水系对江、河、湖等有包含关系。逻辑组合是指逻辑上的组合关系，在逻辑组合中，子对象与父对象之间存在隶属关系，例如隶属于桂林理工大学的屏风校区和雁山校区通过逻辑组合构成了桂林理工大学。

3.2 地理空间对象的组织方法

基于 OOSDM 的地理空间框架对象的组织方法是利用面向对象的技术，把数字城市中的地理目标抽象为不同的地理对象，将对象的标识码、几何数据、属性数据与方法封装在一起，并建立各对象之间的联系。一般是将地理空间目标抽象为由结点、弧段上的内点、弧段、点状地物、线状地物、面状地物等构成的一系列对象，而对这些信息的表现、修改及操作需要通过对象的方法接口来实现（图 4）。

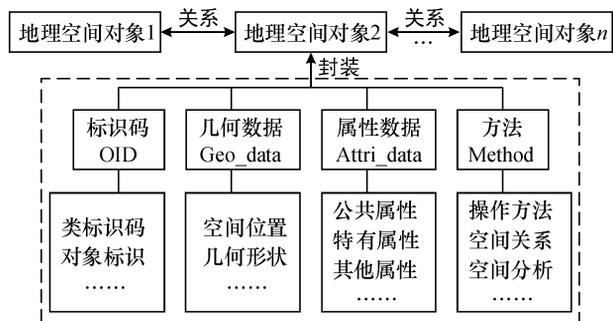


图 4 基于 OOSDM 空间对象数据组织方案
Fig. 4 Data model of spatial object based on OOSDM

基于 OOSDM 地理空间框架数据信息组织思路是：将地理空间数据组织成具有面向对象特征以及具有分布式特征的对象和类。对象是由地理实体抽象出来的（图 5a），在数据库中对一个表，存储对象的空间数据和属性数据；类是具有相同属性和行为的对象集合（图 5b），在数据库中也对应一个空间表。

3.3 地理空间对象的数据存储

基于 OOSDM 的地理空间数据存储是将地理实体抽象为空间对象，然后按照 OOSDM 的分类要求以对象的方式将几何信息和属性信息统一存储到 Oracle Spatial 等对象 - 关系数据库中。地理空间对

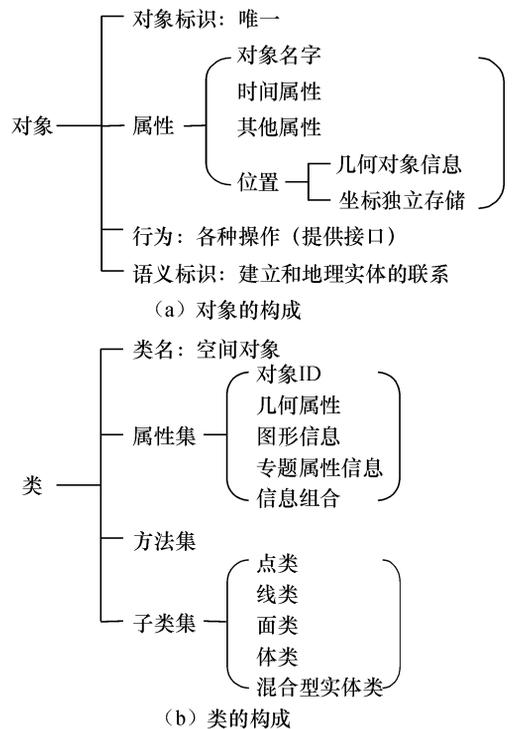


图 5 对象和类的构成
Fig. 5 Constitution of object and class

象存储包括几何信息和属性信息存储，几何信息是以点、线、面形式存放到 Oracle Spatial 数据库提供的对象类型字段中，属性信息则存放到与几何信息相对应的属性字段中。

3.4 地理空间对象的逻辑关联存储方法

在地理空间对象的组合过程中，除了对象之间属性的继承外，对象之间还产生了逻辑存储和结构上的关联，具有逻辑关联的对象之间存在消息的传递机制，即当关系一方移动、旋转或删除时通知与之相关联的对象并做出回应。在“数字城市”地理空间框架中通过创建关联表来描述、表达和维护这种关联关系，并通过定义关系规则来控制相关联的对象或类之间的对应关系。关联表中存储对象 ID 和与之关联的对象 ID (related object, ROID) 及它们之间的关系类型，当某一空间对象需要其关联对象的信息时，可通过自身 ID 值在对应表中找到其关联对象 ID，再由关联对象 ID 获得该关联对象的其他信息（图 6）。

对象 ① 的 ID 是 2009157，它与对象 ② ID2010235 相互紧邻，则可通过对象关联表检索到对象 ① 与对象 ② 的关联类型和对象 ② 的其他空间与属性信息。例如对象 ① 为某一路段，对象 ② 为该路段周围的紧邻实体，通过关联，交通数据能

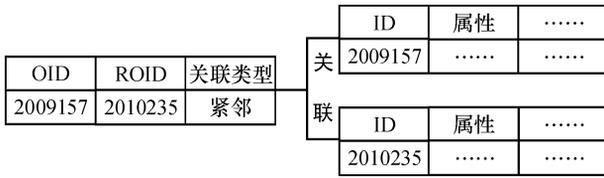


图6 对象和关联对象之间的关系

Fig. 6 Relation between object and associated object

够方便地与地理空间框架数据中的基础数据进行叠加与分析, 交通管理部门的管理人员可以查询和分析所关心路段的交通信息和周围的环境。

4 基于 OOSDM 的地理空间对象的显示方法

为了方便空间对象的表达和显示, 可以通过类对象集存储地理对象, 在空间上把数据组织成一个整体对象, 在内容上把数据组织成层结构, 并建立相应的图层来控制对象的显示, 通过图层来显示对象并对之进行操作和分析, 分幅存放的基础地形图进入数据库后, 可以实现逻辑上无缝显示, 如图7所示。

5 结论

本文从地理认知的角度出发, 将面向对象的思想应用于数字城市数据的组织与管理中, 设计了基于面向对象的数字城市地理空间框架的体系、数据组织管理及显示方法。该方法不仅实现了数

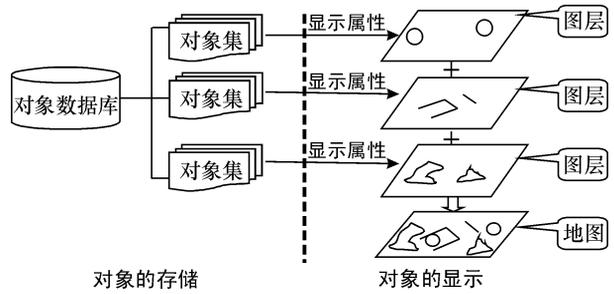


图7 基于 OOSDM 空间对象的存储与显示

Fig. 7 Storage and display of spatial object based on OOSDM

字城市空间数据和属性数据统一存储, 而且将数据与方法统一封装, 实现对复杂、海量的数字城市信息的描述、表达、存储与管理, 改变了传统的空间数据和属性数据的管理方式, 为今后数字城市信息化建设和城市信息共享提供参考。

参考文献:

- [1] 袁延良, 任波, 陈沛新, 等. “数字城市”地理空间数据框架建设研究 [J]. 计算机技术与发展, 2007, 17 (2): 49 - 52, 155.
- [2] 陈军, 邬伦. 数字中国地理空间基础框架 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [3] 李景文. 面向对象空间实体矢量模型及其应用研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- [4] 叶亚琴, 左泽均, 陈波, 等. 面向实体的空间数据模型 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2006, 31(5): 595 - 599.
- [5] 徐翠玲. 面向对象数字地质图数据模型的研究 [D]. 长安: 长安大学, 2004.
- [6] 李景文, 赵福君, 董星星, 等. 数字城市地理空间框架模式设计 [J]. 桂林理工大学学报, 2008, 28(2): 240 - 243.

Object-Oriented Data Organization Method for Digital City Geospatial Framework

LI Jing-wen^{1a,1b}, MA Xue-feng^{1a}, YE Liang-song^{1b}, ZHANG Yan², FU Wei-jia^{1a}

(1 a. College of Civil Engineering; b. Guangxi Key Laboratory of Spatial Information and Geomatics, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China; 2. Guangxi Frist Surveying and Mapping Institute, Nanning 530001, China)

Abstract: Geospatial data infrastructure is the basis in digital city application development. Based on the object-oriented spatial data model (OOSDM), the architecture system of digital city geospatial framework, data organization method and related management style are discussed. The development process of geospatial data is introduced by OOSDM. With the basic geospatial data in geospatial framework as an example, the geographic information is classified as various object entities, and the methods for data organization, storage, management and map visualization are explored. The OOSDM-based approach to data management method provides a new way for the digital city geospatial framework development.

Key words: digital city; geospatial framework; object-oriented data model; data organization method