

基于 RDBMS 的空间数据管理模型及 在土地产权产籍系统中的实现

刘仁义 刘南

(浙江大学 GIS 重点实验室, 杭州 310028)

苏国中

(海南省基础地理信息中心, 海口 570203)

摘要 利用关系型数据库来管理空间数据是当前 GIS 研究的热点和前沿领域之一. 该文提出了一种空间数据库引擎数据结构模型, 分析了数据模型体系结构、数据组织以及空间图形要素表达, 进而根据该结构模型, 实现了在 SQL Server 关系型数据库中对空间图形数据进行存储、拓扑运算和拓扑分析的操作. 通过在土地产权产籍系统中的实际应用表明, 基于该模型开发的空间数据库引擎 Spatial Database Guide(SDG) 运行稳定, 性能良好, 易于开发, 适用面广.

关键词 空间数据库引擎 数据结构模型 数据组织 空间图形要素

中图分类号: P208 P273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2000)10-0825-05

A Model for Spatial Data Management Based on RDBMS and Its Implementation in Land Registration

LIU Ren-yi, LIU Nan

(Keylab of GIS, Zhejiang University, Hangzhou 310028)

SU Guo-zhong

(Hainan Provincial Geomatics Information Center, Haikou 570203)

Abstract The technology of management for spatial data in RDBMS is currently one of the research focus. In GIS integrated environment, the embedded database engine of spatial database and attribute database is encapsulated entirely by GIS platform and its efficiency is quite high. But it is difficult for spatial database engine (SDE) to operate mass database and manage application system of GIS with client (browser)/server structure. Although the functions of commercial enterprise RDBMS are very perfect, it do not still meet special demands of GIS, that is, it must be able to process spatial data (maps) in database. The spatial database engine (SDE) makes the RDBMS to be able to manage the spatial data and build relationships with attribute data. In this paper, a data structure model of spatial data engine (SDE) is presented. The paper analyses the system structure of the data model, the data organization and the expression of spatial graphical features. According to the given data structure model, we realize the operation of storage, topologic arithmetic and topologic analysis for spatial graphical data in RDBMS based on SQL Server. The application in land registration system shows that Spatial Database Guide (SDG) based on given data structure model runs reliably and well which cab be used widely in development of GIS.

Keywords Spatial database guide, Data structure model, Data organization, Spatial graphical features

0 引言

采用集成式地理信息系统(GIS)的内嵌式数据库,其数据库引擎被GIS系统平台完全封装,并且

可在同一进程中对数据库进行操作,虽效率较高,但内嵌数据库缺乏商业数据库所拥有的开放性、一致性、安全性和标准化等一系列重要特性,因而不适合管理海量、多用户的网络级数据库系统.同样,商业大型数据库系统虽然功能已非常完善,但仍不能满

足 GIS 系统的特殊要求, 因此, 如何将 GIS 与商业数据库结合, 已成为 GIS 界研究的热点之一^[1].

地理信息系统的集成环境, 不仅具有图形显示、编辑处理功能, 而且还提供了强大的空间分析能力, 另外, 通过内置的属性数据库, 来将图形与数据库进行关联, 即能实现属性到图形或图形到属性的双向查询. 因而关系型数据库是当前商业信息系统运行中的主流数据库系统, 由于其发展历史长, 不仅功能强大, 性能稳定, 而且具有统一的工业标准, 因此 GIS 基础软件开发商和商业大型数据库开发商均正在充分利用关系型数据库完备的运行机制, 将空间图形数据库与关系型数据库相结合, 来实现关系型数据库中的空间图形数据处理, 如美国 ESRI 公司的 SDE for RDBMS 和 MapInfo 公司的 SpatialWare 产品. 另外, ORACLE 数据库公司也推出了 Spatial Database Option 和 Spatial Cartridge 等空间数据库引擎. 目前国内在这方面还处在初步研究阶段, 其实用化的同类软件产品还未见报道, 而且国际及国内公开发表的有关这方面的研究论文也极少. 本文从实用性、普及性以及应用前景等方面考虑, 针对微软 SQL Server 数据库平台, 提出了一种将空间图形数据存入关系型数据库的数据模型; 进而根据此模型, 又开发了一套精简的用于土地产权产籍系统的空间数据库引擎 Spatial Database Guide (SDG), 从而实现了空间信息在 SQL Server 数据库中的存储和调用^[2~5].

1 空间数据库引擎 SDG 数据结构模型

1.1 基于 SQL Server 的空间数据库建模

该空间数据库的功能特点如下:

(1) SDG 数据模型组织

即首先建立一整套完善的空间数据模型体系, 同时定义能满足空间查询和分析运算的地理数据类型, 然后将空间数据合理地存入 SQL Server 关系型数据表中, 并通过双向索引表建立起商业数据表与空间坐标表间的链接, 以解决在一个 Database 内多个属性与空间 table 关联的一致性和可逆性问题.

(2) 数据的空间完整性操作

SDG 必须解决在标准 SQL 操作下对数据的锁定机制, 从而实现 Client/Server 结构下对数据的共同操作, 以防止用户间的破坏数据完整性问题.

(3) 在 SQL Server 数据库实现数据保护

SDG 必须确保在将空间数据存入 SQL Server

中时, 无需进行复杂的应用修改或使用特殊的保护装置, 从而对用户使用权限的管理能够简单方便地实现.

(4) 优化 SQL Server 数据库查询

可使用基于规则的查询优化技术, 来实现对空间数据的有效操作, 以提高客户/服务器交互处理速度, 达到或超过集成式 GIS 平台的空间查询能力.

(5) 建立供开发必需的客户库和商业服务库

在客户端、商业服务层建立一套供开发工具调用的函数库——C-API, 然后通过建立空间数据表和属性表的合并关系, 来支持空间数据表的处理, 即当系统访问空间数据表时, 通过使用空间数据库引擎的 API, 以保证在访问属性数据表时, 可使用标准的 SQL 功能.

1.2 SDG 数据模型体系结构

这是三级 Client/Server 网络系统中的空间数据库引擎, 它在客户应用端、商业服务端和数据服务器端均能对数据和信息进行操作. 其体系结构如图 1 所示.

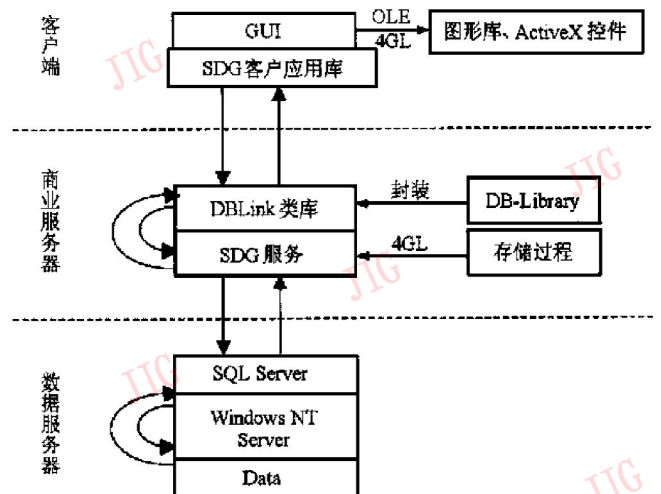


图 1 空间数据库引擎 SDG 体系结构

其中, 在客户端可以利用 4GL 调用 ActiveX 控件或为某一特别应用直接进行开发, 而且其应用程序调用的空间数据库引擎 SDG 客户端处理模块是一组功能强大的类库, 也是一个处理客户端应用请求的 API 接口. 而对商业服务器接收的应用服务发出的请求, 则可通过商业服务器对地理实体和数据库进行两级封装, 根据确定的商业规则和商业策略, 由空间数据库引擎 SDG 向数据服务器转发 SQL 指令, 并接收返回结果, 再发往服务前端.

在服务器端, 可通过空间数据库引擎 SDG 服务器处理模块, 来对存入 SQL Server 中的空间属性数据进行访问, 即服务器可在本地执行全部的空间查

询和数据提取、存入工作,它首先将满足搜索条件的数据在服务器缓冲存放,然后经网络发回到商业服务器.缓冲处理是先收集大块数据,然后再将整个缓冲区中的数据发往商业服务器,而不采用一次只发一条记录的方式.采用这种在服务器端处理并缓冲的方法主要目的是为了提高效率,降低网络的传输压力.对于像土地管理这类主要是对数据库进行查询处理的应用系统,空间数据库引擎的体系结构显得极其重要.

SDG 可以采用两种处理方式(或称为协同处理方式),处理既可在客户端进行,也可在服务器端进行.因此对于一些耗时的计算操作,可选在客户端处理^[6,7].

2 空间数据库引擎 SDG 数据组织

在 SQL Server 数据库中,空间数据库引擎 SDG 是一个可对空间数据进行管理的连续数据模型,通过这一模型,在关系数据表中可实现对空间数据的操作,具体实现是将空间数据类型加到关系数据库中.SDG 并不改变和影响现有的数据库内核,它只是在现有的数据库表中加入图形索引项,创建空间数据表,以供软件来管理及访问与其关联的空间数据.图 2 则说明了空间数据如何存入关系型数据库中,并实现查询的基本概念.

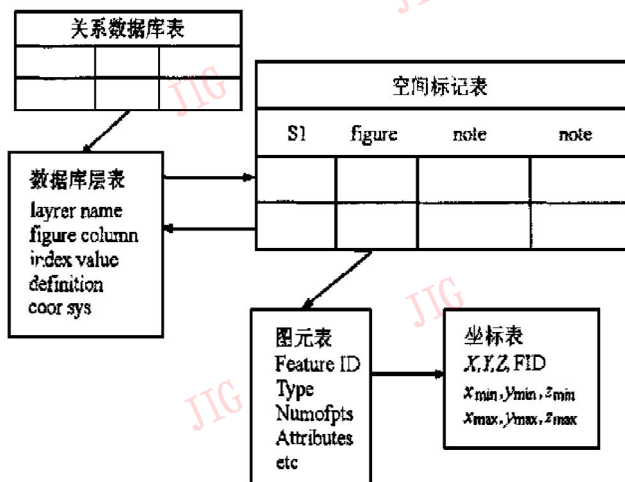


图 2 空间数据库引擎 SDG 数据组织及操作

从图 2 可见,层表(Layer Tables)将区域内的地理数据分成不同的专题层,而每个专题层的具体数据可以存放在不同的表中,这种层表记录了区域内空间数据的基本状况,并对其它的表进行管理.通用的商业数据库表,在加入图形数据项后,称为空间标记表(Spatial Stamping Tables).该空间标记表的

每一条记录对应一个图元,它除了记录若干属性值外,还包含图形的数据字段(Figure),但实际的空间数据并不放在空间标记表中,而是存放在相关的图元表(Features Table)中,两者通过 Figure 字段关联;图元表(Features Table)是记录空间数据的表,它对每一个图元进行编号,并记录每一个图元的类型(点、线、多边形等)、该图元所含点的数量(对线而言是端点和节点、对多边形而言是顶点)、点序等,但具体的坐标值不放在图元表中,而放在坐标表中,两者通过图元号(FID)进行关联;坐标表(Coordinate Tables)则存放每一个图元的点坐标,以及图元最大、最小坐标值,它通过图元号与图元表关联.在采用这种方式存储和组织空间数据后,就可以像对待通常的关系表那样,对空间标记表进行图形数据的合并、分割和拓扑运算,也可以进行图形到属性或属性到图形的查询^[2~5,7].

在土地产权产籍应用系统中,宗地间的分合变更,实质上就是在 SQL Server 数据库中对两个空间表的加减运算,每个空间(坐标)表则代表了一个操作对象.图 2 中的空间标记表则是 SDG 对 SQL Server 表和空间数据进行管理的关键.对于带有空间索引的商业数据表,可以采用标准的 SQL 语言进行图形到属性、属性到图形的查询,如查询某一宗地的权属信息(所有人姓名、地址、土地面积、土地来源、性质等等)或根据给定的某权利人,查询其宗地位置及宗地的变更历史等.

3 空间数据库引擎 SDG 地理要素表达

由于 SDG 采用连续的数据模型,因此对所管理的数据对象不受范围的限制,如可将土地宗地拼接在一起构成一个街坊,再把街坊拼接成街道,然后把街道拼接成整个城市.可是,对于空间数据库引擎来说,每一个宗地块则可被看作一个完整的多边形存放,只需一次操作,就能实现对整个宗地块的提取,而且与所有的宗地块对应的多边形均可存放于同一个图形数据层中,其它的地物层则分别被存储在不同的图形数据层中.SDG 可将整个层定义为可编辑、可显示,或不可编辑、不可显示等.

而且,SDG 将所有的几何形状归纳为点、线、面 3 种基本要素,即

(1) 二维空间点(或三维空间点) 定义为离散的、无面积或无长度的地理要素,如大比例尺地图上

的水井、电线杆以及小比例尺地图上的建筑物等,其拓扑关系可用单一的 (X, Y) 坐标记录表达。

(2) 简单线段 一组有序的 (x, y) 坐标串,用以表示线状地理要素,如街道、河流、等高线等地理要素。

(3) 面(多边形) 与一组起始点和终止点相同的封闭线段对应的 (x, y) 坐标串或称多边形,如行政边界、土地利用图地块、地籍宗地等。面可以是简单的多边形,也可以是带岛的多边形。

空间数据库引擎SDG还可以扩展到三维。 Z 值用来表示 X, Y 点处对应的高度或深度。因此,SDG的图形可以是二维的 (X, Y) ,也可以是三维的 (X, Y, Z) 。这里,对每一种类型的图形都有一组合法性检查规则,用以在将该图形存入RDBMS之前,检验其几何正确性。

4 土地产权产籍系统中的实验及应用

根据本文提出的空间数据库引擎设计模型和方法,结合在土地产权产籍系统中的应用,研制开发了一套商业化的网络级三级客户/服务器土地产权产籍管理系统(LandReGIS,土地登记之意简写),已在一些土地部门使用。该系统选用了微软公司的SQL Server 6.5(新版本升级为SQL Server 7.0)为数据

库平台,对地理实体和数据库连接分别进行封装;对地籍图形数据则通过空间数据库引擎SDG存入SQL Server数据库中。从而该系统可实现对土地产权产籍管理的登记、变更、调查、审批、缮证全过程的动态管理工作;该系统对宗地的变更历史可以进行快速浏览,也可根据不同的查询方式和条件进行详细查询;对于已成为历史状态而进入历史库的数据,都可方便地进行图形属性双向互查。该系统可以按变更的历史顺序依次撤消,只将最后一次认可的历史数据回退到现时库中。此外,该系统还提供了图形编辑、输出、数据自动备份、系统修复、互联网信息查询、系统维护及安全保护等功能,其系统的逻辑关系如图3所示,图4则为采用该模型的实验结果和系统的运行实例。

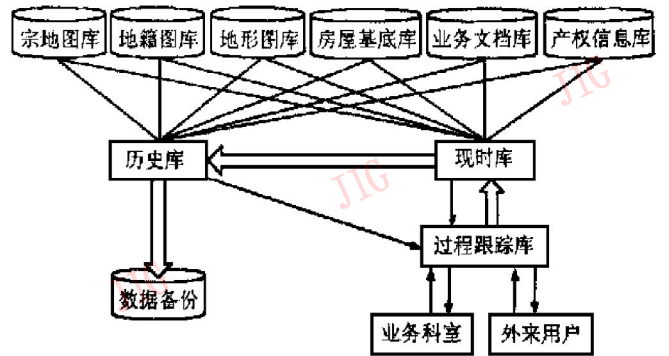


图3 土地产权产籍管理系统的逻辑关系

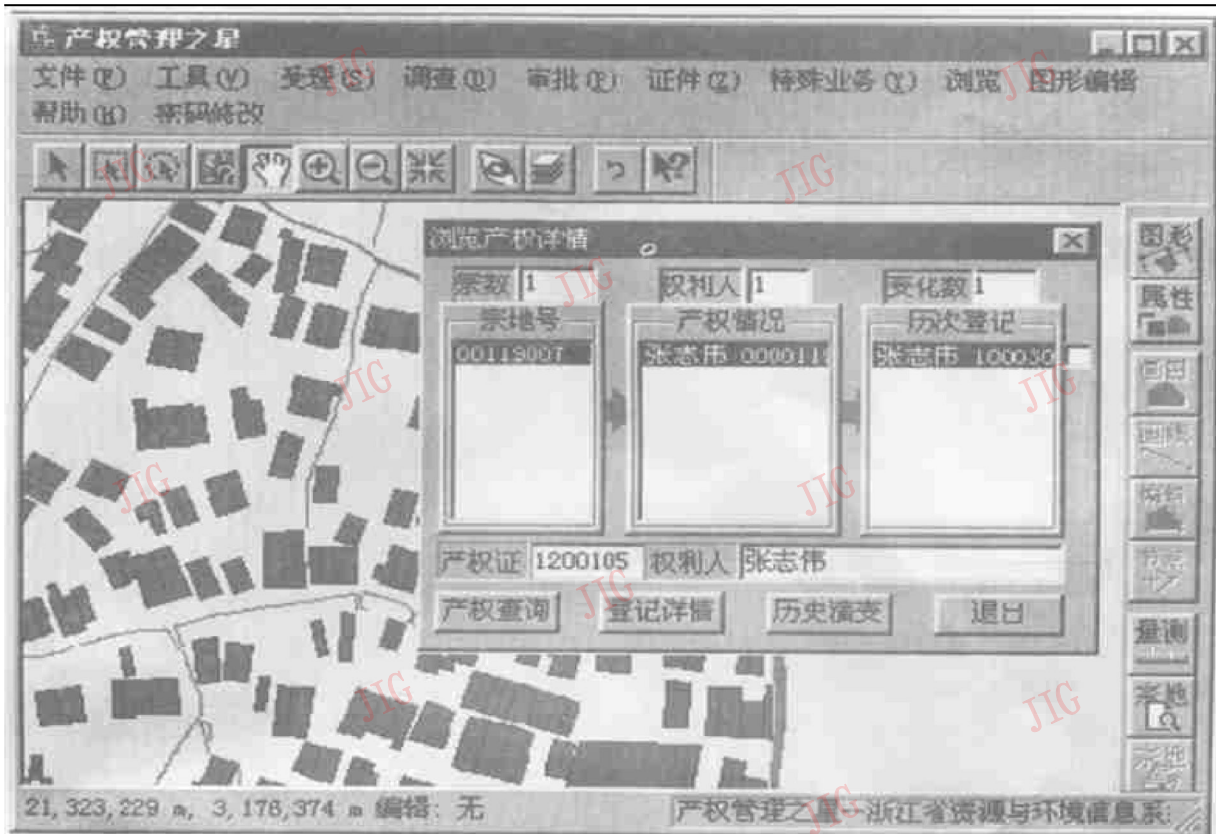


图4 土地产权产籍管理系统运行实例

5 结 论

实验结果和实际应用表明, 根据本文提出的数据结构模型所开发的数据库引擎 Spatial Database Guide(SDG), 可以实现在 SQL Server 关系型数据库中对空间图形数据进行存储、拓扑运算和拓扑分析等操作. 基于 SDG 开发的土地产权产籍系统目前已在国内土地部门使用, 经不断改进, 空间数据库引擎 SDG 运行稳定, 性能良好, 易于开发, 适用面广. 在已经过鉴定的九五国家重大地方攻关项目及其他 GIS 应用领域也得到了很好的应用, 已替代了昂贵的进口同类产品. 但 SDG 仅是一个精简型的空间数据库引擎, 总体功能还有待于进一步完善, 目前正在进行这方面的研究开发和改进工作.

参 考 文 献

- 1 龚键雅. 当代 GIS 的若干理论与技术. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999, 44~ 46.
- 2 ESRI. Spatial Database Engine. <http://WWW.ESRI.COM>. 1999.
- 3 Mapinfo. SpatialWare. <http://WWW.MAPINFO.COM>. 1999.
- 4 Intergraph. Software Product. <http://INTERGRAPH.COM>. 1999.
- 5 ORACLE. Data Cartridge Operating System Interface. <http://WWW.ORACLE.COM>. 1999.
- 6 萨师煊, 王珊. 数据库系统概论(第 2 版). 北京: 高等教育出版社. 1991: 94~ 115.

- 7 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构(第 2 版). 北京: 清华大学出版社. 1992: 19~ 35.
- 8 Henry Tom. GIS Database Directions. In: Geoinformatics'98 Conference Proceedings. China Association for GIS. Beijing, 1998, 79~ 88.



刘仁义 副教授, 1982 年毕业于武汉测绘科技大学摄影测量与遥感系, 1998 年调入浙江大学工作. 主要研究领域为面向对象的空间数据库理论、时空数据模型及 GIS 应用系统技术开发.



刘 南 教授, 天体物理专业本科毕业. 从事气象、地理工作多年, 1992 年底创办浙江省资源与环境信息系统重点实验室, 任室主任. 获多项省部级奖. 主要研究领域为 GIS 理论及应用.



苏国中 硕士, 曾参加和承担了多个科研项目的开发和组织工作, 合作出版专著 2 本, 论文数篇, 曾获省部级二等奖, 主要研究领域为数据结构、算法语言、GIS 系统工程及矢量栅格图象处理.

新 书 邮 购

由中国图象图形学学会和科学出版社联合推出的“图象图形丛书”现已出版 6 部, 若有需要, 请邮汇书款至: 北京海淀区花园路 6 号, 《中国图象图形学报》编辑部, 邮编: 100088. 汇款单上务必注明所购新书之序号, 并附加书款 15% 的挂号邮费.

序号	书 名	作 者	价 格
1	机器视觉	贾云得	32.00 元
2	视频数据库管理系统导论	周洞汝	18.00 元
3	遥感图象信息系统	张永生	36.00 元
4	遥感图象获取与分析	朱述龙	18.00 元
5	图象处理与分析——数学形态学方法与应用	崔 屹	23.00 元
6	面向智能体的视觉信息处理	刘健勤 盛津芳 魏敏洁	20.00 元