

适合共享的面向对象的地理数据模型

李伟生 许云涛 胡启平

(武汉测绘科技大学计算机科学与工程系, 武汉市珞喻路 39 号, 430070)

摘 要 讨论了地理信息的特点, 提出了一个解决地理信息共享的面向对象的数据模型。

关键词 联机系统; 地理信息系统; 数据模型

分类号 TP391; TP311.12

1 地理信息的特点

地理信息的基本要素是以几何方式描述的信息, 如点状信息、线性信息、面状信息等。但是, 完全以几何要素为导向划分地理信息会遇到许多麻烦。事实上, 有的地理信息能用形状描述, 有的则不能用形状描述。

地物的几何特性是观念的东西。对不同比例尺的地图, 同一地物会表现出不同的形状。例如, 一城市在某图中为面状, 而在另一图中则可能是点状。有形对象之间存在着复杂的关系, 如拓扑关系、度量关系。无形的地理信息与大地位置相关, 这些数据依托某个位置而存在。非几何数据之间存在着复杂关系, 非几何数据与几何数据之间也存在着复杂关系。

当把各种地理信息按组合语义集成时, 相对于空间分布有以下几种形式:

(1) 平面组合。一个省由一些县或市构成, 这些县市互不相交。省与县市可能具有包含关系, 县与县之间可能具有邻接关系。在这样的结构中, 也许县是最小组合单位, 也许县由区乡表达。这种划分层次不能预先设定, 层次数应是可以演化的。如果平面组合的层次有所变化, 它不应该影响整体结构, 因而不必改变应用程序。

(2) 立体组合。例如, 一个省由行政区、动物保护区、特别农业区构成, 所有这些区都包含在省界内, 在空间上处于不同层次。层次不可预设, 层次数应可以演化。

(3) 交叉组合。例如, 一个省的信息由行政区划、河道、铁路构成, 河道与铁路网并不是仅包含在这个省内, 而是跨越几个省。它们既在省内交通分析中担任角色, 也在全国交通分析中担任角色。从省可以找到铁路信息, 从铁路也可找到省的信息。

地理信息有两种基本语义。第一种语义可称作空间语义, 如同一幅悬挂的地图所反映的几何位置关系。第二种语义可称为地理构成语义, 它反映的是地理因素之间的逻辑关系, 即一幅悬挂的地图中几何符号所代表的内涵。这两种语义各有特点, 又互相联系。

一个合适的地理信息系统数据模型应该具备如下特点: ①语义清楚, 既能表达地理因素的构成语义, 又能表达地理因素的空间语义。②数据组合灵活, 可以轻易地调整数据模型而不影

响已有应用程序,能灵活地表达各种拓扑关系及度量关系。③地理对象的嵌套深度和广度不受限制,使之能够表达各种平面组合、立体组合、交叉组合。地理数据不仅可以在单机上嵌套,还可以实现多机的数据嵌套。④可以按空间语义建立索引,也可以按构成语义建立索引。应用的索引能有机地结合用户端和服务端的操作。

2 一个面向对象的地理数据模型

2.1 地理对象

地理对象定义所有地理因素的基本特征。它含有两种基本信息:属性信息和构成信息。属性信息描述多个及多种属性,个数可以变。属性有定长的,也有变长的。任何专题地理信息都有一些固定的属性描述(如一个省有省名、首府、人口等一般属性)。不同的应用可能需要一些特殊的属性。同时随着时间的推移,一些新的属性信息也可能成为常用信息。因此,模型应该满足增加属性的需求。固定的专题地理信息的属性应该在地理对象的子类中定义,而作为提供抽象的地理描述的地理对象类则应提供增加属性的能力。为此,在地理对象内,定义一个属性容器,存贮“关键词名/关键词值”对。

一个地理对象可能由其它地理对象构成(如某省由 30 个县构成),也可能仅仅由几何符号表达(如县是最小的行政区,则县由其边界线构成)。为表示地理对象的构成成份,特定义一个成份容器。地理对象类的基本描述如图 1。

地理对象中的“成份”类型为一指向地理对象类容器或几何对象类的指针。因此,实际的地理对象是一个树结构。当“成份”指向地理对象容器,它是树的内结点;当“成份”指向几何对象,它是树的叶结点。

图 2 就是这样的实例。在图中从“成份”框引出的线表示这个容器中的一个可能成员。这是一个城市的实例,在实际应用中,城市实例可能是地理对象类的某个子孙(城市类)的对象。

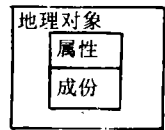


图 1 地图对象类

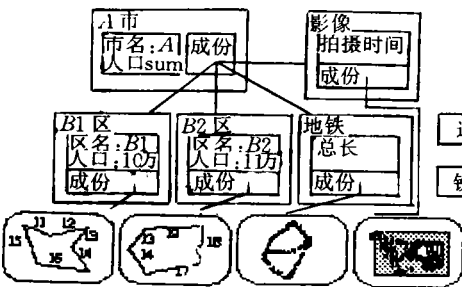


图 2 地理对象的一个实例

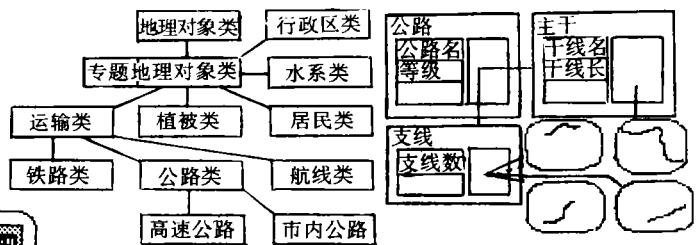


图 3 专题地理对象类

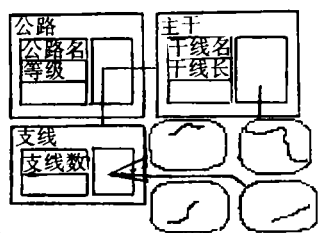


图 4 公路对象

2.2 专题地理对象

地理对象中的一大批专题对象,如铁路、公路、行政区等,都有固定的模式。一旦预定义好,就可方便地被用户使用。由于专题信息的语义清楚,使用面向对象的方法刻画它们十分得力。专题地理对象类是地理对象类的一个子类,常见的有运输类、植被类、居民区类、水系类、行政区类等。专题地理对象类是一般地理类的特殊化。各专题类存在着一些固定的属性变量。另外,它们还从地理对象类中继承了可用于属性扩展的属性容器。图 3 是一些专题对象的继承关系描述。每一个专题对象也是一个树结构。图 4 是公路对象的可能例子。

2.3 几何对象

在处理地理信息时,常遇到两种几何对象:一种是纯几何对象,另一种是拓扑几何对象。纯几何对象类包括点、线、面、栅格图像等,拓扑几何类包括结点、链、拓扑链及拓扑面等。图 5 描述了这些概念的语义。

复杂几何对象类是一个聚集几何对象的树结构。每个工作站上一般只有一个叶结点,树的宽度可定为应用所联通的工作站数。每一个叶结点含有 3 个主要变量,分别表示点容器、线容器、面容器。容器中的成员可以是纯几何对象,也可以是拓扑几何对象。复杂几何对象还负责管理空间索引表,提供按位置查找位置、属性的接口,它反映了地理对象按空间展布的语义。另一方面,地理对象树结构以指向几何对象的指针为其叶结点,从而使地理信息的构成语义与空间语义有机地结合在一起。

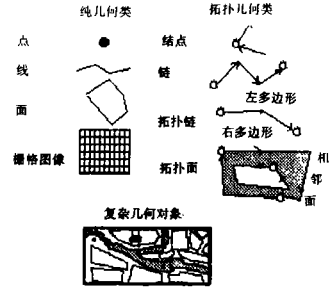


图 5 几何对象描述

2.4 地图对象

地图对象类的一个重要作用是集成所关心的地理对象,组成所需应用,并提供人机交互界面及与显示打印等外部设备和各种软件工具的接口。

地理对象类关心的是地理因素的构成,负责存贮、管理数据本身。而地图对象类关心的是提供特定的应用。地图对象通过 client/server 结构集成本机与服务服务器上的地理对象,本机数据与服务服务器上对象的实际结合通过 OID 实现。OID 结构中一定要包含服务器节点号。

图 6 给出了一个通过组合服务器端的地理对象与用户端的地理对象构成地图对象的例子。从图 6 可以感受到所提出的模型的合理性。假设用户 1 是自来水公司,本地库的信息包括管线网信息。它从基库服务器中选取街道、工厂等信息,构成自来水公司所关心的“地图”,形成独有的应用。用户 2 是公交规划部门,本地库存贮的是公共汽车运营能力及线路图,它从基库服务器中选取街道信息、交通限制信息(如单行道、时间限制道、收费桥梁)及居民区分布、商业区分布等信息,构成公交规划、调度系统。

3 模型的共享特征

以上描述的地理数据模型需以 client/server 结构为基础。这种结构的最大好处是可以实现功能分布。各用户独有的操作只占用本机的 CPU,可以大大减少网上的传输量,提高数据共享的可行性。在这种结构下,一个能为广泛的应用所接受的反映地理信息本质特征的语义清晰的模型是共享的关键。文献[3]从地图的概念讨论了地理信息中的多种语义,揭示出逻辑地图与图形地图构成了地理信息的两个侧面。文献[4]描述了其中部分概念。以上模型反映了这两个侧面并能有机地结合这两个侧面,表明了模型具有广泛的适应性。

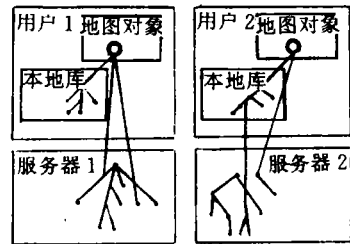


图 6 地图对象与地理对象

在以上模型中,地理对象提供了对地理对象的共性描述,专题地理对象类提供了对地理对象的个性描述,无宽度与无深度限制的树形地理对象结构提供了灵活的地理因素构成语义。地

理对象树通过叶节点与几何特征联为一体,将属性信息与图形信息统一起来,几何对象的聚合表示了空间展布的语义。所述模型完全支持各种程度的平面组合、立体组合、交叉组合。就实现而言,其效率依赖于有效的对象标识的实现。所述模型还支持多种拓扑关系的表达。既支持地理分析的拓扑分析,也支持地图处理的拓扑分析。它的最突出特点是模型相当稳健,适合支持多种应用的核心地理数据库。这种地理数据模型可以用于联机的地理信息系统的数据库模型。

联机地理信息系统以大部分公众所需要的基本地理信息为存贮管理对象。用户不仅可直接访问这些信息,还可将这些信息的一部分与本地信息有机地结合起来,形成独自的应用。例如:(1)将基库的城市街道、建筑信息与本地的通讯网信息相结合,组成通讯网管理系统。(2)将基库的城市街道、建筑信息与本地的自来水管道的信息相结合,组成自来水管理系统。(3)救火指挥车通讯设备与联机地理信息系统挂接,直接获取出事地点的资料,如楼道结构、危险品贮存地、消火栓位置等。(4)汽车驾驶员通过无线电通讯设备与联机地理信息系统挂接获取公路图及实时路况信息,结合本地GPS信息,构成实时导航系统。

由这些例子可以感到,为公众提供联机地理信息服务是提高地理信息利用率的有效途径。可以预见,下一个世纪的地理信息系统将使地理信息大众化和提供联机服务为主流。

参 考 文 献

- 1 Smith T, Pequet D, Menon S. KBGIS- II, A Knowledge-based Geographical Information System. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1987, 1(2): 13~31
- 2 Milne P, Miton S, Smith J L. Geographic Object-oriented Databases: A Case Study. Australia CSIRO Report, 1992.
- 3 Li W. Object-oriented Modeling for Map Generalization: [Doctorial Thesis]. Australia: QUT, 1995
- 4 李伟生. 数字环境下的地图传输. 武汉测绘科技大学学报, 1994, 19(4): 359~362

An Object-oriented Geographical Data Model for Shared GIS

Li Weisheng Xu Yuntao Hu Qiping

(Dept. of Computer Science and Engineering, WTUSM, 39 Luoyu Road, Wuhan, China, 430070)

Abstract This paper discusses the characteristics of the geographical information. An object-oriented data model that is appropriate for shared applications is suggested.

Key words on-line system; GIS; data model