

军用决策支持系统 VIGOR

贾丽丽 吕月楼 (长沙国防科技大学计算机系研究生队 410073)

摘要:本文介绍了军用决策支持系统 VIGOR 的设计与实现,并讨论了它对军用辅助决策功能的支持。

关键词:GIS 对象关系模型

一、VIGOR 的研究目的

VIGOR 是针对军事应用设计的,其结构图如图 1。地图信息通过输入设备形成原始数据之后,系统对它进行矢量化,形成可用的数据存储到地图数据库中。初始的地图信息一般不全,需要手工编辑,如加入标志、地物关系等。系统同时向用户提供信息查询和决策支持的功能。

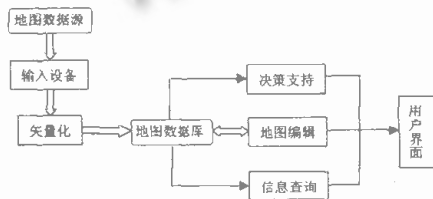


图 1 VIGOR 系统结构图

现代化条件下的高科技战争要求多兵种协同作战,战场地域空前广阔。面对陌生复杂的地形,系统应能实时地提供地理信息,帮助军队在短时间内做出快速准确的反应。这在现代化战争中将占有举足轻重的作用,甚至是赢得一场战争的关键。针对这种考虑,系统需要实现如下功能:

(1) 地图信息准确可靠,并可以根据实际情况做实时编辑,包括地物名称、位置、属性的修改等,地图的实时修改是为了适应战争环境的多变性;

(2) 地图数据库信息丰富,只有丰富的地理信息才能提供快速精确的查询,并能为辅助决策提供可靠的支持;

(3) 系统具有灵活方便的信息查询功能,可以从多个角度向用户提供地理信息,让用户对所处的环境获得充分的了解;

(4) 具有路径计算、导引功能,可以帮助决策者选择

两点之间的满足一定条件的最优路径;

(5) 具有一定辅助决策功能,如给出火力部署或进攻建议等。

二、VIGOR 的设计及实现

VIGOR 利用 GDB/P 作为空间数据库管理系统。GDB/P 是国防科技大学自行研制开发的无重写并行数据库管理系统。

1. 系统特点

随着 Internet 与 Intranet 的飞速发展,各种软件纷纷向网络移植,鉴于此,我们在系统的设计和开发上完成两个版本:支持 client/server 结构的 VC 版,Internet GIS 的 Java 版。除一般 GIS 系统的特点外,VIGOR 还具有以下特点:

① 严格的平台无关性。用户可以使用任意 WWW 浏览器,通过 WWW 就可以访问本系统。

② 除了定义结点、弧段、多边形、孤立点等常用的数据类型以外,还增加了适合军用地图的数据类型。

③ 安全性。客户在进入本系统之前必须进行严格的身份验证,不同的用户对系统数据的访问权限不同。

2. 地理数据的获取

系统数据的获取主要通过扫描仪对军用地图进行扫描,然后对所获得的图象数据进行图素的提取和编辑后形成矢量数据。也可以直接接受一些其他格式的图形数据文件(如 ARC/INFO 文件)。上述方法所获得的数据不能直接供系统使用,还必须经过一些预处理,将它们转换成系统特殊的数据结构和拓扑关系。这包括地图编辑和建立拓扑关系两个部分。

上述方法获得的原始数据难免会存在错误。因此,系统提供了地图编辑模块让用户对地图数据进行必要的修改,如某些地物的位置修正、删除一些地物或增加一些地物等。同时地图编辑模块还允许用户编辑地物的属

性。原始地图信息不可能包含足够的地物属性,如地物的占地面积、高度、质地等。因此我们必须对地图的地物属性进行一些必要的手工编辑。系统为每个地物维护一个属性表,属性表为系统建立拓扑关系和查询提供依据。

要从全局上把握整个地图,必须建立地物间的拓扑关系,包括空间对象和属性间的包含、相交和邻接关系等。系统通过分析地图空间数据,自动建立地图拓扑关系,拓扑关系存储在地物的属性表中。

3. 信息查询

系统信息查询包含地物常规信息查询和拓扑关系查询。常规信息查询指用户可以选定地图中任何一个地物,然后查询它所有的属性,常规信息存储在地物的属性表中。拓扑关系查询主要查询各种地物之间的相对关系,如查询某段公路经过了哪些地方,它旁边主要有些什么建筑物等。对于这一类查询,系统一般可以直接从地物的属性表中获取所需要的信息。如果拓扑关系不健全时,系统计算其他地物与被查询地物之间的关系,给出查询结果,同时将计算出来的结果存储到相关对象的属性表中。

4. 决策支持

地形对战争的重要性是显而易见的。指挥官往往要预先对战场进行实地考察,战场的地形和地质往往决定了所能采取的战争方式。系统实现了如下辅助决策功能:

- 对于一定地形下的军队部署,系统估计出敌我双方利弊情况,给出适合进攻的路线和重点防守的地方;
- 对于当前战场,系统对它进行适当评价,做出适合或不适合于进行什么战争的判断并给出原因;
- 对于一定地形和战争目的,给出军队部署的建议;
- 对于某一地点,计算其视角和射角,作为首长指挥或系统决策的支持。

5. 系统模型

系统模型是对实体主要因素的抽取建模,它既能反映实体系统某一特定方面的结构属性,又能反映原实体系统的行为功能方面的结构属性。系统模型是数据处理流程的第一站,决定了系统处理的数据类型。数据结构是数据处理流程中对系统模型的继续,为数据处理提供数据组织框架。当前 GIS 中常见的系统模型有栅格模型、矢量模型、矢栅混合模型、矢栅一体化模型、关系型数据模型和面向对象型数据模型。

关系型模型将数据的逻辑结构归结为满足一定条件的二维表,表的行代表实体,列代表属性。可用下表表

示:

$$R(A_1, A_2, A_3, \dots A_n)$$

其中 R 表示关系名,如公路; A_i 表示属性名,如名称、长度、载重量、材料等。关系模型用二维表来表示实体及实体联系,具有直观、简单、易于理解、便于操作等优点。但对于复杂实体的描述,为了达到关系的规范化,对实体的分解有时比较牵强,这就限制了它对复杂对象的处理能力。面向对象中类的继承性使面向对象的系统呈现为一个层次结构,能够非常清晰地表达和描述简单实体与复杂实体之间的关系。这种模型与现实世界中的地物一一映射,描述自然,易于理解。但对象的相对独立性不利于描述对象间的复杂关系。为了既能够清晰描述与分割自然地物及其复杂的关系,又能充分利用关系型的 DBMS 成熟的技术,方便地实现从上层的对象模型向底层的数据库存储模型转换,在 VIGOR 的设计中,我们结合对象模型和关系模型的优点,提出了适合于复杂对象管理的对象关系模型。

在对象关系模型中,将关系看作是类,关系中的元组是类的实例化对象,类的数据成员描述元组的属性。对于复杂实体的分解,转而利用对象的继承性来描述简单实体与复杂实体之间的关系,允许一个关系继承一个或者多个关系,例如河流关系既是交通关系的子类,同时也是水系关系的子类。

模型的结构如图 2 所示,其中箭头表示继承关系,直线表示类和属性的关系。

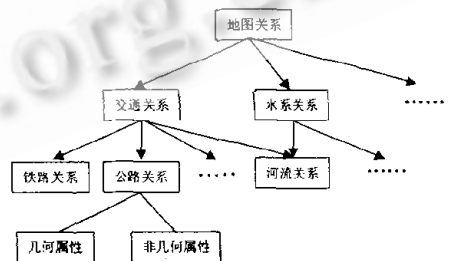


图 2 模型结构图示意图

关系模型是通过表格数据来表示和实现两实体间的关系的。例如公路和铁路分别属于公路关系与铁路关系,在关系模型中两者之间没有直接的数据关联,因此也就无法表示它们之间的关系。加入了对象的概念以后,它们就都是交通关系的子关系了。

从用户的角度来看,地图关系为地图对象类,交通关

系、水系关系等均为专题地图对象类,它们之间是继承关系。第三层为基本地理对象类,它们分别继承了部分二层关系的属性。第三层关系的属性包括空间几何对象属性(存储空间几何信息)和非空间几何属性。每一种关系都是一个类,它抽取了自然界中属于该类的所有对象的公共信息。

对象关系模型支持多重继承,多重继承的特点使模型具有可扩充性,系统可以方便地加入新的关系以适应新的需求。子关系继承多个父关系的特性可以自然地描述一些复杂对象的结构。例如我们可以增加运河关系这一类,它同时继承了交通关系和水系关系两个类的属性。良好的可扩充性是决定一个地理信息系统生命周期长短的重要因素。

在使用对象关系模型建模时,系统可以用类似于定义类的方式来定义表,如:

```
CREATE TABLE cities
    name          text,
    population    float,
    altitude      int
```

);

其中 cities 是一个新建关系,它没有父关系,其属性有名字 name,人口 population 和海拔高度 altitude。然后可以定义子类 capitals:

```
CREATE TABLE capitals (
    state         char2
) INHERITES (cities);
```

cities 的子类 capitals 除了继承 cities 的全部属性(由 INHERITES 实现),还增加了一个私有的属性——所属的州 state。如果需要的话,一个类可以继承 0 个到多个类。

对象关系模型保持了关系模型的特色,并增加了面向对象的思想,其物理模型很容易在关系数据库管理系统中实现。面向对象的方法能够最直接最自然的描述和表现自然界的事物,当前较高层次的程序语言都是面向对象的或者具有了面向对象的特征。因此对象关系模型减少了空间数据库与程序语言结合时受到的限制。

6. GDB/P 对 VIGOR 的支持

GDB/P 支持多种空间数据类型,并提供了大对象的存储管理机制。GDB/P 还提供无重写的并行机制,提高了对数据库的访问效率,有利于处理 GIS 中的大量地理信息。

(1)GDB/P 对空间数据类型的支持。GDB/P 除了为用户提供了丰富的空间地理数据类型(如点、线、矩形、多边形等)外,还向用户提供了很多对空间数据类型操作的函数。如点点之间的位置判断函数 point_left(Point * pt1, Point * pt2)等。

GDB/P 还提供了高效率的复杂空间信息查询函数。例如对于查询:Query:"Find the shortest path from A to B that only goes through areas with altitude < 1000 feet",数据库根据查询获取查询条件,然后对地图空间数据进行计算,并通过相应的算法找出满足要求的路径。系统采用 SSNF(Spatial Search with No Filtering)的策略,即首先找出所有从 A 到 B 的所经过的区域,然后从中筛选出不满足条件:高度小于 1000 feet 的所有区域。执行时为了提高效率,系统先生成一个 R-tree 索引,并在搜索 R-tree 索引的过程中生成一个候选区域集合,选入集合的元素的条件是该区域的 MBR(最小边界矩形)要与目标(从 A 到 B)的 MBR 交迭(overlap)。GDB/P 提供了判断两个对象的 MBR 是否交迭的函数:box_overlap(BOX * box1, BOX * box2),因此系统构造候选区域集合只需要一条语句:SELECT * FROM tablename WHERE box_overlap(* source_MBR, * destination_MBR)。

(2)GDB/P 对多媒体数据的支持。GDB/P 提供了大对象来支持对多媒体数据的存储和管理,大对象为多媒体 GIS 中数据量很大的音频、视频等多媒体数据类型的存储和操作提供强有力的支持。例如,大对象可以帮助我们人事信息和照片信息集成在一起。

7. 用户界面设计

VIGOR 提供图形用户和命令行式人机交互两种界面。不熟悉 SQL 语句的用户可以使用鼠标就可以使用本系统,必要时使用键盘输入非 SQL 的辅助查询信息。对于熟悉 SQL 并且需要使用 SQL 语言进行特殊目的查询的用户,系统还提供了如何使用 PSQL (GDB/P 对标准 SQL 的扩展)的联机帮助。

参考文献

- [1] Yun - Wu Huang, Integrated Query Processing Strategies for Spatial Path Queries, IEEE, 1997.
- [2] Chen ShuPeng, GIS in China, GIS, 1995. 1
- [3] 冯玉才,《数据库系统基础》,华中理工大学出版社, 1993.

(来稿时间:1998年10月)