

# 面向对象的地理信息系统 ViewGIS 设计原理

唐小明

**摘要:**本文全面地论述了面向对象的地理信息系统设计方法和原理。重点集中在三个方面:1)如何根据空间、属性数据管理的特征提出需要解决的问题?确定 GIS 的数据组织方式和应具备的功能。2)如何将数据和功能有机的结合在一起创建解决问题的类?3)一旦新的问题出现,如何在原有的基础上进行扩充?只有将这三方面问题研究透彻才能研制出优秀的面向对象的地理信息系统。

**关键词:**面向对象 地理信息系统 问题求解类

## 一、引言

面向对象的程序设计就是将面对的问题(对象)按其自然属性进行归类,以人们通常的思维方式进行描述,建立每个对象的模型和关系,即对象类。类与类之间又可以通过继承、引用而生成新的对象类。整个软件由各种不同的类构成,每一类通过消息而被激活。具体地说面向对象的程序设计就是将数据(亦称数据成员)和功能函数(亦称成员函数)封装在一起而形成的一个整体,数据获得了保护。每个类一旦被激活就相当于状态和功能皆具备的活化机体。面向对象的程序设计从思维方式和实现方法上发生了根本性的变革,如何用该方法设计出优秀的 GIS 软件是 GIS 研究人员面对的新课题。为此我们将多年来开发的地理信息系统软件—ViewGIS 的设计和实现方法献于读者。

## 二、对象问题的提出

寻找求解的问题是面向对象程序设计的第一环节。作为通用型的地理信息系统 ViewGIS 所面对的对象是:地图和数表。地图隐含着地理的空间信息和属性信息;数表又与地图有着千丝万缕的关系。地图反映各种空间、属性特征的信息依靠地图要素(点、线、面、符号、填充类型、线型、附图、表格、文字、颜色等)得以体现。空间数据、属性数据是这些要素的灵魂。地理信息系统就是要分析空间、属性数据之间关系,并在空间、属性数据之间建立沟通的桥梁,最终制作出用户所希望的各类地图。ViewGIS 解决的问题是:(1)对空间、属性数据进行

组织;(2)设计 GIS 功能模块;(3)将数据和功能结合起来。

### 1. 数据的组织

(1)空间数据:空间数据是描述事物空间地理位置的一种表现形式。GIS 中处理的图形主要是地图,图象以卫片和航片为主。这里只说明图形的组织方法。在地图中表示的空间地物常常可以划分为不同层次,每以称之为专题图。这些专题图共有四类,它们分别是:点状图、线状图、面状图和等值线图。任何地图以上四类专题图的组合。为了充分反映以上四种类型的空间拓扑关系,ViewGIS 的矢量数据采用了树状索引编码法。

对于线状图来说,线段的空间信息通过线文件中的起点坐标记录号和折点数从坐标文件中获得;对于面状图,根据多边形文件的起点线号和线数从线号文件中的多边形的边界线号信息,再根据边界线号从线文件和坐标文件中获得线的空间坐标等信息。

等值线图由点文件和线文件构成,点文件反映地形图中的高程点信息,线文件反映每高程线的信息。标识值为点、线的等级值,对等值线图,它的等级值就是它的高程值。关键字是作为空间数据和属性数据通讯的认可值。各类地物(点、线、多边形)的属性状况都是通过关键字从数据库中提取相应的内容。

(2)属性数据:ViewGIS 采用了灵活的关系型数据结构,用户可以自定义各种结构,与 DBASE 和 Foxpro 等数据库结构完全兼容。用户定义的结构信息作为数据库的文件头,通过它检索相应的记录信息。各种图形的属性信息通过关键字在数据库中查找。

(3)绘图要素: ViewGIS 绘图要素数据有符号、图例、填充、线型、填充指派、线型指派等, 由于这些数据种类繁多, 这里不予说明。

## 2. ViewGIS 基础功能模块

(1)图形输入: 对专题地图进行数字化处理, 建立相应的图形数据库。在数字化处理过程中需要一些必要的图形编辑功能。

(2)图形编辑: 对点、线、面等各类专题图进行图形编辑和更新处理, 对于面状图, 实现结点、内点和多边形的自动生成, 并建立空间拓扑关系。

(3)图形操作: 实现图形的裁剪、拼接、提取、合并、叠加等各种分析处理功能, 达到空间数据、属性数据自动更新的目的, 并生成用户所需专题图的空间、属性数据库。

(4)图表综合查询: 找出点、线、面等各类空间数据之间的关系, 实现空间对空间的查询; 建立空间、属性之间的关系, 实现空间、属性双向查询。

(5)符号制作: 实现用户符号生成功能, 建立用户自定义的符号库并对符号库进行修改更新。

(6)属性数据管理: 将各种不同类型的属性数据统一管理, 实现属性数据的输入、编辑、更新、查询、分析、处理等功能。

(7)模型推理机: 将用户定义的各种模型进行推理解释, 根据解释的结果调用相应的功能对属性数据进行分析计算, 并利用计算的结果更新数据库。

(8)逻辑解释推理机: 根据用户输入的逻辑表达式进行推理分析, 并根据推理的真假结果进行相应的分析处理。

(9)线型制作: 实现各类线型制作、编辑等功能, 建立用户自定义的线型库, 供地图制作时调用。

(10)填充类型制作: 实现用户自定义各类填充类型, 建立填充类型库。

(11)线型指派: 根据线段的属性特征从线型库中指定相应的线型绘图。

(12)填充指派: 根据多边形斑块的属性特征指定相应的填充类型。

(13)图例制作: 建立图例表格并将绘图要素(线型、填充类型、文字、符号、颜色等)指定到相应的表格中建立图例库。

(14)图形制作: 将各类不同特征的图(点状图、线状图、面状图、等值线图)按其指定的绘图要素组织绘图, 并不断调整修饰, 最后制作成图。

(15)立体图制作: 根据地形图的高程线、高程点数据建立数字高程模型, 并制作相应的立体图。

(16)立体-平面图叠加处理: 直接将各种平面图叠加到相同区域的立体图上形成专题立体地图, 并实现立体图、平面图、属性数据库之间的综合查询, 以及专题立体地图的制作输出。

(17)矢量-栅格数据结构转换: 将点状图、线状图、面状图的矢量数据文件转换成相应的栅格数据文件, 并实现数据文件的压缩和扩展; 将等值线文件转换成数字高程文件; 将各类图形的栅格文件转换成相应的矢量数据文件。

## 三、创建问题求解类

面向对象的程序设计就是根据以上提出的问题进行求解方案。首先归纳各问题的共性建立基础类, 然后以此为基础通过继承、引用, 构造各问题的求解类。

1. 基类建立: 不同问题常常有一些共同的特征。建立基类的目的就是对这些共性的求解统一安排, 而不在各类中遇到时才解决。例如, 对于数据(点、线、面的空间数据、属性数据、绘图要素数据等)的管理都需要文件存储、数据调用、内存分配等功能; 同时在处理过程中都涉及到诸如信息提示状态行、工具箱等用户界面。基类建立后, 需要这些功能的问题求解类就可以通过继承而获得。如果功能有所改变, 又可以利用多态的方法将功能重新定义。

该类的数据成员包括基本功能所需的参数、指针等, 成员函数包括公共的功能函数。

2. 点类: 表示点状图的特征, 继承基类的数据成员和成员函数后增加一些新的成员函数和数据成员。

点特征函数包括一系列诸如点显示、点移动、加点、减点等功能函数; 点数据管理函数包括读点文件、存点数据、内存分配、指针移动等功能函数; 消息函数就是对外界消息作出相应反应的功能函数。

3. 线类: 表示线状图的特征, 它继承基类的数据成员和成员函数后增加一些线状图处理的成员函数和数据成员。

线特征函数包括一系列诸如线显示、线移动、加线、减线、线合并、线分离等功能函数;线数据管理函数包括读线文件、存线数据、内存分配、指针移动等功能函数;消息函数就是对外界消息作出相应反应的功能函数。

4. **面类**:表示面状图的特征,它继承基类的数据成员和成员函数后增加一些面状图成员函数和数据成员。

面特征函数包括一系列诸如多边形显示、多边形移动、多边形生成、空间拓扑关系建立等功能函数;面数据管理函数包括读写面文件、内存分配、指针移动等功能函数;消息函数就是对外界消息作出相应的反应。

5. **复合图类**:不同专题图叠加构成综合地图的特征,通过继承基类并引用点、线、面专题图类而成。

6. **数学模型推理类**:对用户输入的各种数学模型进行解释推理,模型中包括参数、变量、数学函数、数表函数、运算符等。一旦解释成功,则根据解释的结果进行分析计算。

7. **逻辑推理类**:对用户输入的各种条件表达式进行解释推理,当条件为真反馈的结果为1,反之为0。条件中不仅有逻辑运算符(>、<、>=、<=、=、&&、||、!=)、变量、常数,还包括以上的数学模型,因此需要继承数学模型推理类。

8. **数表处理类**:一整套数据库管理模块,包括数据调用、数据输入、数据分析、查询、计算统计、排序等一系列功能。

9. **图形输入类**:图形输入所涉及的功能模块。

10. **图形编辑类**:图形编辑所涉及的功能模块。

11. **图形操作类**:图形操作所涉及的功能模块。

12. **图形查询类**:图形查询所涉及的功能模块。

13. **绘图要素制作类**:包括符号制作类、线型制作类、填充制作类、图例制作类。

14. **绘图要素指派类**:将各种绘图要素按空间数据、属性数据的特征进行统一指派。

15. **地图制作类**:根据空间数据、属性数据、绘图要素数据制作专题需要的地图。

16. **矢量转栅格类**:将各类专题图的矢量数据转换成栅格数据,将等值线图数据转换成高程数据。对栅格数据进行压缩和扩展。

17. **立体图绘制类**:将数字高程数据进行分析处理

绘制立体图。

18. **专题立体地图制作类**:将各种平面图叠加到立体图中输出,同时在立体图上查询空间、属性信息。

19. **遥感图象处理功能**:遥感数据作为数据源,对其图形、属性数据进行更新,可以及时获取空间地物变化的状况并可节省大量的人力、才力和物力。遥感与地理信息系统的结合是地理信息系统发展的必然结果。首先建立图象处理类,综合类将图形图象数表和相关功能函数封装在一起,很容易实现图形和数据库的更新,同时可以制作出以图象为背景的专题地图。

20. **统计分析功能**:调用统计分析方法对属性数据进行分析或分析模型参数求解。统计分析类可以通过继承数表类来实现。

21. **自由表格设计**:在数表类的基础上增加表格设计处理功能即可使得数据库管理更加实用。

利用面向对象的程序设计方法可以充分利用原有的问题类。并可以在此基础上进行各种各样的扩充,生成满足专题应用目标的求解类。

## 四、结束语

1,面向对象的程序设计不仅是一种新的程序设计技术,它是一种全新的软件设计思维方法。在大型软件的设计和开发方面(如地理信息系统),它的优点显得特别突出。

2,面向对象的地理信息系统可以使空间信息的综合分析更加合理。传统的地理信息系统难以将数据和功能、模块和模块有机的结合起来,地理要素和空间实体不能与现实世界的概念直接对应,空间分析、属性分析就显的十分有限。

3,总体设计、构思在面向对象的程序设计过程中十分重要。GIS软件处理的问题复杂、涉及的内容广,对那些常常被继承、引用的功能模块类必须进行全面仔细的设计。

(编者注:原文第三节中每一个类均有相应的表示方式,因篇幅较长,本刊予以删略,有兴趣的读者可与作者联系。)

(来稿时间:1997年4月)