

地理信息系统外壳开发的理论与实践

王晓栋

(中国科学院遥感应用研究所再生室,北京 100101)

摘要 在分析面向工程的地理信息系统传统开发模式的基础上,提出了地理信息系统外壳(GISS:Geographic Information System Shell)的开发模式并讨论了GISS的特点,结合地理信息查询外壳(GIQS:Geographic Information Query Shell)的实现,阐述了开发GISS的理论方法和技术路线。

关键词 面向工程的地理信息系统,开发模式,地理信息系统外壳(GISS),地理信息查询外壳(GIQS)

1 引言

地理信息系统是数据库管理技术,计算机图形学和空间分析方法共同的产物^[1],是最新发展起来的用于处理一切与地理空间分布有关的资源、环境等多种信息的计算机空间数据管理与分析系统。几十年来的实践证明GIS的应用价值。作为信息社会一个主要的子系统,它巨大的市场规模和发展前景以及对各国地理信息特殊性的影响决定了开发GIS是一个具有必然性和广泛性的任务。现在各国都在积极发展本国的GIS产业。

2 传统开发模式及外壳设计思想的提出

分析一下国内外各种面向工程的地理信息系统(project-oriented GIS),其开发模式有以下两种:

(1)平台式,即用户购买一个GIS平台(如:ARC/INFO,MGE,SICAD等),在此基础上开发所需系统。中科院开发的黄淮海地区农业可持续发展决策支持系统即属此类。

(2)构建式,即用户从确定空间概念模型,数据模型这些GIS最基础最核心的概念入手,完全重新构建自己的应用系统,如中亚房地产信息系统。

以上两种开发方式对于我国GIS技术的引入,科研人员培养,示范工程建立以及刺激GIS应用需求都起到了积极的作用。但是随着社会的发展,这两种开发模式的一些弊端也暴露了出来,这主要是由于GIS用户扩展的双向性和GIS平台开发思路的定向性间的矛盾引起的。

一方面GIS对社会渗透越来越充分,涉及图文数据的各个工作部门都感到了GIS功能的便利,而试图引入。但是GIS的用户和潜在用户由于职责,技术条件和经济条件的不同,对GIS的功能和价格的要求也不同。高级用户会作较大的资金投入,需要GIS具有查询,静态空间分析,动态预测等功能甚至还要结合本领域的专家系统。基本用户仅需要某一种或某几种具体功能,如:查询,当然,投入的资金强度也较小。另一方面,随着GIS的发展,GIS平台模块增多,功能更强,系统更大(一些大型GIS软件的功能指令已达千余条),对硬件配置要求越来越高,整套软件价格也越来越昂贵。这样,对基本用户来讲,若采用“平台式”,则必须将整个平台买下来,并为此进行昂贵的硬件配置,造成财力的巨大浪费。何况系统越庞大,其命令和界面越复杂,系统维护和二次开发都越困难,并且还会对平台资源造成巨大浪费。由于基本用户处于GIS用户“金字塔”的底层,数量很大,若采用“构建式”,会由于重复开发而造成人力和财力浪费。这也是我国GIS领域现存的一个突出问题。所以,作者认为:GIS开发模式应该再增

加一种,即地理信息系统外壳 GIS(Geographic Information System Shell)的开发。

3 地理信息系统外壳的定义和特点

地理信息系统外壳是用来提取特定类型空间信息的、依用户充填的数据不同而服务于不同地区或专题的、可独立运行的、面向工程的最简地理信息系统构建工具,它主要由 GIS 内核和用户充填外壳组成。内核决定了外壳提取信息的类型和接收的数据类型及其逻辑关系;外壳是内核与用户的交互界面。

地理信息系统外壳之所以被称作“外壳”或“构建工具”,是从用户使用的角度来讲的。即地理信息系统外壳是一个通用性的 GIS 工具。从 GIS 专业开发人员来看,地理信息系统外壳的核心是一个数据结构、文件关系、索引机制和系统逻辑都已作严格规定和缜密设计的 GIS 内核。从这个意义上讲地理信息系统外壳具有“构建式”系统的性质。但地理信息系统外壳有自身显著的特点。它的系统设计是基于普遍性考虑的一个“一劳永逸”的过程,新系统的建立只需要通过向外壳中充填新的数据即可。不像“构建式”模式下开发出来的系统一般是针对特定数据内容、服务于特定地区的,改变数据内容往往要对局部甚至整个系统进行调整和编译。可以说,地理信息系统外壳是针对“平台式”系统投资有效性差、“构建式”系统可扩展性差而出现的一种新的面向工程 GIS 的开发模式。地理信息系统外壳主要有以下 4 个特点:

(1) 功能明确:从“面向信息”的角度来看,任何一个 GIS 都是为了提取由其内核决定的特定类型的空间信息,这是面向工程的地理信息系统的根本目的,也说明 GIS 本质上是一个地理信息系统工具。

(2) 运行独立:GIS 对硬件有参数要求,也可能需要辅助软件(如汉字系统)。但由于自身带有 GIS 内核而不再另外需要 GIS 平台的支持。从 GIS 角度看,GIS 是一个独立的运行系统,这区别于“平台式”开发模式的产品。当然,独立并不是孤立,这在 GIS 开发时要特别注意。

(3) 数据可变:GIS 对数据有格式的要求,但具体数据内容可由用户任意加入,删除,修改,从而形成不同地区或专题的地理信息系统。这同“构建式”模式下开发出来的产品根本不同,作者认为菜单形式是用户充填外壳的最佳界面。

(4) 系统最简:围绕 GIS 明确的功能,GIS 只具备最基本的系统模块配置,从提取特定空间信息的角度看,GIS 是一个最小系统。

以上特点决定了 GIS 软件规模小,市场定位和硬件配置都较低,加之可用菜单界面充填修改数据,不要求用户具备很多 GIS 的知识,因此它适合于大量的基层用户使用。另外,随着 GIS 功能增强,其内部模块间逻辑复杂性呈指数增长,所以,目前来看,能形成外壳的应该是中小规模的功能针对性很强的系统,可以说 GIS 在用户广泛、功能实现所基于的数据结构与逻辑关系简练成熟的 GIS 应用领域具有更大的推广价值。

4 地理信息系统外壳开发的理论和方法

GIS 是一个特殊的 GIS 工具。因此,它的开发既要遵循 GIS 开发的一般性原则又要有自己的特殊规律。很多部门日常事物都涉及图文数据的管理,针对图文数据查询开发一个地理信息系统外壳具有广泛的应用价值,下面结合作者开发的地理信息查询外壳(GIQS:Geographic Information Query Shell)讨论 GIS 开发的理论方法和技术路线。

4.1 确定 GIS 所要提取的信息

开发 GIS 前要确定 GIS 所要提取的信息,从而决定合理的数据组织形式^[2],并且,对 GIS 的功能从信息角度进行定位有利于 GIS 的规范和技术交流^[3]。

GIQS 的功能可以归纳为以下几点:

(1) 基于图象的查询:鼠标漫游图象,对选定地物,系统可查阅其文本内容,也可调地物的二级图象或图形。

(2) 选定某个地物,系统可在专题图上将此地物找出。

(3) 选定某个地物,系统可查阅其文本内容,也可调地物的图象或图形。

(4) 选定某类地物,系统可在专题图上将此类地物找出。

功能(2),(3)和(4)是基于属性的查询,以上所有查询功能合称为双向多功能查询。可以看出,GIQS 是一个提取空间位置信息和属性信息的地理信息系统工具。

4.2 确定 GISS 系统结构和数据组织

GISS 是具体面向工程系统的抽象,应该建立在比较简单而成熟的结构之上。所以 GIQS 采用了二元结构^[4],用数据库管理系统管理属性数据,用文件系统管理空间数据。

空间数据模型是 GIS 的核心^[5],开发前必须根据 GIS 的信息产品和系统结构确定空间数据模型。由于 GISS 要提取地物的空间位置信息,而矢量模型中实体的位置是显性的,所以系统要采用矢量模型。同时系统要基于地物的图上坐标获取地物编码以便查询地物属性信息(这种技术路线是由二元结构决定的),栅格模型中地物的图上坐标和编码间有明确的逻辑关系(甚至数学关系),因而 GIS 同时要采用栅格模型。

根据系统的数据模型要进一步确定空间数据的逻辑结构和物理结构。如 GIQS 的空间数据可能源于 RS 图象,也可能源于地图。所以,栅格模型采用了全栅格和游程长度编码两种逻辑结构^[6]。分别对它们作严格的头、体结构规定,就形成了两种物理结构:RRR 结构和 GGG 结构。同样,基于矢量模型,GIQS 设计了 VEC 结构。

4.3 GISS 兼容性考虑

GISS 是一个独立系统,但不是一个孤立系统。系统设计时必须考虑其数据格式和地物分类编码方案与其它系统的兼容。

数据格式兼容源于两方面:系统数据物理结构明确,利于其它系统采用;有将其它系统数据转换为本系统数据的接口。

设计地物分类编码方案,GISS 应遵循以下原则:

(1) 按照国际国内在地理信息编码方面先期工作的普遍经验,应采用由大到小的编码方式,即树形结构分类,这样的结构有利于正向检索和逆向寻找地物大类^[7]。

(2) 由于地物编码和坐标有时共存于同一个数据文件(如 GIQS 的 VEC 文件),因此我们在保证足够图解精度的前提下,希望两者数据类型相同而不占用过多的存储空间。

(3) 外壳一般是中小型系统,其管理对象一般属于特定分类类别,如某领工区的线路都为铁道部 A 局 B 分局 C 工务段管辖,因此我们可用一位特定代码代替这些普遍性代码,在与其它系统进行数据

交流时将特定代码转换为“标准码”即可。因此在 GISS 中,4 到 5 位的编码足够将地物表达清楚。

(4) 计算机对长整数,短整数和无符号整数等几种数据类型分配的长度不一样,因此这些数据类型的取值范围也不相同。我们希望用简单而统一的数据类型进行编码工作。

基于以上几点,GIQS 选用无符号整数作为编码的数据类型。首先,这种整数的值域为 0~65 535。当要求图形坐标点的数值精度为图上 0.1mm 时,这个值域可存储一幅 6.5m×6.5m 的地图,其次,无符号整数使 GIQS 获得 5 位编码能力,能够胜任中小区域的地物编码要求。

区码	大类码	小类码	地物编码	
1	2	3	4	5

图 1 GIQS 编码的码位含义

Fig. 1 Implication of every digital in GIQS'code

针对系统服务于中小区域的特点,GIQS 对地物编码各码位进行了如图 1 的抽象定义,即前 3 位码各代表一个层次,最后 2 位码代表第 4 个层次。建立系统时,用户可根据具体情况决定各位码的地理含义,只要它们之间的树状隶属关系能得到保证即可。实际上,为了系统结构的一致和方便,GIQS 只保留了对 0~59 999 这 60 000 个数的使用权。

4.4 GISS 的功能实现——以 GIQS 为例

系统内部的信息流动控制机制叫作系统约束,而用户对信息流动方向的控制叫用户约束。GISS 是一个工具,因此两种约束机制共同存在,只有相互协调,才能使系统逻辑的严密性和用户建立系统的随意性同时得以满足。下面以 GIQS 的功能为主线,剖析其实现原理。

4.4.1 用户选择工作区,系统调出工作区图

查询系统“工作区菜单”源于一个菜单文件 MENUQU.WHZ,另有一个文件 MENUTU.WHZ 存储各工作区对应的空间数据文件名称,系统规定两个文件的字段必须一一对应。用户可在充填系统中对这两个以菜单形式出现的文件进行充填和编辑。这样用户选定“工作区”,系统即获取相应工作区的空间数据文件名。

完成这个过程,用户只需要在“充填系统”中输入工作区名称和与各工作区所对应的文件名即可。

4.4.2 系统根据地物位置,获取地物编码

用户选定地物时,系统程序向系统提供地物的图上坐标,然后通过数学计算和逻辑推理,系统可得到地物的编码,此过程由系统内部完成。

4.4.3 由地物坐标检索地物属性

GIQS的5位编码分为4个层次,每层分支分别为6,10,10,100。为了提高系统查找效率,GIQS采用了“压缩树形折半查找”。头两位码相同的地物建立一个索引文件,此文件记录了描述地物属性的数据库文件的名称和地物二级图名称^[8]。如系统获取编码34 567,则打开INDEX23.JLU(即INDEX(3-1)(4-1).JLU)文件,以折半查找法找到567所在记录,查得其二级图名和34 567地物所在数据库文件名。此时,依用户目的,系统既可调出地物二级图,也可打开地物属性所在数据库文件调出它的属性说明表。

这个过程是查询功能的核心环节,系统在算法和模块逻辑方面已经作了完善的设计,用户只需要为地物建立数据库文件,并向INDEX00.JLU~INDEX59.JLU这60个文件中充填各种地物的数据库文件名和地物的二级图名。

4.4.4 基于属性的查询

选择工作区后(如吉南大学),系统调出工作区的矢量图形(外壳实现方式类似于4.4.1)。在菜单上选择某一大类地物(如建筑类),用户既可以让系统在图上标出所有建筑物的位置。也可以进一步在建筑类下选择小类(如教学楼)从而实现对小类的图上定位或查询小类下的具体地物(如:五号教学楼)。若用户选定的是具体地物,系统可以调出地物二级图,也可调出它的属性说明表。

用户选定工作区,其实意味着这个区中所有地物的第1位编码已确定。如选第一个工作区,则头位码为0。若用户继续选择大类名称,相当于确定了查询对象的第2位编码。同样,当用户选出一个具体地物时,系统已获取此地物的5位编码,调地物二级图和属性表的原理同4.4.3所述,需要说明的是“大类名称”、“小类名称”、“地物名称”这些菜单的菜单项都可在编辑器中以菜单形式接受用户的充填和编辑,系统规定N区的大类菜单项依大类编码次序存储在文本文件MENU(N-1).WHZ里。N区M大类的小类菜单项依小类编码次序存储在文本文件MENU(N-1)(M-1).WHZ里。编码为NMK**的地物名称依地物编码次序存储在文本文件MENU(N-1)(M-1)(K-1).WHZ里。

这个过程用户仅需在充填系统中按照地物分类编码方案依次序充填各个菜单即可,其它功能如对该类地物实现图上定位,由系统内部完成。

4.4.5 GIQS功能实现小节

GIQS将用户界面和内部功能解释为对文件的管理和操作,GISS是一个用逻辑连接文件的过程,系统对文件格式、文件间关系、和功能实现的方法都作了严格的规定和缜密的设计。用户通过将文件名充填进GIQS而向系统提供具体文件内容,系统通过在内部设置判别开关为用户提供更大灵活性。一般说来,GISS应由数据采集、数据转换、充填、和功能(如GIQS的查询)等几个系统组成。

5 体会与建议

GISS是一个独立系统,但不是一个孤立系统,开发GISS时,尤其要从数据格式和编码方案两方面考虑与其它系统的兼容性。

GISS的开发思路不仅适用于地理信息查询系统,诸如GIS与GPS结合的车载定位系统等都可作成外壳,当然,随着系统功能增强,模块间逻辑复杂性加大,外壳开发成本增高,有些系统不宜采用外壳开发方式。一般来说,底层技术成熟、技术路线严密、目的专一、用户广泛的系统可以作成外壳。

作为面向工程GIS一种新的开发模式,GISS弥补了传统开发方式的不足,将以其易学易用和价格优势极大地推动GIS的社会化进程。

参考文献

- 1 李德仁,程涛.从GIS数据库中发现知识.测绘学报,1995,24(1):37~44.
- 2 Langran G. Issues of implementing a spatiotemporal system. International Journal of Geographic Information System, 1993, 7(4):305~314.
- 3 郭仁忠.关于空间信息的哲学思考.测绘学报,1994,23(3):236~240.
- 4 黄波.GIS与ES的结合及其在控制性规划中的应用.武汉测绘科技大学学报,1995,20(1):31~39.
- 5 崔伟宏.空间数据结构.北京:中国科学技术出版社,1995.
- 6 任伏虎等.地理信息系统设计原理.中国区域科技协会地理信息系统中心,1992.
- 7 全国地理数据库铁路编码研究.中科院地理所资源与环境信息系统国家重点实验室,1990.
- 8 阎守邕.地理信息系统软件开发的理论与方法.中国区域科技协会地理信息系统中心,1992.



王晓栋, 1995年获硕士学位, 同年继续在中科院遥感应用研究所攻读博士学位, 主要研究方向有多时态地理信息系统、3S一体化。

Theories and Practice of Developing Geographic Information System Shell

Wang Xiaodong

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

Abstract Based on analyses of traditional development models of project-oriented geographic information system, this paper proposes the development model of geographic information system shell (GISS) and discusses its characteristics. Combined with the realization of geographic information query shell (GIQS), the theories and methods about developing GISS are described.

Keywords Project-oriented geographic information system, Development model, Geographic information system shell (GISS), Geographic information query shell (GIQS)

科技活动

一月信息技术科普报告会

——'98迎新春军民科技报告暨联谊会

内容: 报告, 联欢

报告:

1. 信息技术与虚拟现实

报告人: 汪成为院士, 国防科工委科技委常委

2. 信息技术与艺术的结合

报告人: 齐东旭教授, 北方工业大学副校长

3. 三维立体显示技术

报告人: 李昌教授, 天津民航学院院长

4. 信息技术与信息产品

时间: 1998年1月15日星期四, 下午2:00~8:00

地点: 北京市海淀区花园路6号(北京应用物理与计算数学研究所院内)

联系: 联系人: 刘凯龙、李如珍 电话: 62378784, 62014411-2503 传真: 62010108

主办: 北京图象图形学会、中国图象图形学报

费用: 免费

回执: 100088, 北京海淀区花园路6号 中国图象图形学报编辑部(京外出差科技人员优先)