

GIS 中实用化矢量栅格一体化技术实现

常燕卿 刘纪平

(中国测绘科学研究院, 北京 100039)

摘要 矢量栅格一体化技术是 GIS 发展的一个方向, 作者在实践基础上介绍了一种实用化矢量栅格一体化系统的设计、数据组织、数据匹配以及一体化分析, 并列出了若干应用实例。

关键词 GIS, 矢量栅格一体化, 无缝连接, 投影, 比例尺匹配, 坐标匹配

1 引言

所谓矢量栅格一体化技术, 是将 GIS 中的矢量与栅格数据结合、统一起来, 进行同步查询、显示、分析。矢量和栅格数据由于数据结构的差异, 在表示不同形式的地理信息方面各有千秋, 将他们结合起来, 将有诸多方面的优点: 在信息表达方面, 使用户对地理信息的了解不再受数据结构、数据组织形式的限制, 从而对整个地区的地理信息有整体认识和了解; 在检索分析方面, 将矢量与栅格数据结合起来能够使一些统计分析结果更为准确、可信; 在数据更新方面, 根据栅格数据(尤其是遥感数据)现势性强的特点, 以它作为矢量数据更新的信息源可以大大缩短数据更新周期, 是未来 GIS 数据更新的发展方向。近年来计算机软硬件以及图形学的发展使得 DEM 的实时三维显示、DEM 与矢量数据的三维叠加分析成为可能, 在图形显示、空间分析方面使得人们能够更进一步了解现实世界。总之, 矢量栅格一体化是

GIS 系统的一个发展方向。

矢量栅格一体化系统的实现, 通常以表示地表形态的栅格数据(DEM、遥感图象及土地利用数据)为背景, 叠加上矢量和其它空间、专题信息, 二者同步漫游显示、查询、检索、分析, 使用户在查看所关心区域的基本信息的同时, 又对该区域的地形或地理背景有总体感性认识, 可应用于资源清查、城乡规划、灾害监测、宏观决策和地籍管理等诸多方面。

2 数据结构及设计思想

GIS 系统的常用数据结构有 2 种, 即矢量数据结构和栅格数据结构, 在矢量数据结构中, 地理实体用一系列 X, Y 坐标作为位置标志符, 用于描述各种地理要素。栅格数据结构采用格网单元的行和列作为位置标志符, 以描述格网单元内的某些特性, 一般包括 DEM、遥感数据、航测数据、土地利用数据等。2 种数据结构的优缺点如下表所示:

	优 点	缺 点
矢量数据	1. 数据结构紧凑、冗余度底 2. 有利于网络和检索分析 3. 图形显示质量好、精度高	1. 数据结构复杂 2. 多边形叠加分析比较困难
栅格数据	1. 数据结构简单 2. 便于空间分析和地表模拟 3. 现势性较强	1. 数据量大 2. 投影转换比较复杂 3. 投影转换比较复杂

通常矢量数据的基本单元定义为点、线、面3种目标形式。基本信息单元由反映其分类体系及位置的基本数据组成。同一类基本空间信息单元具有类似的质量、数量特征,构成一个要素层;多个图形要素层构成一个图幅,数据按图幅存放;同一比例尺的多个图幅构成一个区域,如图1所示。

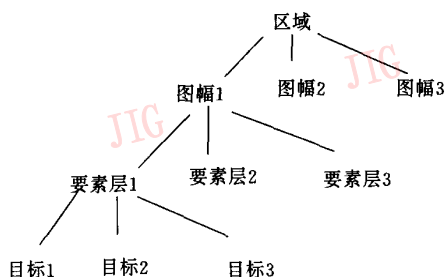


图1 矢量数据信息层次的划分

栅格数据为按给定间距排列的阵列数据,基本信息单元由数据点的空间位置和数据信息构成,数据信息可以是高程、遥感图象的RGB值或其它信息。数据按图幅或按区域存放,文件结构包括文件头和数据体,文件头包括对数据的各种描述信息(如行数、列数、格网间距、坐标等),数据体依次记录基本单元信息。一般为节省存储空间,栅格数据需进行压缩或以其它形式进行重新组织。矢量栅格一体化系统的研究是目前GIS的一个研究热点,各种研究、实现方法各有千秋。本文将介绍的是笔者在实际工作中已经实现的矢量栅格一体化技术。基于此项技术,已成功开发了若干实用化系统。该技术的矢量栅格一体化设计本着实用、准确、快速、有效的原则,采用了矢量与栅格数据逻辑“无缝连接”的方式将2种数据有机地结合起来,实现一体化显示、分析。其基本设计思想是将整个过程分为前后台2层界面,后台为存储界面,前台为显示界面;在存储界面上,2种数据分别存放;在显示界面上,2种数据结合起来进行一体化显示、分析。二者的一体化上是逻辑上的叠加。这种实现方法的优点是算法精练、系统反应速度快、操作方便灵活。

3 统一空间定位

统一空间定位是为矢量、栅格数据提供共同的定位基础。这个定位基础包括投影、比例尺和坐标。当数据信息的来源不同时,必须将它们统一到共同的基础上来,以实现一体化操作。

3.1 统一投影

若矢量、栅格数据分别源于不同投影和坐标系时,需进行投影转换。投影转换的方法可以采用正解变换、反解变换和数值变换。统一投影的方法有2种,一是以矢量数据投影为基准,将栅格数据进行投影转换;二是以栅格数据投影为基准,将矢量数据进行投影转换。相对而言,采用矢量数据转换到栅格坐标投影的方法比较简便。在将栅格数据转换到矢量投影的过程中一般会遇到的问题是:当数据分若干文件存放时,若分别对数据文件进行投影转换和插值处理,处理后数据排列将不规则,拼接在一起很困难,势必为后续的软件设计带来障碍。比较简便的解决方法是将原始数据拼接成若干大文件,统一进行投影转换后裁切为矩形文件,以简化软件设计。

3.2 比例尺匹配

比例尺匹配主要用于屏幕显示和输出图形、图象,问题的提出源于在一般情况下,矢量数据严格按给定坐标系和比例尺显示,图形显示与物理显示设备像元点实际大小无关,其在X、Y方向的比例尺相同。而栅格数据图象显示比例尺要求不太严格,通常按像素(数据点)显示,一般图象显示时数据象元与物理显示设备(如屏幕)的像素点一一对应,即栅格图象显示比例尺与物理显示设备像素点实际大小相关,由此所造成的失真通常可以忽略。基于上述原因,矢量与栅格数据在叠加之前必须进行匹配,否则会出现2种数据套合偏差,匹配方式主要有如下2种:

(1)对栅格数据进行处理,使之与矢量数据匹配。适用于对显示比例尺要求严格的显示中。设矢量数据在X、Y方向的比例尺为 S_x, S_y ,一般 $S_x = S_y$;栅格数据X、Y方向的显示比例尺为 G_x, G_y ,设备X、Y方向像素宽度为 W_x, W_y ,设备X、Y方向像素数为 N_x, N_y ,栅格数据X、Y方向格网间距为 D_x, D_y ,屏幕内数据象元数为 P_x, P_y ,有 $P_x = N_x, P_y = N_y$,则:

$$G_x = W_x * N_x / D_x * P_x = W_x / D_x$$

$$G_y = W_y * N_y / D_y * P_y = W_y / D_y$$

为使矢量与栅格数据准确叠合,必须对栅格图象进行拉伸或对原始数据进行插值,使之与矢量数据匹配,设其拉伸比例(或插值系数)分别为 K_x, K_y ,则有:

$$G_x * K_x = G_y * K_y = S_x = S_y, \text{从而:}$$

$$Kx = Sx / Gx \quad Ky = Sy / Gy$$

在显示时对栅格数据依照上述参数进行拉伸或插值后,矢量栅格数据即可准确叠合。

(2)将矢量数据统一到栅格比例尺上。适用于对显示比例尺要求不严格的显示中。在统一了投影和坐标系后,栅格数据按像素点显示,根据栅格数据的起始点坐标和格网间距,计算矢量数据每个数据点坐标落在栅格数据中的位置(行列值),进行点、线、面的叠加。这种方法算法简单,但显示的图形、图象与物理显示设备像素点大小相关,在不同的物理设备上的显示结果会有所不同。

3.3 坐标匹配

坐标匹配的目的在于使矢量与栅格数据能够在显示、漫游、分析时始终很好地套合。在显示系统以矢量数据为基准时涉及到这个问题。

由于矢量与栅格数据存贮、组织方式不同(一般矢量数据按图幅分幅,栅格数据为矩形阵列),2种数据的叠加需要共同基准,一般取坐标作为基准,在显示、分析,根据用户窗口位置(即窗口角点坐标),2种数据分别按照各自的数据管理方式组织数据,确定数据范围,进行显示或数据提取,如图2所示:(a),(b)分别是窗口在后台矢量与栅格数据文件中的位置。(c)为前台叠加后结果,这个过程充分体现了本系统的设计思想,即在后台矢量与栅格数据分别存贮,在前台一体化显示、分析。

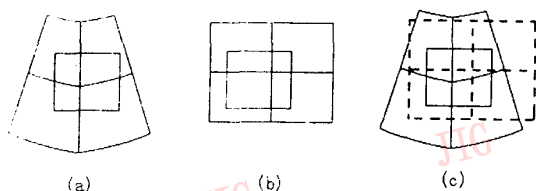


图2 矢量栅格数据的坐标匹配

4 叠加分析

如前所述,矢量数据与栅格数据经过处理后准确匹配,为进行矢栅一体化分析创造了前提条件。矢量栅格一体化分析可以采取两条技术路线,其一是将矢量数据栅格化,采用栅格叠加分析的方法;其二是将栅格数据矢量化,采用矢量叠加分析的方法。但就多层叠加分析而言,多种文献已证实栅格叠加分析运算效率大大高于矢量叠加分析,因此这里我们

将矢量数据栅格化与栅格数据进行叠加分析。矢量数据向栅格转化采用直线相交内插的方法实验,即:

$$I = 1 + \text{INT}[(y_0 - y_1)/Dy]$$

$$J = 1 + \text{INT}[(x_1 - x_0)/Dx]$$

其中, I, J 为行、列号, Dx, Dy 为栅格数据的格网间距, $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$ 分别为直线端点坐标,为确定多边形栅格化后内部的关系,首先判断栅格是否为左、右边界以及奇数点,并按从左到右的顺序逐行进行匹配,遇到奇数点直接确认为有效栅格点,最后填满整个区域。最后对栅格点进行统计代数运算,完成叠加分析。

5 分析应用实例

5.1 在“9202工程”中的应用

在国家测绘局与国务院秘书局办公厅联合开发的“综合国情地理信息系统”(简称“9202工程”)中,海量数据矢量与栅格数据的一体化管理、显示、分析是其中一项重要功能。它以表示地表形态的栅格数据为背景,叠加上矢量和其它空间、专题信息,二者同步显示、分析,使用户在查看所关心区域的基本信息的同时,对该区域的地形或地理背景有总体感性认识,对于领导决策,制订各种与地形、地貌相关的规划、政策时起辅助决策的作用。它的主要数据源是全国1:100万基础地理信息系统中全国1:100万基础地理数据库中的矢量和DEM数据;矢量数据采用双标准纬线等角圆锥投影,DEM数据按地理坐标采集、存放。按照1:100万比例尺进行显示、分析,操作过程中先栅格数据进行投影转换、插值处理,使其格网间距为500×500米,屏幕显示时对图象进行拉伸,使之与矢量数据匹配。

5.2 湖南洞庭湖地区淹没分析应用

1996年7月,湖南省洞庭湖地区发生严重的洪涝灾害。为及时监测灾情,评估灾害损失,国家测绘局组织力量对灾区进行了遥感监测。此次监测运用遥感信息系统(RS)、地理信息系统(GIS)、全球卫星定位系统(GPS)等技术,采用多种手段获取了多品种、多角度的实时调查数据,对洪水淹没地区进行了监测,将获取数据进行处理,进行淹没统计分析,为抗洪救灾提供了迅速、准确、可靠的辅助决策服务。受到了上级有关部门的高度评价。湖南省洞庭湖地区洪水淹没分析系统的矢量数据源是1:100万系

统中的部分数据(包括行政境界、地名等)、淹没范围GPS飞行跟踪轨迹,栅格数据为TM遥感影像数据、地图栅格图象和土地分类数据。原始数据经统一投影转换后,使之准确匹配,栅格数据实地间距为60米,通过坐标匹配,采用栅格叠加方法使两类数据可以叠加同步漫游显示。根据淹没边界数据,通过栅格叠加分析可以实时统计全部地区各种土地利用类型的总面积、淹没面积和淹没比例,同时可以以行政区划分为单位统计受淹情况,该项实验研究充分利用了矢量、栅格各自的优势,通过矢栅一体化分析获得了较好的分析结果。

5.3 陕西潼关 DEM 淹没分析应用

陕西潼关 DEM 淹没分析系统,主要用于该地区洪水淹没模拟,为有关部门领导及时提供有关淹没信息及相关统计资料。矢量数据源是1:1万地形图中的行政境界、线状要素(包括铁路、公路、水系、隧道、桥梁、涵洞等)和土地利用数据,栅格数据是由等高线内插生成的DEM数据。

土地利用现状图面积统计表					
淹没地区:全部地区					
淹没高程:4680米					
地类码	名称	面积(平方公里)	地类码	名称	面积(平方公里)
1	灌溉水田	0.00	18	滩涂	1.29
2	水浇地	3.82	19	荒草地	0.46
3	旱地	10.03	20	沙地	1.67
4	菜地	0.63	21	裸土地	0.00
5	果园	0.18	22	裸岩石砾地	0.00
6	桑园	0.00	23	其它未利用土地	0.00
7	其它园地	0.00	24	双线河边线	0.00
8	有林地	0.13	25	铁路	0.00
9	灌木林地	0.00	26	隧道	0.00
10	疏林地	0.02	27	桥梁	0.00
11	未造林造林地	0.00	28	公路	0.00
12	苗圃	0.03	29	大车路	0.00
13	天然草地	0.08	30	小路	0.00
14	人工草地	0.00	31	人行桥	0.00
15	城镇	0.00	32	建筑中铁路	0.00
16	农村居民点	1.59	33	涵洞	0.00
17	荒地	0.00			

该项应用的特点是利用地形信息实时评价不同水位高度的淹没范围,进行淹没范围的土地利用统计。预处理阶段将矢量数据统一转换为栅格数据,栅格数据实地间距为10米。分析计算采用栅格数据叠

加方法实现,用户调节模拟水位高度,通过DEM实时计算获取淹没范围,将其与土地利用、行政境界数据叠加获取淹没统计数据,从而实现模拟淹没分析,不同水位的分析结果如表上所示。

6 结束语

随着各种高精度、现势性强的大量栅格数据不断的生产,未来地理信息产业中栅格数据的大量应用将不可避免,因此矢栅一体化分析具有更为广阔的应用前景。目前,矢栅一体化技术应用研究目前刚刚起步,未来这项技术还需在以下几方面作进一步深入研究:

(1)矢量、栅格数据一体化数据结构研究。

(2)矢量、栅格数据一体化匹配规范化方法研究,为矢量、栅格更方便的匹配创造条件。

(3)高效矢量、栅格相互转换算法研究。

(4)栅格数据的优化组织。

参考文献

- 1 龚健雅. GIS 矢量栅格一体化数据结构的研究. 测绘学报, 1992, 21(4).
- 2 柯正谊, 何建邦, 池天河. 数字地面模型. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- 3 崔伟宏. 空间数据结构研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- 4 黄杏元, 汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 1989.



常燕卿 1985年毕业于武汉测绘科技大学, 现为中国测绘科学研究院地图工程与地理信息系统研究所副研究员, 主要从事GIS中栅格数据的处理、显示和应用, 三维图形软件开发研究和其它软件开发工作。

Realization of Practical Integrating Raster with Vector technology in GIS

Chang Yanqing, Liu Jiping

(China academy of surveying and mapping, Beijing 100039)

Abstract Integrating Raster with Vector technology is one of the directions in recent GIS development. On the basis of practice, this paper introduces a GIS system which integrates Raster with Vector. Its design, data management, data matching and integrated analyses are discussed. Some samples of application are also mentioned.

Keywords GIS, Integrated raster with vector, Seamless connection, Projection, Scale matching, Cordinate matching