

数字制图中的 CAD 与 GIS

文君亚, 韩雪培

(华东师范大学 地理系, 上海 200062)

摘要:从数据本质与制图方法两个方面对 CAD 制图与 GIS 制图进行了详细的比较分析,并在此基础上对 CAD 与 GIS 联合制图方法进行了深入探讨和实践。

关键词:数字制图;CAD;GIS

中图分类号:P231.5

文献标识码:B

文章编号:1672-5867(2010)02-0114-04

The Application of CAD and GIS in Digital Mapping

WEN Jun - ya, HAN Xue - pei

(Geography Department of East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: The paper gives a detail analysis for CAD and GIS on two aspects; the original data and the mapping method. Then it probes into a way to combine CAD and GIS together for cartography.

Key words: digital mapping; CAD; GIS

0 引言

随着地理信息技术的迅猛发展, GIS 技术和计算机辅助制图技术在社会各领域的应用也越来越广泛, 数字地图以可视化方式, 受到人们越来越多的关注。数字地图的可视化技术在描述环境、解释客观规律上较之传统地图有重大的突破。它促进了地图表示法的深化, 密切了 GIS 与地图学的关系, 因为地理信息可视化的主要形式就是地图^[1]。

目前用于数字地图制图的应用软件有很多, 大致可以分为两类: 一类是以平面制图为目的的计算机辅助设计软件, 简称 CAD 类软件, 常用的有美国 Autodesk 公司的 AutoCAD、加拿大 Corel 公司的 CorelDraw 等; 另一类是以开发地理信息系统为目的的 GIS 平台软件, 常用的有美国环境系统研究所(简称 ESRI)的 ArcGIS、美国 MapInfo 公司的 MapInfo 等^[2]。

CAD 类软件与 GIS 类软件在数字制图功能上各有千秋。CAD 软件强大的图形符号设计功能可以使地图更具艺术美感, GIS 软件的数据管理及其一体化制图功能则确保了地图的科学价值。为了优化制图, 弥补两类软件各自的不足, 不同的学者^[3-4]提出了不同的优化方式, 而 CAD 软件与 GIS 软件的结合则成为数字地图制图的优化途径。本文在对 CAD 类和 GIS 类软件进行了详细比较分

析的基础上, 对 CAD 与 GIS 联合制图的方法进行了深入探讨。

1 CAD 制图与 GIS 制图的区别

CAD 软件具有强大的绘图和处理矢量图形的能力, 提供了各种图形创建和编辑工具、常用符号库、色彩库、图层管理、排版功能及特殊化处理能力, 能够大大增强地图的艺术感染力。同 CAD 相比, GIS 较复杂, 它拓展了 CAD 的内容, 推出了很多 CAD 制图无法实现的功能。从 CAD 单纯的图形制作到 GIS 数形合一融合而成的整体, 强大的空间数据管理能力不能不说是制图工艺的一个进步。但是, 这并不代表 CAD 已跟不上时代, 它依然具有目前 GIS 所无法媲美的优势。CAD 制图与 GIS 制图的区别可以从“数据本质”和“制图方法”两个方面来阐述。

1.1 数据本质上的不同

数据是制图的基础, 在 CAD 制图与 GIS 制图过程中, 两者利用的数据有着质的不同。

1.1.1 坐标系

CAD 和 GIS 都拥有自己的坐标参考系统, 所不同的是 CAD 的平面坐标系所反映的只是一定比例尺下图形的相对位置, 可以说是手工制图的翻版。而 GIS 作为一种地理分析工具, 可以在系统支持下高效率、高精度定量地实现真正地理意义上的区域空间分析和过程模拟预测, 因

收稿日期: 2009-06-20

作者简介: 文君亚(1986-), 女, 河南南阳人, 地图学与地理信息系统专业在读硕士研究生, 主要研究方向为地理信息可视化。

此要求数据具有较高的精度。它不仅具备经纬度表示的具有实际意义的地理坐标,还具有地图投影坐标。地图投影是地图最重要的数学基础。对于一幅由CAD软件制作的数字地图来说,只能如传统纸张地图一样采用原始资料图的投影,并用特定的地图符号(经纬网)和注记加以表达。而GIS软件的地图投影系统模块,使得地图不再是从一(投影)而终,用户可以根据需要随时进行地图投影的设置、选择和变换。

1.1.2 空间拓扑

拓扑是精准地表达空间数据的有效方法,通过严格地约束要素之间的关系,提高空间数据的准确度和可用性。拓扑关系能清楚地反映实体之间的逻辑结构关系,比几何关系具有更大的稳定性,不随地图投影而变化。在GIS中空间数据之间的拓扑关系对于数据的处理和空间分析具有重要的意义。它不仅有助于空间要素的查询,还可以根据拓扑关系重建地理实体,例如根据弧段构建多边形,实现面域的选取;根据弧段与结点的关联关系重建道路网络,进行最佳路径选择等。而CAD中并不考虑数据间的拓扑关系,线段与线段之间是相互独立的,它只要求图元与图元之间在视觉上互相连接,而对于图形数据的坐标或属性信息是否真正连接并无要求。例如,表示房屋的多边形,在CAD中只要在视觉上看不出缺口即可,但在GIS中,则要求必须形成一个严格封闭的面。

1.1.3 属性数据

GIS系统是一个复杂的综合体。系统中不仅有与地理实体分布有关的空间数据,还有表现各地理实体特征的属性数据,如地名名称、地貌类型、河流流量、土地等级、人口数量,等等。在GIS中,空间数据的管理是通过属性数据库来进行的。在进行空间矢量数据采集的同时,还要进行属性数据的录入。制图时专题图层与属性数据库直接关联,因而数据的变化可以直接在图上得到反映,无需因数据改变而重新制图。而CAD中的空间图形特征没有数据库来管理,图形信息完全是以符号的形式进行存储的,修改起来比较麻烦。

1.2 制图方法上的不同

地图设计可以分解为整体样式设计和个体符号设计,其中整体样式设计是指为地图主题要素类确定地图表示法,个体符号则是指地图上表达地理个体的符号。作为一个专门的平面设计软件,CAD的个体符号设计具有GIS无法比拟的优势,而在整体设计方面GIS的一体化制图功能更是CAD所望尘莫及的。

1.2.1 CAD个体符号设计

地图是地理要素符号化的抽象表达,地图编制的主要任务就是设计既科学又具美感的各种地图符号,这些符号包括点状符号、线状符号、面状符号,以及3维立体符号等。以CorelDraw制图软件为例,CorelDraw具有强大的图形编辑、文字处理、符号制作等功能,同时可建立丰富的系统符号库以被调用和共享。CorelDraw虽然有很多自带的符号,但大多不是地图专用符号,很少能用于地图。

由于它提供的可利用符号比较少,在专题地图的制作过程中需要我们自行设计绘制符号^[5]。设计者可以根据制图的需要设计出各种风格的符号,人工的参与度较大,因此最能发挥人的主观能动性,个人的想法设计更能够融合进图形中,这就增加了地图的美化空间;而GIS软件专题图符号较为单一,只能调用模板中所存在的仅有的几种传统的专题符号,如饼图、直方图、点密度等,从地图输出的角度来讲,美学效果欠佳。

1.2.2 GIS一体化制图

GIS软件为用户提供了一体化的地图绘制、显示、编辑和输出的环境,模板化设置使用户只需要移动鼠标、选择菜单、点击按钮便可以轻松地制作出一幅专题地图。由于GIS中专题图层与属性数据库直接关联,符号设计采用了符号大小与属性数据相关联的方式进行制作,专题符号由计算机系列生成,无需逐个绘制。由于人为的参与度较小,因而具有可靠的数据精度,符合地图科学性的原则。CAD没有提供现成的专题图制作模板,无论是图例还是专题符号设计均需要制图者逐个进行。符号的大小、颜色的填充等效果的制作完全依赖于制图者个人的美学素养,制作比较耗时。

2 CAD与GIS联合制图

2.1 从GIS到CAD

GIS采用符号大小与属性数据关联的方式进行专题制图,具有可靠的数据精度,这符合地图科学性的原则。但其专题图符号较为单一,尤其是常用的分区统计图,只能在“饼图”和“柱状图”中选择。为了加强地图的艺术效果,我们将GIS中制作好的专题地图或统计图通过格式转换导入CAD,进行再加工。

2.1.1 数据格式转换

将GIS中制作的专题地图转入CAD中方法很多。不同软件能转出和可转入的数据格式亦不相同。MapInfo可转出格式有BMP、JPG、WMF等,其中WMF、DXF等是矢量型的;ArcGIS可转出格式也有很多,如EPS、AI、JPG、BMP等,其中EPS、AI等是矢量型的。

1) EPS、AI转换

通过ArcGIS的Export map命令可以将制作出的专题地图进行输出,输出的格式有多种,其中EPS和AI是比较常用的矢量图形格式。EPS是封装的postscript, AI是Adobe Illustrator的矢量图形格式。两种格式的本质并不相同,但就制图而言,转入到CorelDraw中的效果却基本一致。所不同的是AI格式数据进入CorelDraw既可以通过软件直接打开,也可以通过软件导入。而EPS格式的数据无法导入只能打开。导入和打开两种方式最大的区别是打开无需进行重新定位。

这两种转换方法对底图要素和专题图层同样适用。对于底图要素来讲,伴随面要素转出的同时,相应的面的轮廓线也被转出。因此底图要素导入后需要删除不必要的线要素。

2) DXF, WMF 转换

DXF 转换是指以 DXF 文件作为中介进行 MapInfo 到 CorelDraw 的转换。这种转换是对整个 table 文件进行的, 并将 MapInfo 图形对象的坐标直接带入 CorelDraw, 因此转换中应注意地图投影与图形套合的问题。

用于制作地图的图形数据可以来自多个方面, 各数据的默认投影不一定相同, 在 table 到 DXF 的转换中, 变换设置不考虑地图投影的变形, 而只是一种简单的相似坐标变换, 因此不同坐标系的地图难以很好地套合起来。解决这个问题的唯一途径: 输出 DXF 前将所有的 table 以同样的投影方式另存, 此外, MapInfo 只对 table 基表进行 DXF 变换, 而专题地图图层不能变换, 并且 DXF 将丢失所有的面状信息, 如颜色等, 因此必须开辟另外的转换途径^[6]。

WMF 是 windows 图元文件格式, 在 MapInfo 中采用保存窗口命令可以将地图窗口中的所有可视图层(包括专题图层)保存为 WMF 格式, 然后再在 CorelDraw 中导入编辑即可。

2.1.2 CAD 中的艺术加工

在 GIS 一体化制图环境及后台数据库支持下, 虽然用户可以轻松地完成专题地图的制作, 但模版化设置也会使得成果图往往比较呆板、缺少特色。因此, 为了使地图输出获得更美的效果, 我们可以将它们转换到 CAD 中进行艺术加工。如图 1 和图 2 是作者制作的两幅山东省各市学校分布统计图, 其中图 1 是在 ArcMap 中完成, 图 2 则是在 CorelDraw 中再加工的结果。

在 CorelDraw 中主要进行了以下操作:

1) 注记和专题符号位置的移动。在 GIS 中一体化制成的图形、注记和符号的位置固定, 无法进行编辑, 但是大多数时候默认的位置并不一定符合我们制图的要求, 需要进行移动, 而 CorelDraw 则给我们提供了灵活的编辑环境。

2) 专题符号样式的变换。GIS 中专题符号比较单一, 在 CAD 中我们可以进行各种变换。这里将专题符号在圆形的基础上进行了再加工, 以增强美感。

3) 色带、海岸线的添加, 使制图主区更加突出。



图 1 ArcGIS 中制作的专题图

Fig.1 The thematic map made in ArcGIS



图 2 用 CorelDraw 加工的专题图

Fig.2 The thematic map made in CorelDraw

2.2 从 CAD 到 GIS

目前阶段, 大多数城市地区的数据均为 CAD 的 DWG 格式, 从 CAD 到 GIS 得进行数据转换, 这不仅是地理信息系统开发的重要一环, 而且也是 GIS 数字制图的重要步骤。

2.2.1 数据格式转换

CAD 与 GIS 之间的格式转换仅需要运用 MapInfo 的通用转换器工具进行一次转换, 或者在 ArcMap 中进行, 具体操作如下: 选择 Conversion Tools || To Geodatabase || Import to CAD 工具。

不管用哪种方法进行格式转换, 都不可能得到完全满足要求的数据, 计算机的精度可以保证数据转换前后图形的定位坐标一致, 但转换后的结果却总会存在一些问题, 表现在空间数据和属性数据两个方面。具体可概括为以下几点^[7]:

1) 要素丢失, 有些 CAD 软件中的图形实体数据结构, GIS 软件不接受, 或者转换前后数据的对应关系没处理好, 有的内容没有转换过来, 转换后就造成数据丢失。

2) 要素变形, CAD 软件中的基本图元的定义与 GIS 软件中的不一致(如 CAD 中的圆、弧等在 GIS 中可能变成多边形或线), 或 CAD 数据在作业过程中操作不规范(如线不连续、采点太多、间隔太密等), 都可能造成要素变形。

3) 数据冗余, CAD 中分层不合适(如母线和符号未区分好, 符号也当成母线转换过来), 或一条线段上点太多太密而造成数据冗余。

4) 属性信息不足, 各种 CAD 软件都没有或很少有属性信息, 造成转换后信息不足。许多属性追加起来比较费时费力, 容易产生错漏, 而且不易检查修改。因此, 把数据格式转换成 GIS 可以接受的数据格式后, 其转换不可能是 100% 的正确, 需进行处理, 问题比较多或严重的, 要重新转换。

2.2.2 数据的 3 维显示

基础的数据转换工作完成之后, 便可以在 ArcGIS 的 ArcScene 中进行 3 维显示了。图 3 是作者制作的某地区 3 维显示图的局部, 其制作的主要步骤如下:

1) 加载土地利用类型数据层, 右击该数据层, 在 prop-

entity 的 symbol 标签下用 type 字段对不同的土地利用类型设置不同的颜色进行区别。同时,在 extrusion 标签里面对地层根据自身的高度进行拉伸显示。Base height 标签项设置为 layer features have z values, use them for height。

2) 加载房屋层,在 Extrusion 标签栏里勾选 extrude features in layers, extrusion points turns into lines, lines into walls, and polygon into blocks 选项,并在 extrusion value or expression 里面输入表达式:【楼层数】× 每层楼的高度(根据实际情况而定)。

3) 加载电线杆等点图层,并在 symbol selector 里用对应的 3D 符号来显示。效果如图 3 所示。



图 3 ArcGIS 中的 3 维显示

Fig. 3 The illustration of 3D map in ArcGIS

上例只是 3 维显示最简单的形式,还可以做进一步的工作,例如要想显示得更逼真、接近现实,可以对建筑物叠加纹理,依据建筑物的功能对建筑物进行分类等。

(上接第 113 页)

技术,提取的信息精度较高,总体分类精度达到 97%,分类效果令人满意。

4 结束语

通过以上分析及试验,得出如下结论:

1) 将不同分辨率的多光谱影像与全色影像相融合,能够获得既有多光谱特征又具备高空间分辨率的遥感影像,使得可用信息更丰富。

2) 面向对象的信息提取方法能够灵活运用地物的光谱统计特征、形状、纹理、类间关系等因素,获得较高的信息提取效果。

3) 通过影像分割,能够获得同质性更好的对象,使得面向对象的信息提取方法能保持分类对象在空间上的连续性,避免了“椒盐现象”的产生。

综上所述,基于面向对象的影像分类技术是在遥感以及空间信息技术长期发展的过程中产生的,在遥感影像分析中有巨大的应用潜力。随着遥感技术的不断发展,影像分辨率的不断提高,空间细节信息更加丰富,在这种情况下,基于分辨率融合的多尺度遥感影像分类方

3 结束语

不同的软件在制图方面各有特点,CAD 重艺术性,GIS 重精确性。两种软件数据的共享是计算机制图领域目前比较常用的制图手段之一。随着人们对制图科学性和艺术性要求的愈来愈高,开发出一种软件去实现 CAD 与 GIS 功能的整合,便捷高效地达到图形艺术性与科学性的统一已经成为一种迫切需求。

参考文献:

- [1] 高俊. 地理空间数据可视化[J]. 测绘工程, 2000, 9(3): 1-7.
- [2] 蔡孟斋, 毛赞酋, 田德森, 等. 新编地图学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [3] 任飞, 刘国兴, 彭聪, 等. ArcInfo 与 CorelDraw 信息共享在建设中国地质断面图形数据库中的应用[J]. 地球学报, 2005, 26(3): 271-274.
- [4] 戴欣明. 基于 MapInfo & CorelDraw 的地质图制作[J]. 测绘通报, 2002, (5): 39-40.
- [5] 郭杰华. WebGIS 的分析设计和实现[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 1999.
- [6] 韩雪培. 基于 GIS 集成技术的水资源系列图绘制[J]. 测绘通报, 2002, (9): 55-56.
- [7] 王铁军, 麻玺琳, 卜昭铭. 从 CAD 到 GIS 的数据转换[J]. 东北测绘, 1999, 22(3): 12-13.

[编辑: 宋丽茹]

法的应用将成为必然趋势,这种技术有很好的发展前景。

参考文献:

- [1] (BaatzM, SchapeA. Object-Oriented and multi-scale image analysis in semantic networks//[C]. In: Proc of the 2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing. August 16 ~ 20th 1999, Enschede ITC.
- [2] 阳爱民. 模糊分类模型的研究[D]. 上海: 复旦大学博士学位论文, 2005.
- [3] Definiens AG. eCognition User Guide[M]. Germany. 2007.
- [4] Mind-Der Yang, Yeh - Fen Yang. Genetic algorithm for unsupervised classification of remote sensing imagery[J]. Image Processing: Algorithm and System III. Proc. Of SPIE - IS&T Electronic imaging, 2004, 5298: 395-402.
- [5] Shackelford AK, Davis CH. A combined fuzzy pixel-based and object-based approach for classification of high-resolution multispectral data over urban areas[J]. IEEE Transactions on Geo-Science and Remote Sensing, 2003, 41(10): 2354-2363.

[责任编辑: 王丽欣]