

地图出版软件的体系结构与对象模型^{*}

The Architecture and Object Model of Map Publishing Software

66-68172

尹伟强

TP319

(北京大学计算机研究所文字信息处理技术国家重点实验室 北京 100871)

Abstract This paper introduces the architecture and object model of map publishing software based on our experience in the analysis and design of our map publishing system. We also introduce some key problems during implementation.

Keywords GIS, Map publishing, Object model

1 引言

随着计算机软件技术的发展,地图出版作为一个电子出版与地理信息系统的交叉学科,已经由原来的手工制作进入到主要依靠软件系统进行制作的时代^[1]。由于地理数据准备和地图出版的特殊性,虽然传统意义上的出版类软件和地理信息类软件在其各自的领域内功能完善,但依靠它们进行地图的制作和出版,在速度和质量上都难以达到要求,目前,地图出版行业的许多用户仍然使用各种软件相互搭配的方式进行地理数据的准备和出版,如 QuarkXPress、CorelDraw、AutoCAD 等,这些软件系统均不是针对数字地图制作而进行设计的,因此利用这些软件进行地图制作,尤其是专业化的地图制作,其效率和质量都比较低。

我们在国家科技部基金的支持下,利用在出版领域的经验,并结合地图制图领域的专业特点,面向专业化地图出版领域,研制了新一代的彩色地理数据采集和出版系统,该系统能够实现从地理数据采集、数据编辑校正、查询管理,到组版输出的整个地理数据采集和制作流程^[2]。

2 地图出版要解决的主要问题

地图的制作和出版是一个古老的问题,人们很早就开始了地图的测绘和编制。但要利用计算机软件进行地图的制作和出版,首先要解决以下几个技术问题:

数据采集。地图制作的常见数据源有三个,即已有的纸质地图,现代化的数据采集设备(如 GPS、全站仪等)采集以后的电子数据和其他软件的地图数据。因此要求软件具备高效率的数据采集手段。

数据管理。地图是一个地球球面坐标在二维平面投影后的表示,地图的投影变换是地图表示的数学基础。地图又是一个符号化的表示系统,因此精确灵活的符号管理系统是必需的。地图数据也是一个既有地理数据又有属性数据的大数据量文件,尤其是全要素的地形图,因此,要有良好的数据管理体系和检索工具。

数据编辑与校正。地理数据从现实世界采集回来以后,不可避免地带有各种误差,因此要提供方便的编辑工具和有效的误差校正手段。

数据转换。地图数据制作完成以后,一方面可以作为电子地图的数据源,另一方面要支持高精度的印刷出版,还要实现地图数据与其它软件的交换,所以要求高质量的数据转换功能。

3 地图出版软件的体系结构

3.1 地理数据的管理需求

人们在将地理数据从现实世界到逻辑世界的转换中,大多遵循两个普遍的原则。首先是分层原则。由于地图数据经常表示一个较大的区域,而且地图上各要素种类繁多,为了便于管理,人们一般对一个地域内的地物是按不同的要素类型进行分层采集和管理的,如道路、水系、行政区、居民地等。而纷繁复杂的地物根据其实际的地理性质,在几何上基本上可以分为点状地物、线状地物和面状地物,另一个是地理与属性数据的一体化管理原则,即一个实际的地物除了它本身的地理几何数据以外,还有与其相关的属性数据。如一个房屋和与该房屋相关的建筑时间、面积、材料、产权等属性。

^{*} 国家“九五”重中之重科技攻关资助项目(96-B03-03-12)。尹伟强 博士生,主要研究领域是软件工程,面向对象技术与地理信息系统。

3.2 地图出版软件的逻辑结构

针对以上分析的地理数据管理的特点和地图出版软件对地理数据编辑和地图整饰的特殊要求,我们所研制的地图出版软件的逻辑如图1所示,其中,各部分的说明如下:

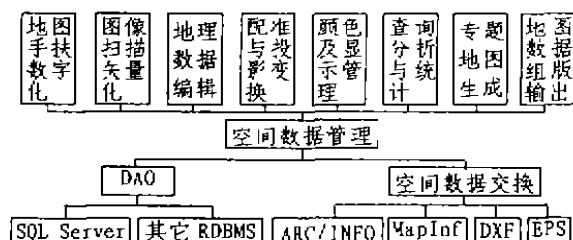


图1 方正智绘地图出版系统的软件结构

1) 地图手扶数字化: 即通过计算机串口不断接收数字化仪的鼠标位置, 并根据地图投影和比例尺信息, 将该位置信息转换成地图坐标。

2) 图像扫描矢量化: 即将纸质地图扫描成图像, 然后通过自动或交互式的算法将栅格图像数据转换成几何矢量数据。

3) 地理数据编辑: 数据编辑对地理信息系统和地图出版都是保证数据质量的重要手段之一。但传统的地理信息系统软件定位于地理数据管理和分析, 其数据编辑功能都比较薄弱。编辑处理的重点是提供丰富的点线面数据编辑功能, 从而显著提高数据编辑整饰的效率。

4) 配准与投影变换: 地理数据采集过程中误差的出现是难以避免的, 关键是提供高效可靠的误差修正手段。而投影变换是地图的数学基础, 不同国家和地区所采用的投影参数和类型也不相同, 精度可控的投影变换方法是地图数据处理的前提。

5) 颜色及显示管理: 出版软件的一个重要功能是保证出版物在制作和印刷输出时颜色的一致性。为此, 我们提供了基于 ICC 的颜色管理功能。另外, 由于一般地图数据的体积都很大, 优化的显示管理可以有效地提高数据的显示速度。

6) 查询分析与统计: 数据采集的目的是数据分析, 因此, 查询分析是地理信息系统的一个重要功能。由于我们在系统中同时管理着地图的图形数据和属性数据, 因此, 我们可以提供同时基于图形和属性的查询。另外, 我们还将该功能用于使用属性信息更新图形信息和将图形信息存入数据库, 从而为地图数据的自动快速更新提供了手段。

7) 专题地图生成: 专题地图是分析结果的一种重要表现形式。我们提供了独立值图、点密度图等常见的

8 种专题地图的自动生成功能

8) 地图数据组版输出: 地图出版软件的一个重要功能是将地图数据整合以后, 输出给分色照排设备。为此, 我们提供了基于 PostScript II 标准的输出能力。

9) 属性数据管理: 本地属性数据的管理是基于 MDB 数据库, 而网络数据的管理可以支持 Oracle, SQL Server 等关系数据库。

10) 空间数据交换: 空间数据交换可以实现系统内数据和外界数据的双向交换能力。我们支持与 Arc/Info 的 Coverage, Arc/Info E00, MapInfo Tab, MapInfo MIF, DXF 等的交换。

3.3 地理数据管理的对象模型

根据以上分析, 我们针对地理数据管理的分层特点和地理属性, 以如下的对象模型^[2]来体现软件的体系结构:

在上述对象模型中, 我们定义了最主要的三个对象, 即工程 (CProject)、图层 (CCoverage) 和地物 (CDrawObj)。地物对象保存着该地物本身的地理几何数据和与这些数据相关的操作, 其中一个重要的属性是它的系统唯一标识符 (SystemID), 该标识符将用来保持地理几何数据与属性数据的一一对应关系, 它在一个图层内是唯一的。

图层对象表示一个区域范围内所需要采集的一类地物的集合, 因此它包含一个地物集合的属性。为了实现几何与属性的关联, 它还具有一个 table 属性, 该属性表示了与该图层相关联的数据库中的数据表对象。此外, 图层对象还具有一个专题图集合对象, 用来保存基于该图层创建的所有专题地图层, 为处理的方便和人们的习惯, 一般一个图层内只存放同一个几何类型的地物。

工程是一个区域范围内需要采集的所有图层的总和, 所以它具有一个图层集合的属性工程中的投影属性 (Projection) 用来保存整个地图所采用的坐标系, 投影类型, 比例尺等参数。工程中的数据库对象 (Database) 标识了存放当前工程的属性数据的数据库对象。而工程中的符号库对象则存放着当前地图所使用的点, 线, 面符号对象。实现时, 为了提高符号的显示刷新速度, 所有的符号均调入内存中管理。

地物对象在整个软件系统中是种类最多的对象, 因此, 如何抽取不同地物对象的共性从而建立地物对象间的相互关系是十分重要的。因为良好的对象关系不但可以提高软件设计时对象结构的清晰程度, 更能够在实现时, 减少不必要的代码重复, 从而减少代码规模, 提高运行效率。为此, 经过详细的分析, 我们建立了地物对象和图层对象各自的对象继承关系, 如图3。

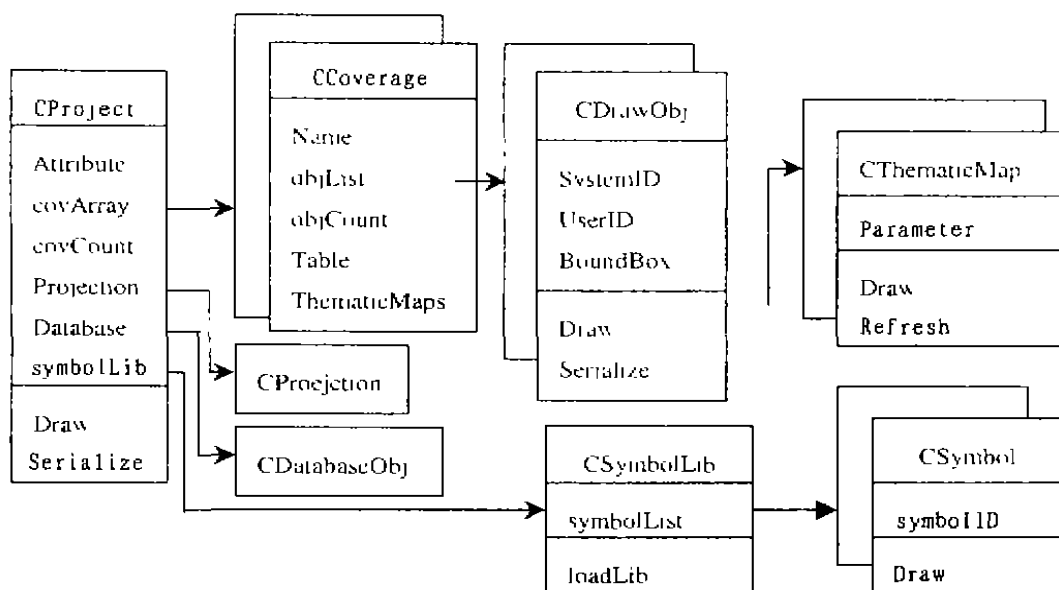


图2 方正智绘地图出版系统的对象模型(一)

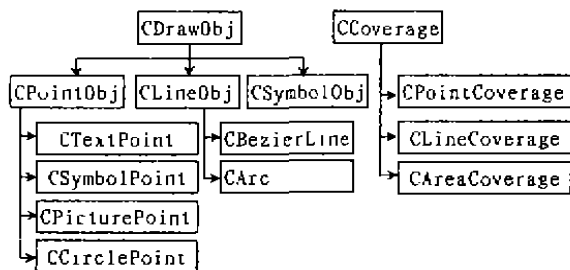


图3 方正智绘地图出版系统的对象模型(二)

从上面的对象模型中可以看到,地物可以分为点状、线状和面状地物。而点状地物中有标注、符号、图像、几何圆等类型。与地物相对应,图层也有点、线和面三种类型。在这样的对象层次中,我们能够将共同的属性、方法和操作设计在基础对象中,而将每种特定对象特有的信息设计在派生对象中。

4 软件实现中的主要技术

4.1 非细化栅格图像矢量化方法

扫描图像矢量化方法在现阶段大量非电子数据存在的情况下仍是数据采集的一个主要方法。扫描图像矢量化方法有自动的方法和交互的方法,而在效率许可范围内能够对全要素地图进行扫描矢量的方法是交互式的方法。原有的交互式方法是基于图像细化的算法,而细化算法在细化过程中会产生歧义和信息损失。此外,细化算法也只能在单色图像上进行。我们则基于非细化中心提取的思想设计了交互式非细化矢量化算

法,该算法可以动态区分前景和背景,从而使得算法可以基于彩色图像运行^[4]。

4.2 坐标体系管理

地球椭球面是一个不可展曲面,但地图却要求以平面的方式来展现地球表面的信息。这个过程的数学基础即为地球投影。地理数据一般存储为经纬度坐标或大地坐标,而地理数据的出版则采用实际的纸面测量坐标(一般为毫米或英寸),地理数据在计算机内的显示又使用逻辑坐标。为此,在软件中建立了三个坐标体系,一个坐标在三个体系中可以相互转换。大地坐标和纸面测量坐标之间通过投影变换来转换,而纸面测量坐标与逻辑坐标之间的关系比较简单,是一个线性变换^[5]。

4.3 拓扑处理

拓扑是用来表示点、线、面地物几何空间关系的概念。地理信息系统采用拓扑做为地物间关系分析的基础。通过在地图出版软件中维护的拓扑信息就可以知道面和弧段的关系,以及弧段和结点的关系。拓扑处理也可以很好地解决复杂地物中的一些现象和问题,如陆地内的湖泊和沿海的岛屿等。

在地图编绘的数字制图系统中,拓扑主要用来帮助面状地物的自动生成。因为实际的数据采集中,我们一般只采集点状和线状地物,而面状地物则根据采集来的面的边界信息自动生成。为此,我们设计了自动生成的拓扑建立算法,并在算法实现中采用利用角度正切值代替角度计算的方法明显加快了算法的速度。同

(下转第72页)

同事件序列(多航班)并发处理的控制问题,简化了整体控制的复杂性,提高了系统处理的灵活性和系统的可靠性。尤其在航班高峰期间,更体现出系统智能化控制的高效、准确、及时等优越性,使航班处理速度从平均 20 分钟每架次最小间隔时间可以缩短到 3 分钟,航班正点率提高 40%,显著地提高了生产服务质量。

结束语 MIS 中定时事件序列的特征研究对于如何有效地管理和控制事务处理过程是十分重要的,它不仅有利于优化 MIS 系统性能,而且有利于应用 Agent 技术对系统进行灵活的管理和控制。随着 Agent 理论及其应用技术的发展,MIS 的事务管理和过程控制智能化程度将越来越高。

参考文献

- 1 Xie Hongshan, et al. Process-Driven Analysis & Design of MIS. Transactions of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 1999, 16(2)
- 2 Tambe M, Adibi J, et al. Building Agent Teams Using An Explicit Teamwork Model And Learning. Artificial Intelligence, 1999, 111, 215~239
- 3 Shoham Y. Agent-Oriented Programming. Artificial Intel-

ligence, 1993, 60

- 4 Jennings N. Controlling cooperative problem solving in industrial multi-agent systems using joint intentions. Artificial Intelligence, 1995, 75, 195~210
- 5 Mylopoulos J. Representing and Using Nonfunctional Requirements: A Process-Oriented Approach. IEEE Transactions Software Engineering, 1992, 18(6), 483
- 6 Singh M P. Multi-Agent System: A Theoretical Framework. Intentions, Know-how and Communications. Springer-Verlag, 1994
- 7 胡舜耕,张莉,等.多 Agent 系统的理论、技术及其应用.计算机科学,1999,26(9)
- 8 周永林,潘云鹤.面向 Agent 的分析与建模.计算机研究与发展,1999,4
- 9 陈善国,等.一种基于 Agent 的工作流模型的设计与实现.计算机科学,2000,27(4)
- 10 宋德舜,等.基于 Agent 的分布式业务过程管理系统 DBPM/AB 的设计和实现.计算机科学,2000,27(3)
- 11 杨鲲,翟永顺,等. Agent: 特性与分类.计算机科学,1999,26(9)
- 12 陈善国.一种基于 Agent 的工作流模型的设计与实现.计算机科学,2000,27(4)

(上接第 68 页)

时,为了便于编辑算法自动生成结果,软件也支持拓扑信息的交互修改。

4.4 符号和颜色管理

地图本质上就是一个符号表示系统,而各种类型的符号是构成地图的基本单位。一个符号上的参数可以相当复杂,包括位置、大小、角度、颜色、定位点等。许多行业都有自己的行业的地图符号规范。采用计算机交互式地设计和使用地图符号与原来手工地图编绘相比,不但方便了许多而且提高了效率。在实现时为了方便使用者,我们在同一界面下进行地图的编绘和符号的设计。此外,软件也通过符号编辑器提供符号的制作、分类和管理。在颜色管理上,软件采用符合 ICC 标准的 CMYK 与 RGB 之间的颜色转换算法^[3]。

4.5 地图配准与误差矫正

地理数据采集过程中误差是难以避免的,因此,软件初始提供了线性、二次和三次坐标变换功能,这些配准变换很好地解决了一幅地图中数据所存在的整体误差。但在一幅地图中不同区域数据的误差分布规律一般是不相同的,这样基于整幅地图的整体误差矫正方法就难以满足要求。为此,我们采取选取控制点,根据控制点建立三角网,然后将落在三角网中的地图数据按该三角网内的参数进行配准的算法来进行配准,即

分块配准,分块配准有效地解决了地图上不同区域上误差分布不同的问题。

结束语 本篇所述是北大方正技术研究院开发的具有自主知识产权的地理数据采集和出版系统“方正智绘”的核心内容。“方正智绘”在国家科技部“九五”国家重点攻关项目的支持下,已经取得了良好的技术和市场成果,并在 1998 和 1999 连续两年被国家科技部评为优秀产品。今后,我们将继续完善该软件的对象模型,并将基于同一对象模型实现对 OLE Automation 和 ActiveX Control 的支持,从而为软件应用自动化和再开发提供手段^[7]。

参考文献

- 1 A. H. 罗宾逊,等.地图学原理.北京:测绘出版社,1989
- 2 周大良.全数字化制图生产系统的建立与应用.见:中国 GIS 协会 99 年会论文集. P460~466
- 3 Larman C. Applying UML and Patterns. Prentice Hall PTR, 1998
- 4 刘威,等.地图数据矢量化方式采集发展与实现.见:中国 GIS 协会 99 年会论文集. P451~455
- 5 曹五丰,等. GIS 制图中的地图投影处理.见:中国 GIS 协会 99 年会论文集. P421~424
- 6 胡成发.印刷色彩与色度学.印刷工业出版社,1993
- 7 尹伟强.基于代理方式为面向对象系统提供二次开发能力.计算机工程与应用.已录用