

基于数字长沙地理空间框架的多源空间数据融合

罗 亮, 左廷英, 曾 磊

(中南大学 测绘与国土工程系, 湖南 长沙 410083)

摘 要:随着城市规模的不断扩大和 3S 技术的高速发展, 不同部门通过不同途径获取了海量的空间地理数据, 为促进城市地理空间信息的共享和广泛应用, 减少重复投入, 加快城市信息化进程, 构建数字城市地理空间框架, 对大量不同来源的空间数据进行融合已经成为迫切需要解决的问题。

关键词:数字城市地理空间框架; 多源空间数据; 数据融合

中图分类号: P208 文献标识码: B 文章编号: 1672 - 5867 (2012) 02 - 0169 - 03

Multi - source Spatial Data Fusion Based on Digital Changsha Geospatial Framework

LUO Liang ZUO Ting - ying ZENG Lei

(Department of Surveying and Geo - informatics , Central South University , Changsha 410083 , China)

Abstract: With the continuous expansion of cities and rapid development of 3S technology, different departments acquire massive amount of geospatial data in different ways. The fusion of multi - source geospatial data has become a pressing problem in order to promote the sharing and utilization of geospatial information, reduce duplication of investment, accelerate the process of urban digitization and build up digital city geospatial framework.

Key words: geo - spatial framework for digital city; multi - source spatial data; data fusion

0 引 言

数字城市是指充分运用信息共享的理念, 综合运用地理信息系统、遥感、遥测、网络、多媒体以及虚拟仿真等信息技术手段, 将物质城市的自然资源、社会资源、基础设施、人文、经济等进行数字化重建, 据此整体研究解决城市问题的综合系统。

随着我国城市建设的快速发展, 城市规模不断扩大, 城市的复杂性必然导致城市数据的多样性。不同行业、不同部门通过遥感、全球定位系统以及测绘等多种途径获取了海量的空间地理数据, 有卫星遥感多光谱图像、航空遥感图像、地形图、GIS 数据、GPS 数据等。但由于空间数据的来源和格式各不相同, 给信息共享与交流带来极大的困难, 造成了资源的重复建设和大量人力、财力的浪费, 不利于城市建设的发展。因此, 对大量不同来源的信息进行融合是十分必要的。多源数据融合可看作是将多平台、多层次、多种传感器、多时相、多光谱、多角度和多分辨率的空间数据, 在一定准则下通过分析、综合、处理、提取等有机地结合, 重新组合成专题属性数据, 最后得到

对被感知对象的更精确地描述。目前, 数据融合技术已经被广泛应用到生产生活的各个领域, 多源数据的融合已经成为迫切需要解决的问题。

1 空间数据融合的类型及技术

1.1 多源数据空间坐标系统的统一

在 GIS 环境下进行多源数据融合, 将各种数据整合成统一规范的信息, 从而实现数据的共享是数字城市建设的必由之路, 空间坐标系转换与统一则是实现多源数据统一管理、无缝集成的关键。不同时期、不同区域、不同用途的空间数据分散在各个不同的部门, 其所采用的坐标参考体系也存在着很大的差异。就长沙市坐标体系而言, 不同部门采用的平面坐标系就有“1954 年北京坐标系”“1980 西安坐标系”“长沙独立坐标系”等, 高程系统有 1956 年黄海高程系、1985 国家高程基准, 甚至还有海防高程, 空间数据失去了统一的参考基准。由此, 各部门间的数据形成一个个的信息“孤岛”, 很难进行数据交换和信息共享。

收稿日期: 2011 - 01 - 10

作者简介: 罗 亮 (1983 -), 男, 湖南衡阳人, 地图学与地理信息系统专业硕士研究生, 主要研究方向为 GIS 应用及数据处理。

因此,在数字城市地理空间框架下,城市各种空间信息(地形数据、土地利用现状数据、基本农田数据、矿产资源规划数据、地址地名数据、行政区划数据、地质工程数据,还有不同分辨率不同比例尺的 DOM、DEM、DRG 数据)必须融为一体。各种坐标系下的空间数据必须转换为统一坐标系,根据长沙市的情况,将大比例尺数据转换为长沙独立坐标系,小比例尺数据转换为 2000 国家大地坐标系,高程统一为“1985 国家高程基准”。地方坐标系与国家坐标系之间可通过简单的平移、缩放、旋转进行转换,两坐标系转换的关键就是求算地方坐标系相对于国家坐标系的旋转角度和偏移量。根据国家坐标系和地方坐标系的建立原则,国家与地方两坐标系的夹角即为子午线收敛角。已知某地方坐标系原点的经纬度,利用子午线收敛角公式可计算出地方坐标系相对于国家坐标系的旋转角度 θ ,也可计算出原点与中央经线的经差,再利用高斯-吕克格投影公式可计算出地方坐标系相对于国家坐标系的平移量 (X_0, Y_0) 。因此,地方坐标系与国家坐标系之间的坐标转换计算公式为^[1]:

$$\begin{aligned} X_{\text{国家}} &= X_0 + X_{\text{地方}} \cos\theta + Y_{\text{地方}} \sin\theta \\ Y_{\text{国家}} &= Y_0 - X_{\text{地方}} \sin\theta + Y_{\text{地方}} \cos\theta \end{aligned}$$

1.2 空间数据与属性数据的融合

数字城市建设在城市规划、社区管理、交通、环境、资源配置使用、产业结构调整、打击犯罪活动,以及城市灾害、紧急事务应急处理等方面将发挥巨大作用。据统计,人类生活和生产信息有 80% 与空间位置有关,“数字城市”的基本概念也是定义在城市地理空间框架上集成和展示各种数据。空间数据和属性数据是支撑数字城市的重要基础,是数字城市运转的能源。

在 GIS 数据组织与管理中,最为关键的就是如何将空间数据与属性数据融合为一体。传统 GIS 系统的数据管理仅采用关系模型,将空间数据与属性数据分开存储,通过关键字来连接。空间数据采用结构化的文件系统来管理,而属性数据则是借助 DBMS(数据库管理系统)来管理。这种组织方式在执行基于空间数据和属性数据的综合空间查询和空间分析时有一定的局限性,不能将地理实体的两类信息快速结合起来以应用于空间数据分析。针对此类问题,我们采用的方法就是先将各种不同的数据格式通过交换格式转换成统一的数据格式即空间数据模型的融合,目前我们比较常用的几种重要的空间数据格式有:ESRI 公司的 Arc/Info Coverage、ArcShape Files 格式;AutoDesk 的 DXF 格式和 DWG 格式;MapInfo 的 MIF 格式等。然后根据实际需要纠正其几何位置,如对精度要求不高时,为了提高工作效率,在允许范围内以当前系统的数据精度为准,对其他数据的几何位置进行纠正。如为了获得较高的精度,则应以精度高的数据为准,对精度低的数据进行纠正。最后重新对地图数据各要素进行的重新分类组合、统一定义。

1.3 DEM 与遥感影像数据的融合与集成

城市的快速发展和城郊结合部的日益变化,新农村

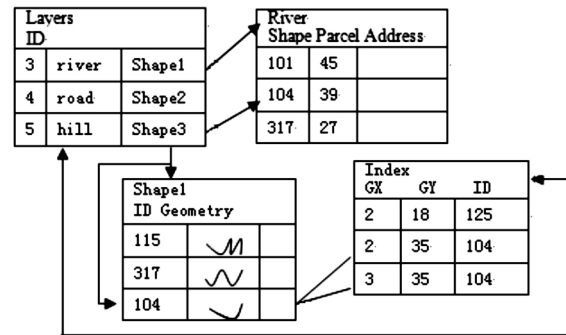


图 1 空间数据与属性数据的融合

Fig. 1 Fusion of spatial data and attribute data

建设的不断加快,要确保数据库数据及时更新、保持现势性与准确性,常规的测绘手段难以快速完成,必须借助于现代卫星遥感技术,利用高分辨率的卫星遥感影像数据来进行实时更新。

遥感影像能真实反映城市地形地貌以及城市用地的规模和布局,描述城市的 2 维空间信息;数字高程模型 (DEM) 则能够用高程值来表达城市中连续地面的起伏形态,描述城市的 3 维空间信息。这两种数据的融合能描述城市的地形地貌和城市 3 维空间对象,给政府规划设计和规划管理带来内容丰富的、直观清晰的城市地理信息,大大提高城市决策的科学性。然而,遥感影像在成像时,投影方式、遥感平台、地球曲率、地形起伏等因素使获得的遥感图像存在一定的几何变形。因此,DEM 与遥感影像融合的关键技术就是利用 DEM 对遥感影像进行纠正处理。

长沙市以山地、丘陵、岗地等地形为主,针对具有如此较大地形起伏特征的城市遥感影像,我们一般进行精准的物理模型纠正。先恢复遥感影像的成像模型,然后在整张影像中均匀布设若干个控制点,控制点数不得少于 $(n+1)(n+2)/2$ ^[2],通常 n 取 3,则至少需要 10 个控制点,然后利用 DEM 对影像的地表投影差进行纠正,最后利用外业控制点的坐标及高程值对影像进行控制纠正。经过如此纠正的遥感影像便能叠加在由 DEM 生成高低起伏的地形表面上,从而实现 2 维和 3 维的结合,充分发挥二者的优势,克服了 2 维的抽象性和 3 维模型的迷失性,为政府和人民大众提供比较全面的、直观的、丰富的城市信息。

1.4 CAD 与 GIS 数据的转换与融合

随着科技的发展,计算机辅助设计 (CAD) 与地理信息系统 (GIS) 技术都取得了长足的发展。CAD 与 GIS 相比,CAD 图形编辑功能更强大、制图更准确,但在处理对象属性方面差强人意,与数据库的连接限制比较大,空间分析和制图功能很欠缺,数据整合和共享能力也有限。而 GIS 侧重于描述空间对象的关系(如拓扑关系)及空间对象的属性信息,空间管理和分析功能比较突出,但图层叠加不便,屏幕刷新缓慢,绘图功能稍有不足。鉴于 CAD

与 GIS 二者均以制图为基础,二者各有优点,而二者经常在工作中有交叉,因此,与空间数据紧密相关的国土、水利、电力、房产、规划、地质等部门的管理信息系统,对 CAD 与 GIS 的互操作性和集成应用产生了越来越强烈的需求。

对于大多数 GIS 应用,转换后的 GIS 数据只有很少部分被用于查询和分析,绝大部分数据只需满足浏览显示和出图即可,表现的还是 CAD 图形的特征。针对这种情况,可将 CAD 数据分为两类:一类是用于查询分析的数据(如地形图上的地名、道路、房屋要素),需转换为 GIS 数据,这部分数据占的比重比较小;其余数据(如地形图上的控制点、交通附属设施、居民地附属设施、市政管线要素、地貌要素、水域、植被、图框等),它们仍按 CAD 格式管理,按 CAD 的图式规范在 GIS 环境中读取显示。将这两类数据通过不同途径融合于 GIS 应用环境,一方面满足了应用的需要;另一方面又有效降低了数据转换量,使数据转换的成本得以降低,并且大部分数据不需再重复更新,数据的一致性容易得到保证。图 2 是以地形图为例的 CAD 数据与 GIS 数据转换和融合的流程。

2 结束语

数字城市的建设涉及大量的地理空间数据,不同来源不同格式的数据融合和成功应用是实现长沙市各级部门间的地理空间数据共享,消除信息孤岛,减少信息化重复建设和重复投入,加快城市信息化进程的关键。随着计算机技术的发展,图像图形学理论和数学方法的不断出现并日趋成熟,数据融合技术也将越来越完善,多源空间数据的融合问题也将会得到解决。

参考文献:

[1] 卢新海. 多源城市规划数据的融合与集成方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2005, 28(4): 47-49.
 [2] 孙福贵, 冯树辉. 基于 1:10 000 DEM 的 SPOT 5 遥感影像正射纠正[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 830-833.

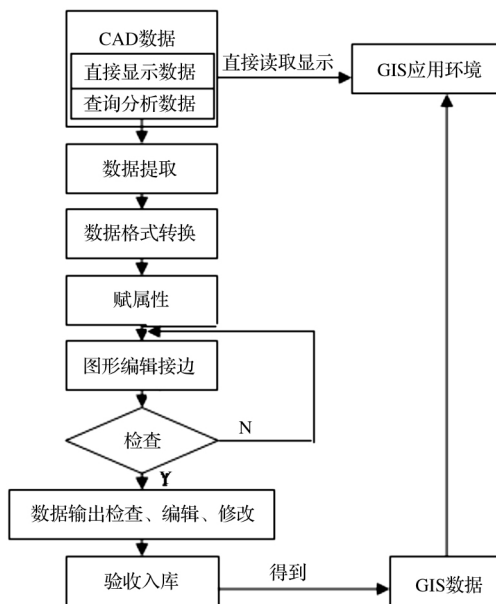


图 2 CAD 与 GIS 数据转换融合流程
 Fig. 2 Flowchart of the fusion and conversion of CAD and GIS data

[3] 郭黎, 崔铁军, 王玉海, 等. 多源空间数据融合技术探讨[J]. 地理信息世界, 2007, 5(1): 62-66.
 [4] 张海玲, 王家林, 许惠平, 等. 遥感数据和多源地学数据的融合研究[J]. 工程地球物理学报, 2007, 4(2): 95-98.
 [5] 贾永红, 李德仁, 孙家柄. 多源遥感影像融合[J]. 遥感技术与应用, 2000, 15(1): 41-44.
 [6] 杨玉静. 遥感影像融合关键技术探讨[J]. 北京测绘, 2010(2): 75-77.
 [7] 高翔, 王勇. 数据融合技术综述[J]. 计算机测量与控制, 2002, 10(11): 706-709.

[编辑: 宋丽茹]

(上接第 168 页)

表 1 不同融合结果质量评价参数比较

Tab. 1 Parameter comparison between different fusion result qualities

融合方法	均值	标准差	信息熵	平均梯度	相关系数	偏差
原始多光谱影像	119.044 28	54.965 423	7.747 548	5.621 662		
HPF 方法	125.254 9	63.337 262	7.896 779	14.966 637	0.928 191	0.225 996
IHS 方法	111.637 34	71.537 85	7.7470 07	18.803 846	0.864 184	0.363 305
小波方法	119.024 04	56.897 414	7.789 999	15.571 542	0.921 068	0.224 346
本文方法	123.768 87	65.650 371	7.906 252	19.060 546	0.900 407	0.272 251

3 结束语

针对全色影像和多光谱影像的融合, 本文将提升小

波变换和 IHS 变换方法相结合, 对变换后的低频系数, 采用区域能量加权的方法, 在保留多光谱自身光谱特性的 (下转第 175 页)