

基于空间数据库的城市网格化管理与服务系统的设计与实现

李德仁¹ 彭明军² 邵振峰¹

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

(2 武汉大学遥感信息工程学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘要:从城市 GIS 如何满足网格计算环境下城市管理和服务的现实需求出发,探讨了建立城市网格化管理与服务系统所需要的条件,设计了基于空间数据库的城市网格化管理与服务系统基本框架和 workflow,并以武汉市江汉区城市网格化建设为例,验证了该系统的运行效果。

关键词:网格技术; 空间信息多级网格; 城市空间信息网格; 网格化部件; 网格化事件; 网格化服务
中图法分类号: P208

空间信息通常以数字地图和空间数据库等方式存储在计算机网络系统中,但它们与空间信息应用服务之间仍有距离,因此,需要将网格技术与空间信息处理相结合,构建一个可直接用于地学服务的空间信息网格。2003 年,笔者提出了空间信息多级网格的概念^[1],随后进一步发展到广义空间信息网格和狭义空间信息网格^[2],并提出了空间信息网格潜在的 3 大职能^[3]和空间信息多级网格面临的 4 大挑战^[4]。

空间信息网格的应用在城市中最具有代表性,笔者结合武汉市城市网格化管理与服务系统的建设,设计了城市空间信息多级网格的层次结构、实现机制和服务模式。

1 问题的提出

城市地理信息系统在过去的十多年里得到了极大的发展。在应用体系结构发展上,表现为分布式 GIS 和 Mobile GIS 系统技术应用体系结构;在数据管理上,表现为由文件系统方式发展到对象关系数据库方式;在数据管理能力上,从小数据量管理向海量数据管理发展;在应用领域上,从专业应用领域向城市公众信息发布、决策支持方面发展。虽然城市地理信息系统得到了广泛的应用,但总地说来,城市空间信息的利用效率并不

高,各级政府和职能部门建立的地理信息系统难以相互利用,容易形成城市信息“孤岛”。在实际应用中,各种使用者(包括城市的领导、职能部门和市民)很难从 GIS 中得到详细的多维信息。

当前的 Internet 技术实现了计算机硬件的连通,Web 技术实现了网页的连通,而网格技术是要把整个 Internet 上的各种资源整合成一台巨大的计算机,从而实现资源共享与协同工作^[5,6]。网格(grid)是近年来逐渐兴起的一个研究领域,网格技术将各种信息资源(内容)连接起来,比现有网络更有效地利用信息资源。网格的根本特征是实现资源共享,消除资源孤岛。

在网格计算环境下,信息网格是要利用现有的网络基础设施、协议规范、Web 和数据库技术,为用户提供一体化的智能信息平台,其目标是创建一种架构在 OS 和 Web 之上的新一代信息平台和软件基础设施。信息网格追求的最终目标是能够做到服务点播(service on demand)和一步到位的服务(one click is enough)。信息网格研制一体化的智能信息处理平台,消除信息孤岛,使用户能方便地发布、处理和获取信息。

对比网格计算环境不难发现,现有的城市空间信息技术确实难以适应了,网格计算对城市 GIS 的挑战是显而易见的。目前,各个城市已经花费了大量的财力收集各种地下、地面、大气的各

类资源数据, 采用的手段包括地下勘探、地面人工测绘和监测、航空遥感、卫星遥感等。但由于各类资源数据零碎地分散在不同的部门, 信息的共享程度不高, 各个部门建立的地理信息系统不能相互利用, 形成信息孤岛, 城市空间数据与网格集成成为现实的需求。

2 从城市 GIS 到城市网格化管理与服务

城市 GIS 作为城市空间数据和空间信息在计算机中的存储、表达、分析和应用的信息系统, 已经从建单个系统走向了网络, 如 Web GIS 和 Mobile GIS, 下一步必然要走向 Grid GIS, 以充分发挥网格技术在各类资源共享方面的优势, 推进 GIS 走向网格化。因此, 需要从网格技术的特点出发来分析现有的城市 GIS, 发现和解决已不适应网格计算的各种问题, 如空间数据在信息网格中的表示方法; 网格技术与空间信息技术结合后, 如何更好地解决城市空间地理信息资源共享、分析应用与服务等问题。在城市管理与服务中, 将高速网络、计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体, 把网格作为一种基础设施, 是实现资源共享的重要前提条件, 因此, 建立城市网格化管理与服务系统是完全适时而且十分必要的。

图 1 为城市网格化前后的管理与服务流程, 图中实线为城市网格化管理前的管理流程, 图中数据、信息、知识、应用服务的所有流程都是串行的, 自动化、智能化程度低, 环节复杂。虚线为城市实现网格化管理后的管理流程, 从图中的环节和每个环节实现的技术来看, 虚线框中为网格化后流程, 网格化的流程跟传统的流程相比, 环节大大简化, 效率普遍提高。网格化以一种新的信息服务形式实现了城市管理的流程再造。

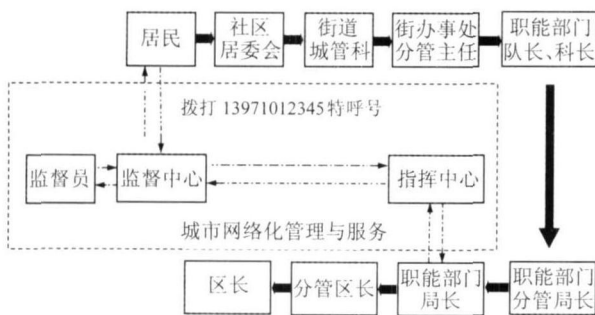


图 1 城市网格化前后的管理与服务流程

Fig. 1 Management and Service Contrasting Flows Before and After Urban Grid

2003 年前, 笔者提出了建立我国城市 100 m × 100 m、农村 1 km × 1 km、西部山区 10 km × 10 km 的空间信息多级网格的设想。在北京市东城区提出的依托数字城市技术创建城市单元网格管理新模式的思想 and 实施中, 网格技术是其重要的一部分。陈述彭院士认为, 用网格来进行管理, 可以提高管理效率和节省管理费用, 从地理信息系统发展的角度来看, 这是当前解决人文与自然、资源、环境协调的最简单而有效的方法。如上海市在“十一·五”规划中提出了基于人口、法人、空间地理 3 要素的城市网格化管理的发展研究。基于城市网格, 实现监管互动程序化, 将最有用的信息用最快捷的方法和最低的成本送给最需要的用户, 使城市管理体制科学而合理。

3 建立城市网格化管理与服务系统所需要的基础条件

从城市管理的角度来看, 城市网格化应该建立在有完善的城市空间数据基础设施的基础上。通常包含以下 4 个层次: 1) 全市的信息基础设施; 2) 全市的空间信息基础设施; 3) 基于 Oracle 等大型商用数据库、分布式、异构、互操作的联邦数据库基础之上的应用系统平台; 4) 服务于政府、企业和个人的各种终端(台式机、掌中宝、手机、电话、便携机和信箱等), 从而实现基于位置的信息服, 产生无限的政治、经济和社会效益, 其具体表现为以下几个方面: 从信息基础设施的层面来看, 要实现城市的网格化, 一个城市必须建立起覆盖全市的计算机网络通信环境; 从空间信息基础设施的层面来看, 网格化应该在空间信息基础设施条件较好的城市率先实现, 在建设城市空间基础设施体系过程中, 大比例尺电子地图库和大量基础地理信息资源是必需的前提条件;

从城市管理与政务服务中各职能部门的工作现状来看, 要围绕城市管理和社区服务工作, 城市的相关局、委、办应具有一定的基础, 积极探索和建立起若干重要的信息化应用和服务体系, 这些管理涉及到的人、事、物必须网格化; 随着城市人性化、构建和谐社会的全面推进和基层社区管理体制不断深入, 应为网格化建设提供了很好的有利条件。

4 基于空间数据库的城市网格化管理与服务系统的设计

城市网格化管理与服务系统是指在城市信息

基础设施(覆盖全市的网络通信环境)上,依托城市空间数据的基础设施(特别是大比例尺电子地图数据库和大量基础地理信息资源),利用空间信息网格的思想,按一定的规则将城市空间划分为一定大小的空间区域(单元网格),将城市基础设施确定为网格化部件,将城市建设和管理中所关心的事情称为网格化事件,将政府为社会提供的各类服务定位为网格化服务,以单元网格为基本单位,将全市行政区域划分成若干个网格状的单元,由城市管理监督员对所分管的网格单元实施全时段监控,监管互动实现对全市分层、分级、全区域的无缝精细化管理,提供人性化服务,解决城市中人与自然、与资源、环境的协调发展,构建和谐社会。

城市网格的划分和软件系统设计是系统建设的两个中心环节。关于网格如何划分,一般都以整个地球表面为研究背景划分网格,如以 O-QTM (octahedra-quatarnary triangular mesh, 基于八面体的四分三角形网格)^[7]、SQT (sphere quadtree, 球面四叉树)^[8]对地球表面进行无缝、多级的网格划分,而且大多数网格应用都采用了基于多面体(四面体、立方体、八面体、十二面体和二十面体)的多边形层叠配置和规则形状划分方法;也有使用地理坐标系(如经纬线)来进行网格划分的,如椭圆四叉树、全球四叉树系统等。

经过对城市管理流程的调研和实地考察,笔者总结出城市管理与服务中网格划分应遵循的一般原则包括: 属地管理原则,基于社区,不跨社区划分; 地理布局原则,沿着街道、院落、公共绿地、广场、桥梁、河流等进行划分; 现状管理原则,以单位独立院落为单元进行划分,不拆分自然院落; 方便管理原则,道路分段划分,要遵循院落出行习惯; 管理对象原则,不拆分城市部件; 无缝拼接原则,单元网格之间的边界应无缝拼接,不应重叠。

依据上面的划分原则,笔者把武汉市江汉区(共 33.43 km²)划分为 1 000 多个单元网格。

在城市网格的编码方面,一个单元网格在时间和空间定义上应有一个编码,单元网格可分 4 类共 12 位进行编码,依次是 6 位市辖区码、2 位街道办事处码、2 位社区码和 2 位单元网格顺序码,编码结构如图 2 所示。

如武汉市江汉区民族街武胜社区的第一个单元网格编码为 420103010101。基于此单元网格,可管理城市部件、事件和服务。笔者将城市网格化管理与服务平台的基本框架设计为应用支撑层、应用层、接入层、智能终端等 4 个层次,如图 3 所示。

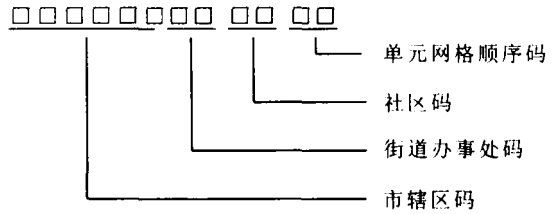


图 2 城市单元网格的编码

Fig. 2 Coding of Urban Cell Grid

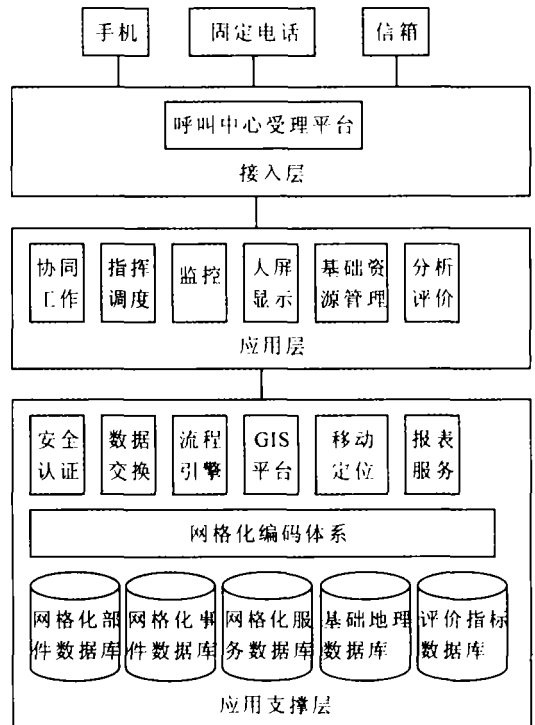


图 3 城市网格化管理与服务平台的体系结构

Fig. 3 Architecture of Urban Management and Service Grid

基于城市网格化管理的需要,笔者设计了系统的功能组成,如图 4 所示。

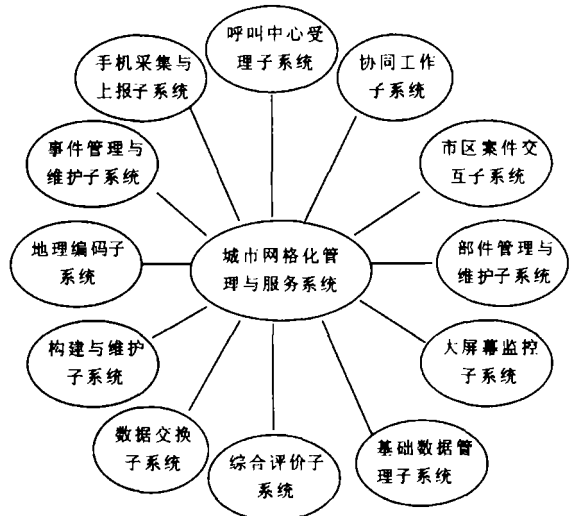


图 4 城市网格化管理与服务系统组成

Fig. 4 Components of Urban Management and Service Grid

5 应用示例及其效果分析

依托武汉市城市空间数据基础设施, 基于大型商用数据库 Oracle, 笔者首先将武汉市江汉区进行了网格划分, 共分为 1 003 个单元网格。在划分好城市单元网格之后, 对城市部件作了全面的普查, 对城市管理和服的事件进行了分类编码, 建立了与城市管理和服相关的基础信息数据库。基于此网格化管理与服务平台, 实现了对部件、事件的管理并提供服务。在图 5 中, 案件立案时的依据是监督员核查的上报图片, 如图 5(a) 中左边图片所示, 可以清楚地看到井盖丢失; 案件结案时的依据是监督员核实的上报图片, 如图 5(a) 中右边图片所示, 可以清楚地看到职能部门已把丢失的井盖补上, 整个过程都记录在事件发生的单元网格中。

图 6 为一个完整的网格化事件管理流程, 可以看到案件所在的单元网格、案件在网格化管理

与服务系统中的数据流程和每阶段的办理时间。在图 6 中上边的部分为监督员现场核实时发送到监督中心的图片, 下边的部分为案件处理完毕后监督员现场核查时发送到监督中心的图片。在城市网格化管理与服务系统中, 实现了对整个案件处理过程的全程跟踪。

武汉市城市网格化管理与服务系统具有以下特点: 网格化管理与服务平台既管理部件, 又管理事件, 并提供服务。网格化平台建立在武汉市空间信息基础设施的基础上, 是一个提供多尺度空间信息(如 1: 2 000、1: 1 000、1: 500)的平台。

以市、区两级监管中心的网格化平台为基础, 可将社区上报的各类信息进行查询统计分析, 给区、市级领导提供服务, 还提供地理信息区域搜索和点查询、统计, 并以图表等多种表现形式提供服务。

在网格编码方面, 既考虑到目前建设部的编码规范, 又兼顾了整个武汉市的每个社区网格的地方特色。构筑武汉市市、区两级平台, 是数字城市的典范。实现了最大限度地优化和整合资源。



图 5 城市网格化管理与服务系统立案和结案主界面

Fig. 5 Main Interface of Registering and Ending a Case Based on Urban Management and Service Grid

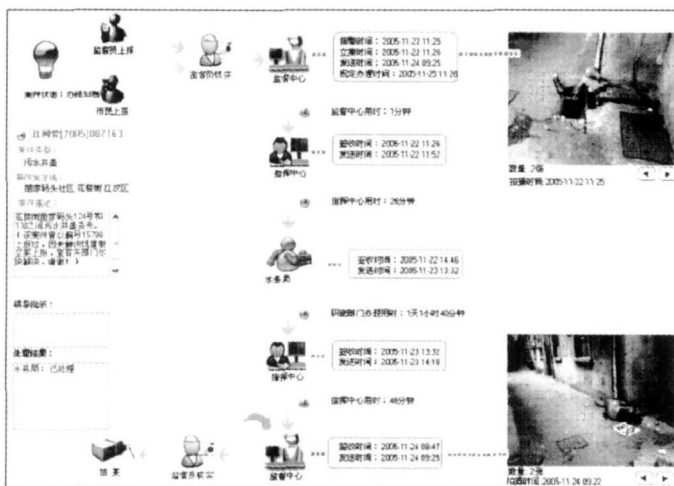


图 6 城市网格化管理与服务系统工作流程

Fig. 6 Flowchart of Urban Management and Service Grid

参 考 文 献

- [1] 李德仁, 朱欣焰, 龚健雅. 从数字地图到空间信息网格——空间信息多级网格思考[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 28(6): 642-650
- [2] 李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 513-520
- [3] 李德仁, 邵振峰, 朱欣焰. 论空间信息多级网格及其典型应用[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2004, 29(11): 945-950
- [4] 邵振峰, 李德仁. 基于网格计算环境下的空间信息多级网格研究[J]. 地理信息世界, 2005(2): 31-35
- [5] Goodchild M F, Yang S. A Hierarchical Data Structure for Global Geographic Information Systems[J]. Computer Graphics, Vision and Image Processing, 1992, 54(1): 31-44
- [6] Foster I, Lman C, Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations[J]. International Journal Supercomputer Applications, 2001, 15(3): 200-222
- [7] Sahr K, White D. Geodesic Discrete Global Grid Systems[J]. Cartography and Geographic Information Science, 1998, 30(2): 121-134
- [8] Fekete G. Rendering and Managing Spherical Data with Sphere Quadrees[C]. The First 1990 IEEE Conference on Visualization, San Francisco, California, 1990

第一作者简介: 李德仁, 教授, 博士生导师, 中国科学院院士, 中国工程院院士, 国际欧亚科学院院士, 主要从事以遥感(RS)、全球卫星定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)为代表的空间信息科学与多媒体通讯技术的科研和教学工作, 近年提出空间信息多级网格和空间数据挖掘与知识发现理论, 提出广义空间信息网格和狭义空间信息网格, 并致力于空间信息网格方面的研究与应用工作。

E-mail: drli@whu.edu.cn

Design and Implementation of Urban Management and Service Grid Based on Spatial Database

LI Deren¹ PENG Mingjun² SHAO Zhenfeng¹

(1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

(2 School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: The inevitability from city GIS to the urban management and service grid is introduced. The basic requirements which are needed to establish urban grid management and service grid are discussed. The method for dividing the urban grid is researched. The framework of urban management and service grid platform based on the spatial database has been designed, and the key technologies of constructing the urban management and service grid system are analyzed. The implementation flow of urban grid management and service system is elaborated. The authors take the grid construction of Wuhan city as an example to represent the system tentative plan.

Key words: grid technology; spatial information multi-grid; urban spatial information grid; grided object; grided event; grid service

About the first author: LI Deren, professor, Ph.D supervisor, academician of Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Engineering and Euro-Asia International Academy of Science. He has concentrated on the research and education in multi-media communication, spatial information science and technology represented by remote sensing (RS), global positioning system (GPS) and geographic information system (GIS). His recent majors are the theories and methods for spatial information multi-grid, data mining and knowledge discovery, theories and applications of generalized and specialized spatial information grid, etc.

E-mail: drli@whu.edu.cn