

中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1672 - 1586(2005)02 - 0041 - 06

关于空间数据与空间数据模型思考 ——中国 GIS 协会理论与方法研讨会 (北京, 2004) 总结与分析

吴立新^{1,2}, 龚健雅³, 徐磊¹, 赵学胜^{1,4}

(1 中国矿业大学(北京) 3S 与沉陷工程研究所, 北京 100083; 2 东北大学 3S 与数字矿山研究中心, 沈阳, 110004;
3 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉, 430072; 4 国家基础地理信息中心, 北京, 100044)

摘要: 空间数据和空间数据模型是 GIS 理论与方法的核心内容。本文总结中国 GIS 协会理论与方法研讨会(北京, 2004)的成果, 围绕 GIS 研究与发展的新动向, 分析了空间数据组织、集成、质量、不确定性与数据挖掘及 3 维空间数据建模、空间关系与可视化等方面的理论问题与发展趋势, 并思考和讨论了空间认知学与本体论在 GIS 理论与方法研究中的作用。

关键词: 地理信息系统; 理论与方法; 空间数据; 空间数据模型; 空间认知; 本体论

On Spatial Data and Spatial Data Modeling

——Summarization and Analysis of the Theory and Methodology Symposium (Beijing, 2004) of China Association of GIS

WU Li-xin^{1,2}, Gong Jian-ya³, XU Lei¹, ZHAO Xue-sheng^{1,4}

(1 Institute of 3S & Subsidence Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;
2 Center for 3S & Digital Mine, Northeastern University, Shenyang 110004, China; 3 LIEMARS of Wuhan University, Wuhan 430072, China; 4 National Geomatics Center of China, Beijing 100044, China)

Abstract: Spatial data and spatial modeling are the cores of GIS theory and methodology. This paper gives a summarization and a brief analysis to the academic results from The Theory And Methodology Symposium (Beijing, 2004) of China Association of GIS. Referring to the theoretical study and the developing trend of GIS, the spatial data organization, integration, quality, uncertainty and data mining, as well as the 3D spatial data modeling, spatial relationship, visualization etc., are introduced and analyzed. Besides, the function of spatial cognition and ontology on GIS theory and methodology is discussed.

Key words: GIS; theory and methodology; spatial data; spatial data modeling; spatial cognition

0 引言

中国 GIS 协会理论与方法研讨会(北京, 2004)于 2004 年 10 月 17 ~ 19 日在中国矿业大学(北京)召开, 来自泰国、祖国大陆和香港地区的 50 余位专家学者围绕 GIS 理论与方法的 2 个核心问题——“空间数据和空间数据模型”进行了热烈讨论与交流, 取得了一些共识。尤其是, 叶嘉安院士的“智能 GIS 特邀报告为 GIS 的发展指明了新方向; 陈军会

长的“动态空间关系模型”特邀报告从理论、方法、应用等层面详细阐述了空间关系模型研究的思路、算法与实际应用。

众所周知, GIS 认知的内涵是探索和回答现实世界的 4W - HR 问题(如图 1 所示)。GIS 空间认知与空间建模过程包括: 建立概念模型(包含空间对象抽象、空间对象表达、空间现象描述等)、形成逻辑模型(包括空间数据结构、空间关系描述、空间数据集成等)、建立物理模型(包含空间数据组织、空间数据管

收稿日期: 2005 - 03 - 15

作者简介: 吴立新(1966 -), 男, 江西宜春人。教育部长江学者特聘教授, 东北大学 3S 与数字矿山研究中心主任, 中国矿业大学(北京校区) 3S 与沉陷工程研究所所长, 美国 AAAS 会员, 中国 GIS 协会理事兼理论与方法委员会副主任委员, 九三学社中央教育文化委员会委员。主要从事 3D GIS 理论与方法、开采沉陷控制、遥感 - 岩石力学、3S 应用与数字矿山等领域的研究与教学工作。

理等)以及实现对象重构(包括空间数据构模、地学可视化等),进而进行空间查询、分析与应用,回答空间认知提出的4W-HR问题。由于受空间对象与空间现象的复杂性、人类认知能力的有限性、空间数据获取手段的局限性、空间数据处理方法的正确性、空间建模理论的完备性等影响,空间数据不确定性、空间过程不确定性与空间数据质量问题贯穿空间认知与空间构模全过程,也是GIS理论与方法问题研究

中不可忽视的一个重要方面。

本文对研讨会论文(含摘要)、报告及讨论中的主要论点进行总结归纳,围绕本次研讨会的主题——“空间数据与空间数据模型”,分别从空间数据组织与集成、空间数据质量与不确定性、空间数据处理与挖掘、3维空间数据模型、空间拓扑关系与应用分析、地学可视化理论等6个方面,进行总结、分析和讨论。

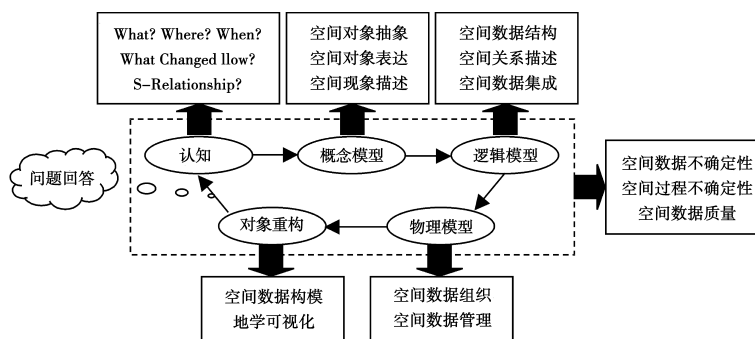


图 1 空间认知与空间构模过程

Fig 1 Process of spatial cognition and spatial modeling

1 关于空间数据

空间数据是GIS认知的前提和GIS空间建模的基础,空间数据处理、组织、集成、不确定性与质量分析、挖掘与知识发现等是GIS理论与方法研究的重要内容。

1.1 空间数据组织与集成

随着对客观世界认识的深入,人类对现有空间数据的利用感到“数据量大却信息匮乏”,因而需要对多源异质异构数据的集成进行研究,以便实现多源数据的共享。目前,多源数据集成研究主要侧重于图文一体化管理、多尺度空间数据整合和多源数据的一体化存储。阎国年主持本专题并作了引导性发言。

李琦(2004)指出元数据是解决多源异构信息资源集成、共享的有效手段,并为提供空间信息资源的门户设计了空间元数据的存储和集成框架;李琦等(2004)在介绍电子政务及政务信息资源发展背景时,讨论了建设政务信息资源目录与交换体系的重要性,提出政务信息资源目录与交换体系建设的五大内容,并设计了政务信息资源目录体系和交换体系的体系结构。蒋捷等(2004)在分析电子政务、定位服务等地理信息服务应用领域的特点和集成需求

的基础上,提出了基于多尺度地理框架数据的空间数据整合方法。

张新长等(2004)针对图形数据和结构数据的一体化存储问题,提出了图文一体化存储解决方案,并介绍了该技术在广东省水资源管理信息系统中的应用。盛业华等(2004)分析了基础地理信息共享框架及共享与交互机制,探讨了基础地理信息共享关键技术即空间信息符号的跨软件平台显示技术和多源数据自动转换与集成管理技术。王晏民(2004)指出传统的空间数据类型如数字矢量图(DLG)、数字栅格图(DRG)、数字高程模型(DEM)和正射影像图(DOM)等一般分别存储,存在不少缺点,进而提出以DLG多边形为面状对象单位、以面DRG为索引来存储DEM和DOM的4D数据一体化存储方案。骆剑承等(2004)分析了高分辨率遥感影像处理的技术难点与不足,提出基于特征基元进行高分辨率遥感影像多尺度信息提取技术,设计了提取技术系统框架。

1.2 空间数据质量与不确定性

传统的空间数据质量评价和不确定性分析主要集中于遥感图像数据处理、测量与数字化过程产生的点、线、面的几何与属性不确定性分析。目前,空间数据综合过程中数据质量评价和不确定分析及地球空间信息服务质量控制等,逐渐成为空间数据质

量和不确定性研究的新方向。

程涛 (2004)指出虽然解决空间目标不确定性的数学方法很多,如集合理论、模糊集理论、粗集理论、云理论等,但大多数数学工具和表达模型未能完全统一,未能形式化和模型化。基于地理目标的不确定性本质是连续性、混质性、动态性、尺度相关性、环境相关性的认识,指出需要进一步研究和回答的热点问题有:

- 1)如何定义模糊的点和线;
- 2)模糊点、线、面间的拓朴关系及模糊区域的拓朴关系完全性;
- 3)如何从野外观测和遥感影像上获取模糊点、线、面目标;
- 4)模糊点、线、面目标的数据结构和查询问题;
- 5)不同类型不确定性的数学工具的统一问题;
- 6)数据质量、不确定性及数据适用性的统一问题等。

为了在像元尺度上对常用分类方法的分类结果进行评价,柏延臣等 (2004)发展了一种基于扩展概率矢量的像元尺度遥感分类不确定性方法即“扩展的概率矢量”方法,该方法将仅仅适用于最大似然分类方法的概率矢量方法扩展到一般分类方法的分类结果的像元尺度不确定性评价。吴华意等 (2004)指出空间数据具有数据量大、处理复杂、在进行网络服务时与其所携带的信息量具有非线性关系等特点,进而提出一个以信息量为指导的自适应空间信息服务体系架构,通过空间信息服务质量的控制,使具有不同网络连接带宽和质量、不同客户端设备能力的客户都能够得到最佳的质量服务。李大军等 (2004)受确定 1 维随机变量熵不确定性区间思想的启发,提出了点的熵误差椭圆指标,然后扩展至线元的误差熵带模型及面元的误差熵环模型,并根据线元和面元平均熵进一步建立了平均熵带模型。童小华等 (2004)以多尺度空间数据中尺度综合不确定性为研究对象,将 GIS 空间数据不确定性理论和整体数据处理理论应用于多尺度综合的空间数据处理中,重点研究了大比例尺空间数据综合的不确定性与数据处理方法。闫浩文等 (2004)基于 Gestalt 心理学和空间认知学原理指出,判断地图综合终止的标准只有一条:即空间相似度。刘春等 (2004)对平面线元的不确定性进行研究,建议以 96.5% ~ 98.4% 的概率选取 2 构成的梯形区域作为线元的误差指标,并建立误差带缓冲区。刘异等 (2004)提出了基于栅格的信息量概念,并与现有的地图信息量量测方法进行了比较。

1.3 空间数据处理与挖掘

空间数据挖掘是多学科融合而逐步发展起来的。王新洲 (2004)从层次、数据量、目的三方面比较了空间数据处理与空间数据挖掘的联系与区别,认为数据处理是数据操作层面上的技术问题,而建立在空间数据不确定性基础上的数据处理则上升为空间数据处理理论,主要包括:空间数据的不确定性理论、平差理论、4 维空间数据的建模理论、参数估计理论和遥感影像分类理论。黎夏等 (2004)提出将数据挖掘技术与地理元胞自动机 (CA)结合,建立生成模拟所需要的转换规则,从而缩短建模所需要的时间。

胡鹏等 (2004)对 DEM 的精度问题进行研究,认为地面是多个单元曲面在复杂的地形结构线上拼接而成的确定表面,进而分析了地面观、数据观、逼近观三者之间互相依存的紧密关系,指出符合规范的测、绘数据能正确反映地形结构特征。杜培军等 (2004)对遥感数据挖掘、空间数据挖掘与空间分析集成中的关键技术进行了讨论。张锦等 (2004)基于对城市居民地的结构划分,应用最小二乘法导出了规则、知识约束下的单个居民地及居民地单元的形状化简和综合质量评价方法。陈军等 (2004)则探讨了基于知识发现的林相图小斑空间信息的自动提取方法。秦昆等 (2004)则对图像数据挖掘软件原型系统进行了研究。

GIS 数据处理引入空间数据挖掘及知识发现规则,促进了 GIS 向智能 GIS 方向发展 (叶嘉安, 2004; 沙宗尧等, 2004),从而使传统 GIS 由空间数据管理、处理、分析能力转向智能 GIS 而具有更强的空间分析能力、决策支持能力和自学习能力 (叶嘉安, 2004)。叶嘉安院士 (2004)认为智能 GIS 是传统 GIS 的发展方向。沙宗尧等 (2004)认为智能 GIS 的核心是 GIS 智能体 (GIS - IA),它封装了数据层与知识层以及数据处理和知识推理的各类方法,是一个内部独立、外部通过接口和方法相互通讯的实体模式,并对 GIS - IA 的分类体系、智能 GIS 的体系结构、智能 GIS 的关键技术与应用实例进行了介绍。

2 关于空间数据模型

传统的 GIS 认知与建模主要建立在 2 维空间框架上,而现实世界中的空间实体大都是 3 维的,空间现象也是发生在 3 维空间中的,传统的 2 维或 2.5 维 GIS 已不能满足人类对空间信息科学认识、表达和分析决策日益增长的需要。因此,加强 GIS 3 维空间认知、3 维空间建模、动态时空数据模型与 3 维可

视化研究势在必行,真正意义上的 3D GIS与多维动态 GIS研究与开发是大势所趋。

2.1 3维空间数据模型

近几十年来,国内外学者研究发展了多种空间数据模型,主要分为面模型、体模型、混合模型和集成模型,各种模型都有自身的优缺点和适应性,其中混合模型和集成模型是未来空间数据模型发展的一个方向,但技术实现难度大,许多难点尚未突破(吴立新等,2004)。龚健雅等(2004)认为目前尚无一种通用的数据结构能把所有的空间实体完好地表示出来。

龚健雅等(2004)指出 3维空间数据模型的研究要考虑以下几个方面的因素:

- 1)参与建模的数据来源、格式与分布特征;
- 2)建模对象特征、形态与类型;
- 3)满足建模的应用目的与需要;
- 4)方便模型操作功能的实现。

提出了基于似三棱柱体的 3维空间数据模型,介绍了似三棱柱体的概念模型与逻辑模型、似三棱柱体构模和模型剖切处理,并分析了建模效果。

吴立新等(2004)在分析 3维地学建模目的与技术要求的基础上,围绕空间目标的认知、空间模型的维数、空间模型的适应性、2维屏幕上的 3维操纵、空间拓扑关系描述和模型更新等 6个方面进行讨论,提出了亟需研究与回答的 9个关键理论与技术问题;并进一步提出了多源异构地学数据的认知与理解、多源异质地学数据的集成与表达、海量地学数据的分布式管理、3维地学数据的并行处理与模型计算、多尺度地学数据挖掘与知识发现、三位一体集成的地学空间模型、模型精度及其可靠性分析、与工程开挖无缝集成的数据组织方法等 8个亟待研究的重要课题。

汤国安等(2004)利用黄土高原 1:100万、1:25万、1:5万及 1:1万 4种不同比例尺的数字高程模型数据为基本信息源,研究了不同空间尺度下分级波浪特征分形描述的理论与方法,并总结出一套利用国家基础地形数据库信息进行 3维空间建模与数据挖掘的方法。毛善君(2004)根据数据信息获取量的多少,将 GIS分为黑色系统、灰色系统、白色系统。认为对地质体的 3维空间数据模拟是典型的灰色系统,可以 TN和 ARTN一体化来表示地下空间对象;而建筑结构的模拟则是典型的白色系统。张锦等(2004)以 CSG和 B-Rep来模拟数字城市中单体建筑的细节,详细讨论了该建模方法及 CSG组合建

模中的数据处理技术,并应用最小二乘法实现子实体的装配建模。黄书汉等(2004)、王彦兵等(2004)、陈学习等(2004)、徐磊等(2004)和白建军(2004)分别围绕空间建模架构、城市空间实体集成、地质体自动建模、综合信息体元和椭球面三角网 DEM建模等问题进行了探讨。

动态时空数据模型研究是 GIS研究的新热点。苏奋振等(2004)以海洋地理信息系统研究为例,提出以过程处理为核心来发展 GIS对时空信息处理的能力,试图利用多维信息可视化和组件化技术来构建三层体系结构的大吞吐量的、开放式的海洋信息系统平台 Maxplore,进而介绍了该系统开发的关键技术与特色模块。沈大勇等(2004)提出以 GIS流素与柔性体元(GIS FLOW ELEMENT AND SOFT VOXEL)作为动态柔性地物的基本模拟单元;当忽略体积时,称为 GIS流素;当强调体积时,则称为 GIS柔性体元。认为 GIS流素与柔性体元与不规则三角网、格网、四面体、八叉树等传统建模方法相结合,可实现对于地学对象固、液、气三相的完整表达。

2.2 地学可视化理论

可视化的目的是帮助人类更直观、更形象地理解、认识、分析、改造和利用客观世界。传统的可视化理论与技术侧重于空间对象进行形式化的描述,缺乏意象性的理解与描述,难以提供人类感官所能感知的逼真世界的再现模式。林珏主持本专题并作了引导性发言,介绍了虚拟地理环境(VGE)的发展过程、理论与技术问题,展示了 VGE的未来发展方向。

朱庆等(2004)认为 VGE由计算机网络层面、地理数据层面、多维表示层面、感知层面和多用户协同的社会层面 5部分组成,提出要研究真实地理环境的自然与人文信息和抽象信息的可视化,实现人机互动和自然交互,并强调其有别于“不真实的期待相关联的虚拟现实”。万刚(2004)认为虚拟地理环境(VGE)是数字地图支持下的一种新的空间认知工具,需要新的认知理论和建模方法指导。袁林旺(2004)针对虚拟地理环境平台建设的基本要求,提出了虚拟地理环境平台建设的框架,探讨了 3维数据模型及系统平台建设中的几个关键问题。车德福等(2004)则对基于 OpenGL地形可视化的格网插值、3D交互等问题进行了探讨。

鲁学军等(2004)指出“形、数、理、象”是地理空间主动计算的 4要素,地理空间主动计算融地理学的直觉思维、形象思维、经验知识与科学计算为一

体,是一种以知识驱动为主、面向任务问题解决、人可调控的地理可视化计算。传统的地理可视化侧重于“形的表述、“数的计算和“理的推导与建立,缺乏对“象的表述和认知。所谓“象”,也就是虚拟地理环境(VGE)所要突出的对人类感知世界的描述,是地理可视的最高境界。吴立新等(2004)针对3D GIS和3D GIS的应用需求,指出需要研究和发展的基于PC环境的地理灵境技术。龚建华等(2004)则从本源的角度出发,分析了人在GIS中的作用,提出了“面向人的GIS的思想,指出GIS将由技术驱动转向面向“人”。

2.3 空间拓扑关系与应用分析

空间关系包括方位关系、度量关系、顺序关系、拓扑关系、联结关系、依赖关系等多种内容,既是空间数据和空间模型的重要组成部分,也是空间分析、空间推理和空间查询的重要基础。陈晓勇主持本专题并作了引导性发言,从点集拓扑学和数学严密性方面讨论了空间拓扑关系的定义、内涵与完备性问题。

陈军(2004)指出GIS空间关系研究的主要脉络是语义、描述、表达和应用。针对Voronoi模型的缺陷提出基于Voronoi区域的V9I模型,进而研究了基于V9I的空间关系描述、空间关系计算、k阶临近计算、Voronoi图的栅格生成、动态与层次生成、球面Voronoi图构造、等高线邻接关系建立等算法问题,分析了V9I模型在全国15万DEM建库中的等高线质量检查、数据更新过程空间冲突检测与处理中的应用。邬伦等(2004)认为解决复杂地理问题的必然趋势是GIS与应用模型集成,针对当前模型复用研究不足,提出建立基于RM-ODP[ISO/IEC10746]和Web Service的GIS应用模型复用体系,并探讨了GIS应用模型复用体系的主要研究内容。

应龙根(2004)对“一般空间”问题进行研究,指出空间依赖关系意味着在一个空间场中某一空间单元与其他单元的相互影响,数学上可以用拓扑学的邻居和近邻概念来表达。赵仁亮等(2004)认为空间关系研究存在3个层次,即人类认知、模拟地图和数字化环境,这3个层次互有联系又有区别,空间关系的认知本质与基本语义为计算模型的构造提供合理的认知基础,进而指出将来的数字环境下空间关系计算需要顾及人类认知。胡鹏在讨论中提及可将空间关系总结为“位、邻、近、势”,并介绍了空间关系“零初始化”思想及其在基于栅格数据结构的道路网络分析中的应用。吴立新等(2004)指出目前3维空间拓扑研究主要集中于点、线、面、体4类几何

要素之间的拓扑关系,对于空间实体之间,如简单对象与简单对象、简单对象与复杂对象、复杂对象与复杂对象之间的拓扑研究有待突破。

秦其明(2004)基于地物光谱、形态、空间关系等特征的抽取与描述和空间关系(方位关系、拓扑关系)的内涵分析,提出建立空间关系推理机,以空间关系相似性作为图像匹配的基础,实现遥感图像的智能理解。宋小冬等(2004)从GIS的城市应用与空间相互作用模型出发,提出在GIS的城市与区域规划应用中需要研究解决空间单元的合理划分与公共交通成本的精确计算问题。侯妙乐等(2004)则认为人类对空间关系的感知是连续的,而基于点集的计算机计算是离散的,因而有必要研究数字空间中的数字拓扑关系。数字拓扑是研究数字空间中点集自身的拓扑性质以及点集与点集之间的相互关系,数字拓扑适用于离散的基于栅格的像素数据、基于点集的数据(高程、位置等地理数据)和基于单元的数据。赵学胜等(2004)、王铮等(2004)、舒红(2004)、吴健平等(2004)分别围绕全球离散格网剖分、汇聚型空间计算、地理时间的存在和插件式GIS开发等问题进行了探讨。

3 思考

万年以降,从原始岩画到放马滩秦墓的实物地图,从近代3维沙盘到现代电子地图,从2D GIS到虚拟地理环境和地理灵境,无不为了可视表达和真实再现人类社会生生不息的客观世界。相关科学技术的快速发展,不断为我们提供研究和解决空间数据与空间数据模型问题的新方法、新技术的同时,也不断为我们设立更新更高的目标,提出更多更难的课题,如多源多尺度多时相、异质异构空间数据的集成与共用、固、液、气“三相一体”地上、地面和地下“三位一体”的真3维构模(吴立新,2004),虚拟地理环境(VGE)与地理灵境中人类感性认知能力(如美感、质感、力感等)的描绘和刻画(朱庆等,2004)等。

认知学作为一种方法论,“以人为本”作为一种理念,均已渗透到自然与社会科学的各个领域。纵观国内外GIS的理论与方法研究,迄今为止,无论是有关空间数据组织与集成、数据质量与不确定性分析及数据处理与挖掘方面的研究,还是空间数据建模、空间拓扑关系和地理可视化方面的研究,大多是从技术层面探讨人类对客观世界的认知与再现,忽略了“地-人-GIS”系统中作为中心主体的“人”的存在及其对空间认知、地理理解、空间过程乃至空间

现象本质的作用和影响,如人的个体差异性、群体差异性决定其对 GIS空间现象认识、表达、定义与理解的差异。“本体论”(Ontology)的引入,将使人类从“本体”和“本源”上认知客观世界和认识空间数据特征,有效地解决空间数据表达语义的歧义问题,从而更人性地模拟、表达和再现空间对象、空间过程及其相关关系。

致谢:感谢中国 GIS协会领导、中国 GIS协会理论与方法委员会各位委员对本次研讨会筹备、组织和召开的鼎力支持!感谢东方泰坦科技有限公司对本次会议的赞助!感谢参加本次研讨会的各位嘉宾、代表、论文作者和报告人的辛勤劳动和对本文的贡献!由于会务组工作疏漏,致使陈晓勇、林琿、闫国年、杜清运等与会专家的报告幻灯片未能得以保留,本文总结时很遗憾未能将其学术观点纳入,在此表示歉意。

参考文献:

[1] 白建军. 基于椭球面三角网的数字高程建模 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[2] 柏延臣, 王劲峰. 像元尺度上遥感分类不确定性评价的一般模型研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[3] 车德福, 吴立新. 基于 OpenGL 技术的地形可视化相关技术研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[4] 陈军, 杨存建, 许辉熙. 基于知识发现的林相图小斑空间信息的自动提取方法探讨 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[5] 陈军. 动态空间关系模型研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[6] 陈学习, 吴立新, 车德福, 等. 基于钻孔数据的含断层地质体三维自动建模方法 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[7] 程涛. 论空间目标的不确定性: 概念、模型和应用 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[8] 杜培军, 张海荣. 空间数据挖掘与空间分析的集成 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[9] 杜培军, 张海荣. 遥感数据挖掘若干问题的探讨 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[10] 龚建华, 林琿. 面向“人”的地理信息系统思考 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[11] 龚健雅, 程朋根. 三维空间数据模型的研究及其进展 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[12] 黄书汉, 程承旗. 空间数据有效建模的架构原则与解决方案 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[13] 侯妙乐, 赵学胜, 陈军. 数字拓扑研究现状及其在 GIS 中的应用 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[14] 胡鹏, 吴艳兰, 胡海. 再论 DEM 精度评定是 DEM 的基本理论问题 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[15] 蒋捷, 陈军, 李京伟, 等. 面向地理信息服务的多尺度空间数据整合 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[16] 黎夏, 叶嘉安. 地理元胞自动机转换规则的自动挖掘 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[17] 李琦, 郭玲玲, 涂勇, 等. 政务信息资源目录与交换体系研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[18] 李琦. 数字城市中集成化的空间元数据存储体系研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[19] 李琦. 数字城市中一体化元数据信息管理研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[20] 李大军, 龚健雅, 程朋根. GIS 中几何要素误差熵模型的研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[21] 刘春, 刘大杰, 史文中. GIS 中平面线元误差带的概率分析 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[22] 刘异, 朱海军, 吴华意. 基于栅格的地图信息量测 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[23] 鲁学军, 薛安, 张洪岩. 地理空间主动计算——形、数、理、象的统一 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[24] 骆剑承, 明冬萍, 沈占锋, 等. 高分辨率遥感影像信息提取与目标识别技术研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[25] 毛善君. 灰色地理信息系统的理论及系统设计——以层状地质体为例 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[26] 秦昆, 王新洲. 图像数据挖掘软件原型系统的设计与开发 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[27] 秦其明. 空间关系在遥感图像智能理解中的应用 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[28] 沙宗尧, 边馥苓. 智能 GIS——从空间数据管理到空间数据应用的突破 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[29] 沈大勇, 林琿. 基于地学模型的动态柔性地物三维模拟理论与方法探讨 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[30] 盛业华, 张书亮, 闫国年. 基础地理信息共享的关键技术 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[31] 舒红. 地理时间的存在 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[32] 宋小冬, 钮心毅. 基于 GIS 的空间相互作用模型应用和需求 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[33] 苏奋振, 周成虎, 仇天宇, 等. 过程地理信息系统关键技术研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[34] 汤国安, 龙毅, 刘学军. 基于 DEM 的黄土高原地面分级波浪与分形模型 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[35] 董小华, 雷伟刚, 刘大杰. 多尺度空间数据综合不确定性处理理论与方法 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[36] 万刚. 虚拟地理环境 (VGE) 中的认知问题研究 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[37] 王铮, 蔡砥. 网格计算环境的汇聚型空间计算模式 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

[38] 王新洲. 论空间数据处理与空间数据挖掘 [A]. 中国 GIS协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.

(下转第 51 页)



微软公司的 Terra server 是目前 Internet 上最大的地图服务器和卫星影像数据仓库。在微软的 .Net 平台推出后, Terra server 也推出了基于 .Net 平台的 TerraServer. NET Web Service, 简称为 TerraService。

此外, MapDoNet 结合 Visual Studio Net 和 ArcGIS 技术, 也开发了一组商业应用的 Web 服务。地图 Web 服务 (Map Web Service) 是一个基于 .Net 的 Web 服务, 作为访问 ArcMS 的一个桥梁。地图 Web 服务允许对访问多个 GIS 服务器的多 Web 应用程序实施集中化的配置。SDE Web 连接器是一个提供更新和维护空间数据的 Web 服务, 它通过 SDE 可以在空间数据里添加、更新和删除点、线和简单多边形。提供的 Web 服务方便了 WebGIS 系统的开发和应用系统的整合。

在间接应用方面, 目前只有 ESR I 公司的 Geography Network 提供的 ArcWeb 工具条, 该服务是为 ArcGIS 桌面用户提供的。利用该工具条, ArcGIS 桌面用户可以获得大量的当前数据, 可以将这些数据集成到本地数据中去。

3 结束语

在互联网飞速发展的今天, GIS 也不断地更新换代。在第一代互联网环境中, WebGIS 只能发布一些简化的地图数据; 第二代互联网虽然实现了客户端

与服务器端的交互, 但只限于这两者之间的通信, 服务器与服务器间, 或是更一般的机器与机器间的交互并没有实现; 第三代实现 Web Services, 它能够彻底解决第二代 GIS 存在的问题, 机器与机器之间能够进行交互, 能够发布高级的 GIS 功能或服务, 实现在互联网环境中像寻找数据那样寻找 GIS 服务。尽管目前 GIS Web Services 还处于探索阶段, 并没有广泛地被实现, 但 GIS 从业者正在努力。随着 Web Services 技术的不断普及, GIS Web Services 技术将会迅速发展, 最终实现数字地球的战略构想。

参考文献:

- [1] 李安渝, 等. Web Services 技术与实现 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2003. 2 - 9.
- [2] ESR I Geography Network [EB/OL]. <http://www.geographynetwork.com/webservices/index.html>, 2004 - 08.
- [3] 卢亚辉, 杨崇俊. 基于 Web Service 的 WebGIS 系统的研究 [J]. 计算机工程与应用, 2003, 25: 153 - 156.
- [4] 龚健雅, 贾文珏, 陈玉敏, 解吉波. 从平台 GIS 到跨平台互操作 GIS 的发展 [A]. 中国地理信息系统协会. 中国地理信息系统协会第三次代表大会暨第七届年会论文集 [C]. 北京: 中国地图出版社, 2003. 423 - 430.
- [5] Microsoft UDDI Business Registry Node [EB/OL]. <http://uddimicrosoft.com/default.aspx>, 2004 - 08.
- [6] IBM. Web Services [EB/OL]. <http://www-306.ibm.com/software/solutions/webservices/uddi/>, 2004 - 08.
- [9] SAP. THE BEST - RUN BUSINESSES RUN SAP [EB/OL].

(上接第 46 页)

- [39] 王彦兵, 吴立新, 史文中. 面向城市空间实体集成的三维空间数据模型 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [40] 王晏民. 多源异类空间数据的一体化存贮方案 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [41] 邬伦, 于海龙. GIS 应用模型复用体系研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [42] 吴华意, 朱海军. 地球空间信息服务体系架构与服务质量控制 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [43] 吴健平, 崔修涛, 张伟锋. 插件式 GIS 开发研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [44] 吴立新, 史文中. 论三维地学建模 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [45] 徐磊, 吴立新, 陈学习. 3D 空间数据集成中的综合信息体元研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [46] 闫浩文, 王家耀, 成毅. 地图综合终止的判断依据: 空间相似度 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [47] 叶嘉安. 智能 GIS [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [48] 应龙根. 从自然空间到一般空间——理论、方法与实践 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [49] 袁林旺, 盛业华, 闫国年. 虚拟地理环境平台开发的框架及数据模型 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [50] 张锦, 刘国栋, 祁向前. 数字古建筑三维建模数据处理研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [51] 张锦, 刘国栋. 基于 CSG 的数字城市单体建筑细节建模理论和应用 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [52] 张锦, 袁策. 应用最小二乘法进行城市居民地自动综合算法研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [53] 张新长, 熊立林. 基于广东省水资源管理信息系统图文一体化研究 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [54] 赵仁亮. 数字环境下的空间关系计算问题 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [55] 赵学胜, 孙文彬. 全球离散格网剖分及变形分析赵学胜 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.
- [56] 朱庆, 周艳, 林琿. 虚拟地理环境与空间数据可视化 [A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会 [C]. 北京: 2004.