



中国地理信息系统的发展与展望*

周成虎¹ 杨崇俊² 景宁³ 刘耀林⁴

(1 中国科学院地理科学与资源研究所 资源环境信息系统国家重点实验室 北京 100101

2 中国科学院遥感与数字地球研究所 北京 100101 3 国防科技大学 长沙 410073

4 武汉大学 武汉 430079)

摘要 经过30多年的发展,我国地理信息系统的理论与方法、技术与软件、应用与服务等,均取得了长足的进步。国产GIS软件趋于成熟,并开始走向世界;应用试验进一步拓展到经济社会、卫生健康、公共安全与减灾防灾等领域,互联网地图为社会公众提供了实时的地理信息服务。密切结合移动互联网、云计算、智慧地球等的发展,GIS迎来了新地理信息时代,创新地理知识、共享地理价值将成为时代特色。

关键词 地理信息系统,地理信息服务,云计算

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2013.Z01.010



周成虎研究员

地理信息系统(GIS)是一门获取、处理和分析地理空间信息的科学技术领域^[1]。在国际上,GIS启蒙于20世纪60年代,经历了20世纪70年代的巩固发展、80—90年代的应用发展、21世纪10年代地理信息普及化推广等不同的发展阶段^[2]。当今,地理信息系统技术、地理信息科学和地理信息服务呈现一体化发展的综合趋势^[3],空间数据挖掘与知识发现、地理信息服务等成为前沿研究方向^[4],智慧城市、生态文明建设等成为新的应用增长点。

* 收稿日期:2013年4月1日

1 我国地理信息系统的起源与发展历程

我国GIS的发展起步于20世纪80年代初期。1978年杭州遥感学术讨论会上,陈述彭院士主张将地理信息系统作为一个新学科和技术领域分支提出,并得到国内同行的响应。综述过去30多年的发展,我国GIS发展历程可归纳总结为以下5个阶段^[5-8]:

(1)准备阶段(1978—1980年):此阶段主要是提出倡议,进行舆论准备,组建队伍,开展地理信息系统的相关研究。特别是在全国科技力量协作开展的腾冲联合航空遥感试验(1978—1980年)中,第一次建立了地理信息分析学科组,以统计、地图和航天遥感为信息源,探讨统计自动制图、数字地面模型和数字遥感图像处理分析等联合地理信息分析工作,成为我国GIS的启蒙性研究。

(2)起步阶段(1980—1985年):此阶段以1980

年1月19日成立的中科院遥感应用所GIS研究室为标志,揭开了我国GIS研究与应用的序幕;1983年,陈述彭先生发表了“地理信息系统的探索与试验”一文,确定了地理基础、标准化和数字化、多维结构为GIS的3大基本构成,并论述了GIS的基本特征。1984年颁布的《资源与环境国家信息系统规范报告》被认为是我国GIS及其标准化的纲领,1985年筹建的资源与环境信息系统国家重点实验室标志着我国GIS的发展全面起步。

(3)应用推进阶段(1986—2000年):此阶段的标志是从我国第七个“五年计划”开始,并连续3个“五年计划”,GIS作为国家级科研项目列入国家科技攻关计划,政府进行有计划、有步骤地推进我国GIS的技术研发与应用研究。特别是1996年开始的“九五”攻关计划,将国产GIS软件作为重点支持方向,有力促进了GIS软件的国产化发展。1987年召开的第一届北京国际GIS学术讨论会实现了我国GIS与国际的对接。大学本科GIS教育体系基本形成,全国120多所大学招收本学生和研究生。

(4)产业化推进阶段(2001—2010年):此阶段标志是国产GIS软件日趋成熟,形成与国际品牌GIS软件竞争的局面;国家基础GIS全面建成,并投入公众服务体系;导航地图产业发展迅速,网络地图服务成为各大互联网站的基本服务。地理信息产业被国家纳入战略性新兴产业发展体系。

(5)创新跨越发展阶段(2011至今):在今后的10多年里,随着Web3.0、移动互联网、数据库集群、多核处理器、云计算和传感器网络等技术的革新与新技术的发明、应用的深化与普及,在包括部门专业化应用和大众普及化应用及社会化应用的驱动下,在地理信息科学的理论方法支持下,GIS将迎来一个新的发展时代^[9],通过自主创新,促进我国GIS的跨越发展,进入国际发展的先进行列。

2 我国地理信息系统研究的最新进展

最近10多年来,在国家高技术研究与发展计划、国家重大基础研究计划、国家自然科学基金、科

技支撑、基础条件平台等国家科研与产业化计划的支持下,我国地理信息科学与技术取得了长足的发展,地理信息科学理论与方法不断深化,GIS基础软件与应用软件蓬勃发展,GIS应用不断拓展,地理信息服务蒸蒸日上。我国GIS整体发展已进入国际先进行列。

2.1 基础软件与核心前沿技术

GIS软件是现代地理信息产业的重要组成部分和核心基础软件。早在20世纪80年代,国际上有20多款GIS的基础软件,但经过50多年的发展,ArcGIS成为国际上处于垄断地位的基础软件。最近20年,我国的GIS技术得到巨大发展,研发出SuperMap、MapGIS、BeyonDB、GeoBean、GeoGlobe、Titan等自主品牌的基础软件,国内市场占有率超过60%,SuperMap和MapGIS也开始进入国际市场,形成了与国际品牌软件竞争的新态势。新一代GIS软件的核心技术得到突破,网格GIS、三维GIS等核心技术取得突破。

2.1.1 国产品牌基础软件发展

基础软件和应用软件是支撑GIS应用与产业化发展的重要基础之一,也是GIS发展的3大基石之一。自1987年第一套国际GIS软件ArcInfo被引入中国以来,我国GIS技术得到了快速发展,国产GIS软件的研发与产业发展走过了引进、消化、吸收和再创新的发展道路,以SuperMap、MapGIS、GeoBeans、GeoGlobe等为代表的国产GIS基础软件和应用软件已经形成品牌,在国土资源、测绘、环保、基础设施管理等行业与部门得到广泛地应用,并逐步进入国际市场。国产GIS平台软件的成功研发和广泛应用,提升了我国GIS软件研发和应用水平,使我国的GIS技术水平基本达到国际同等先进水平,提升了国家战略安全。

SuperMap GIS以组件技术为核心,通过共相式GIS技术创新,形成了共相式、服务式和真空间GIS 3大技术体系,从核心上解决了高性能和跨平台等关键技术问题,实现了GIS内核从32位向64位的跨越,为云GIS技术的发展奠定了基础。其主



要特色如下:

(1)共相式GIS技术体系:为适应IT技术发展带来的硬件与操作系统等运行环境变化,借鉴哲学“共相”(Universal)思想,采用标准的C++自主研发了共相式GIS内核(UGC)。基于微内核技术,可一次编写代码,针对多平台编译,实现了GIS软件的跨平台,成功地实现了UGC从32位向64位的迁移,为SuperMap GIS的可持续发展奠定了坚实的基础。

(2)服务式GIS技术体系:随着面向服务架构(SOA)技术发展和IT应用的服务化,以及OGC的WMS、WFS、WCS和WPS规范的提出,使GIS组件接口的Web服务化成为必然。基于SOA的相关标准,以UGC为内核,创新了服务器端服务聚合技术,支持XML与JSON格式以及SOAP和REST协议,集成了客户端mushup技术和RIA技术,形成了跨平台的服务式GIS(Service GIS)技术。

(3)真空间GIS技术体系:针对三维GIS应用的发展,在UGC内核中集成了三维GIS数据模型,支持地心坐标系和海量三维空间数据管理,扩展了三维GIS数据处理、分析和可视化功能,形成了二、三维一体化的真空间GIS技术体系。

MapGIS是我国自主开发最早的软件平台之一,最新发布的MapGIS K9是应用新一代面向服务的悬浮式体系架构技术率先推出的可视化开发平台,完全支持面向专业领域的空中、地上、地表、地下一体化真三维模型分析和处理。其主要特色体现在以下4方面:

(1)体系结构。率先在GIS平台上实现了分布式多层多级体系结构,即“纵向多级、横向网格”的架构,采用“面向服务”的思想设计,可构建分布式多级服务器协同工作环境,为进一步提升到云GIS奠定基础。

(2)二次开发模式。率先建立了新一代GIS的二次开发模式,进行基于插件式、配置式、搭建式的零编程二次开发。搭建平台是新一代面向分布式服务组件的二次开发平台,主要包括“业务逻辑分

析处理器”、“ workflow控制器”、“信息系统集成搭建平台”。采用基于网络控制的工作流模型,实现了业务的灵活调整和定制。支持多用户在线、多事务并发等应用模式,拥有可视化的工作流开发环境,只需拖拽相应事件元素即可设计出相应的业务流程,不需要编码或者小量编码即实现复杂应用,可将开发周期缩短50%—80%,实现“一次搭建、处处运行”。

(3)集成模式。通过“数据中心+数据仓库”的架构实现多数据源/多尺度的数据集成,通过“软件框架+软件插件”的形式实现多行业/多应用的系统集成。

(4)先进算法。研制基于多重四叉树的编码索引技术、LOD-OR树三维空间矢量数据索引编码技术等。

2.1.2 核心技术与前沿技术

针对地理信息服务的应用需求,密切结合IT的最新技术发展,重点开展了网格GIS、真三维GIS和高可信空间数据管理系统等方面的研究,突破了一批核心技术与关键技术:

(1)提出和制定了我国新一代GIS发展的规范标准。系统地开展了空间数据转换与服务、空间数据库互操作、基于Web服务的异构GIS数据互操作等3方面研究,制定了基于网络服务的空间数据互操作、基于应用程序接口的开放式空间数据互联、地图符号表示共享、城市三维建模技术规范等国家和行业标准^[10]。

(2)突破了高性能网格GIS的核心技术。面向主流网格计算技术和国产品牌GIS基础平台的发展,突破了网格GIS微内核架构、分布式空间索引、空间查询语言全局解析、分布式空间信息安全机制、全局空间事务执行管理、网格环境下的空间资源一致性问题、网格GIS中的负载均衡与容错、异构GIS软件高效互联互通、平台无关的数据存储管理及可视化等20多项核心技术,研制了全自主产权、高性能的大型网格GIS软件原型系统——MapGIS Grid。

(3)创新发展了高安全级空间数据库管理的核心技术。提出并实现了规模可伸缩空间数据库模型和“插线板式”DBMS系统架构,形成了精简高效内核;解决了数据库空间数据类型定义、空间数据存储、空间索引、空间算子与函数、空间长事务处理、空间查询优化6大核心技术问题,实现了高效空间数据管理内核;建立了国家三级标准高安全技术体系,创新研制了基于“空间作用域”的安全增强技术体系,真正实现了在DBMS内核层次对空间数据的访问控制;实现了具有全局概念模式的分布式数据库系统架构,建立了高可用数据库集群技术体系,突破了基于节点状态的动态负载均衡方法和基于互备日志的分布式事务提交协议两项分布式计算核心技术,开发出我国第一款空间数据库管理系统——BeyonDB。

(4)突破了真三维地理信息系统技术。构建了地上与地下、室内与室外目标的统一表示,离散对象与连续场的统一表示,多尺度几何模型信息与多层次语义拓扑信息的统一表示的模型方法,突破了多层次三维空间索引、自适应多级缓存与多线程协同、场景几何与纹理数据的优化重组,以及大规模三维复杂场景实时可视化的服务器集群/客户端异步装载等关键技术,形成真三维GIS的技术体系,自主研发了三维GIS软件GeoScope。

(5)研发了一系列高性能的空间分析中间件。自主研发了一套支持多核和机群混合计算模式的空间(统计)分析并行算法,构建了遵循OpenGIS规范研发并行空间(统计)分析中间件,为解决海量空间数据处理与分析提供新的技术基础。

从国际发展现状与态势来看,三维GIS、云GIS均属前沿发展方向,而我国这方面研究的起步较早,处于国际研究的同等水平。

2.2 地理信息共享与互操作标准规范

地理信息规范与标准是发展地理信息产业、推动地理信息共享的关键。全国地理信息标准化技术委员会(SAC/TC230)是我国从事地理信息领域标准化工作的国家级技术组织,主要负责地理信息

领域国家标准的规划、协调和技术归口工作,以及ISO/TC211对口业务工作。《国家地理信息标准体系框架》由通用类、数据资源类、应用服务类、环境与工具类、管理类、专业类和专项类共7大类44小类标准构成。在通用类标准的基础上,根据标准的不同功用分为数据资源类、应用服务类、环境与工具类和管理类标准,这些标准类相互关联,构成地理信息标准的主体。专业类标准(接口标准)基于上述5类标准,面向各专业应用领域需求,进行有针对性地扩展或裁减,形成地理信息专业类标准。专项类标准是以上述6类标准为基础,面向各类专项工程,制定满足工程要求的地理信息专项标准^[6]。

近10年来,主要围绕地理信息服务、网络共享与互操作等方面^[10,11],开展了标准与规范研究,完成了14个相关规范与标准的制定,提出了较为完整的基于Web Service技术的网络空间信息共享服务的技术标准体系和实现方法,不仅可以应用于目前的主流技术,而且适应于SIG技术的发展趋势,满足未来SIG环境下空间信息共享的要求,其中2个已经作为国家标准颁发,相关成果获得国家科技进步奖二等奖。

围绕空间信息移动服务的需要,研究和制定了Mobile GIS空间矢量数据的传输标准、移动环境下空间信息共享元数据标准、空间数据交换格式等3个标准,开发了具有自主知识产权的空间信息共享服务平台与开发控件,研制了自主知识产权的支持多移动终端的空间信息服务软件。

近10多年,我国GIS专家也参与多项国际标准的制定,成为ISO TC/211工作组的重要成员,并在城市GIS标准的研究方面处于主导地位。

2.3 GIS应用与产业化

2.3.1 GIS应用拓展

我国GIS的应用起步于资源环境领域,发展至今,资源与环境信息系统趋于成熟,全国水资源信息系统、土壤环境质量信息系统、国土资源“一张图”工程等,均进入了业务化运行服务的阶段。此外,面向各行各业和区域的基础设施管理需要,在



国产GIS软件基础上,进一步开发了适合专业设施管理的应用平台,并实现了推广应用。例如,以GROW软件为基础,建立了山西省电力公司电网管理分布式服务器系统(长治、临汾、晋城)、输电地理信息平台,实现Web GIS功能开发。以海尔物流系统为基础,已建成一个具有自主知识产权、基于空间信息移动服务技术的物流监控调度系统,为物流企业提供货运车辆定位、跟踪、调度和业务管理的应用示范系统。

近10年来,GIS的应用领域得到进一步拓展,特别是在社会经济、卫生健康、海洋资源环境等领域的应用。警用GIS(PGIS)是面向公安行业研发的通用平台。在全国公安系统,按照“统一组织、统一标准、统一软件”原则,构建了警用地理信息理论与应用体系,确定了部、省、市3级分布式技术体系架构,制定了面向公安行业的空间数据管理模型、数据、管理和平台技术等系列标准,开展了对PGIS平台共性关键技术的研究,解决了一体化海量空间信息管理、基于栅格图片引擎的高效地图访问、空间信息联网查询和分布式访问、公安业务信息与空间信息的关联集成、基于消息的大规模实时定位信息分发与展示、中文地址高效智能匹配等关键技术。研究并开发了一套门牌号码编码、采集、建库和地址匹配、比对技术,有效促进了“实用人口、实用房屋”社会创新管理工作,从根本上解决了公安业务信息的自动地图定位问题;北京、上海、深圳等城市通过电子地图,实现了对实时交通流量与路况的分析展示、交通设施的可视化管理、交通方案预案制作等,为确保大型城市智能化交通组织与管理提供了强有力的技术支持。此外,PGIS在案事件时空分析、社会治安管理、城市智能监控与报警、动态巡逻防控、犯罪轨迹分析等业务应用领域得到了广泛的应用,取得显著应用成效。

我国的海洋GIS研究与应用也获得了长足的发展^[12],特别是海洋渔业GIS取得突破性进展。自“九五”开始,系统地开展了卫星遥感海洋渔业信息的采集和处理、海洋渔业服务GIS、渔业专家系统、

渔业服务产品制作等核心技术与系统的研究,并在近海渔业资源管理、大洋金枪鱼和鱿鱼捕捞等方面得到系统性推广应用,多项成果获得国家科技进步奖,发表了系列论文,出版了一批专著。

国家统计局利用现代GIS和遥感等空间技术与手段,有效推进了国家空间统计事业发展。以统计业务化调查为目标,结合空间技术的特点,建成了一套面向空间统计的统计调查制度;建立了全国统计空间基础框架,包括基础地理、统计专题、遥感影像等信息。重点建设省—县—乡镇—村—调查小区—调查单元的空间调查数据库,以及从30米—10米—2.5米—1米—0.2米的遥感影像数据库;建立了业务化的空间统计业务运行系统,在农业、人口、经济、投资等重大国情国力调查中发挥着重要的作用,并进一步拓展了生态资产参数测量与价值评估、主要自然灾害对粮食作物面积和产量的影响等统计工作。

2.3.2 地理信息产业发展

政府、企业和公众是我国地理信息产业市场的3大主体,全社会对地理信息及应用服务的需求日益增长,极大促进了我国地理信息产业的发展^[13]。GIS在基础测绘、国土资源管理、城市管理、交通运输、公共卫生、社会经济统计、公共安全与国防安全、电信资源管理、电力资源管理、煤炭矿井测量与安全生产、石油勘探、水土保持管理等领域发挥了主力军的作用,国产GIS软件发展态势良好。统计表明,国产GIS软件在应用工程和服务市场的份额已占一半以上,已稳定占领空间数据加工生产行业和中小城市土地管理行业;在电力、通信行业,国产软件也占有超过半数的份额。与国外软件的竞争几乎扩展到所有领域。在与国外同类型产品竞争中处于攻势,并进入国际市场。

导航电子地图是地理信息服务的有力增长点,产业发展迅猛。在国家“863”计划和科技支撑计划的大力支持下,我国的导航电子地图发展迅速,并形成了四维、高德、瑞图万方等品牌导航电子地图提供商,产业规模已达数十亿元,并呈现持续增长

的态势。

网络环境下地理空间信息服务是地理空间信息集成与应用的重要突破点。国家地理信息公共服务平台——“天地图”，是运行于互联网环境的地理信息服务平台，以门户网站、二次开发接口的方式向企业和公众提供24小时不间断的权威、可信、统一的“一站式”地理信息服务。在服务模式方面，采用“统一规范、分建共享、在线集成、协同服务”的创新模式，将国家各级测绘部门、企业的信息资源聚合起来，通过统一的门户网站和服务接口向用户提供服务。专业部门、企业、个人用户可以通过“天地图”的标准服务接口和API调用“天地图”所有的地理信息资源，即可将它们嵌入已有的GIS应用系统或服务网站，也可以快速搭建一个新的GIS应用系统或服务网站。从而大大降低开发GIS应用系统或网站的成本和周期，省去处理并维护公共地理框架数据、承担底层服务的高昂成本，极大地提高测绘公共服务水平，推动了地理信息事业与产业的发展。

随着地理信息获取技术、处理技术和共享技术发展，我国地理信息产业呈现出爆发式增长，年平均增长率达20%。据不完全统计，2008年地理信息产业总规模已超过600亿，2011年地理信息产业产值超过了1000亿元，预计2015年达到1万亿元产值。当前，从业人员约40万人，从业机构超过1万家。在未来10年里，我国地理信息产业的信息市场、产品市场、技术市场和劳务市场等将基本建成，地理信息空间数据将更加丰富，自主知识产权软件市场占有率将超过75%，形成合理的地理信息产业链。

3 地理信息系统研究前沿与发展态势

为顺应“智慧地球”、“物联网”、“云计算”等新兴技术发展潮流并满足政府部门和社会公众对GIS应用在专业化方向深入及社会化方向拓展的需求，GIS的发展态势呈现以下的趋势：

(1)从GIS研究范围和对象角度，传统的“点-线-面”数据结构体系已无法满足对全球尺度、动态

变化世界的描述，多重数据表达、真三维GIS、时态GIS等对传统的GIS数据模型提出了新的挑战。需将传统地理信息管理范畴拓展到广域多重空间上去，亟待探索新的GIS基础理论和方法体系来支撑技术的发展和适应新的应用需求。

(2)海量数据处理、分布式并行计算、复杂系统模拟使传统结构的GIS面临巨大挑战，高性能计算、空间知识发现、专业模型嵌入成为未来GIS特色。因此，需要发展新一代高性能地学计算模式，设计新型的GIS体系架构，研究开发标准化的、以服务为导向的、适合于高性能计算的地理空间分析中间件。

(3)普适化应用、知识化服务的地理信息应用模式。在新一代GIS体系中，需要重点开发大规模复杂地理数据的可视化引擎，与动态自组织的多重广域数据组织与管理模型协同起来，打通“现实世界-地理世界-虚拟世界”的隔阂，为用户提供一体化的、全透明的、高度真实的、个性化的地理信息服务新模式。

(4)服务式GIS软件是未来GIS的发展方向。在广域GIS理论及其核心技术基础上，在底层构建高性能地学计算语言开发环境，上层打造广域而多重的“云服务”体系，为应用提供集“数据-计算-服务”于一体的整体性解决方案。

3.1 新地理信息时代与泛空间信息体系

随着空间信息采集技术的灵巧化，制图软件集成与地图编辑的便利化，硬件、软件、数据与人联系的网络化，地理信息系统迎来了新的发展时代^[9]。

首先是实时、动态、微观的地理信息实现在线服务。当今，Wikimapia通过允许用户提供详细的地球表面描述信息来“描述整个世界”，现已拥有包括位置、地名、类型等数据项的800万个目标信息；OpenStreetMap建立一个开放的、免费的全球数字地图网站。志愿者采用GPS来采集道路、河流等位置和属性信息，通过网络进行数据的合并。

同时，随着Internet的普及，WWW已经成为人类历史上最为庞大的知识库，其中地理空间知识占



据了很大比重,大量的 Web 页面都直接或间接表达了地理空间知识。目前,文本形式的地理空间知识,连同矢量形式的地理空间数据、栅格形式的对地观测数据,成为现代地理信息的 3 个重要成分。然而,传统的 GIS 长于坐标几何数据的管理和分析,智能程度不高,难以实现地理空间知识的表达和智能化检索,阻碍了 GIS 对大量文本化地理信息的处理和 GIS 的社会化。定性地理空间知识的表达、推理和智能检索,已成为近年来地理信息科学研究的热点,2008 年度 *IJGIS* 分别出版了关于数字地名词典和地理信息检索的专辑,并且国外也有初步的系统实现。

因此,运用空间与位置的观点,将各种信息基于空间化进行集成,并在统一的时空域内对信息进行处理、加工和分析等,为解决复杂的空间决策等问题,提供了新的视角和途径,共同构成了一个泛空间信息体系。

3.2 GIS 体系向过程化、网络化与集成化方向发展

GIS 软件是地理信息领域大型基础软件,开发一个功能完备的 GIS 软件是一项极其复杂的工程。如何合理地组织 GIS 软件的结构一直是研究的重要问题,它的发展经历了 GIS 模块、集成式 GIS、模块化 GIS 和核心式 GIS 几个历程。

GIS 的体系将从“数据+空间格局”向“模型+空间过程”方向发展,“数据编码+数据集成管理”将和“模型库+空间过程模拟”有机结合,实现数据、模型、系统的一体化和智能化。

新型的计算机硬件、软件体系、网络技术等的出现,推动着当代 GIS 技术的快速更新和发展,Web GIS、网络 GIS 是 GIS 的重要发展方向。以服务为理念的 GIS 将成为未来地理信息应用的重要方式。

以 GIS 为核心,与全球定位系统(GPS)和遥感(RS)的集成,构成一个高度自动化、实时化的 GIS 系统,是 GIS 发展另一个重要趋势。这种系统不仅具有自动、实时的采集、处理和更新数据的功能,而

且能够分析和运用数据,为各种应用提供科学的决策咨询,并回答用户可能提出的各种复杂问题。

随着 GIS 应用的普及化和专业化,GIS 软件平台的构成将进一步组件化,各组件之间不仅可以自由、灵活地重组,实现高效无缝的系统集成,而且可大幅度降低大众化用户开发的技术门槛和开发成本。

3.3 分布式海量空间数据管理系统为重要基石

为了实现“空间-属性”数据一体化、“矢量-栅格”数据一体化和“空间信息-业务信息”一体化,现有的空间数据管理向集成结构的空间数据库方向发展。在整体空间数据模型支持下,利用成熟的商用对象-关系数据库管理系统(ORDBMS)来存储和管理海量数据是大势所趋。由此,专门针对分布式海量空间数据的数据库管理技术开始出现并迅速发展,并成为大型 GIS 平台空间数据管理的基础。当前分布式海量空间数据管理系统要求能够对空间数据实现一体化存储、组织与管理,而面对新型计算机硬件体系结构下出现的新问题,对传统的空间数据管理技术提出了新的挑战。

3.4 地理信息服务成为发展趋势

地理信息服务是 Web Service 和 GIS 技术的结合,它的出现和发展为解决分布、异构环境下的地理信息共享和互操作问题提供了一种有效的技术途径。通过地理信息服务来实现地理信息、地理信息处理与分析功能模型、GIS 软件等的资源化利用,是地理信息应用的发展潮流,也是新一代 GIS 技术发展的必然趋势。

Web3.0 技术使得地理信息服务呈现出更为丰富的应用前景,导致诸如 GeoWeb 等概念的诞生——“GeoWeb 是一种通过基于服务接口可访问的持续可用的地理信息内容和地理空间能力”。基于 GeoWeb 的各种地理信息服务正在成为 Web 环境的基础性组成设施,互联网上众多的地图内容聚合就是 GeoWeb 的典型应用。

当前人们已经开始研究如何高效利用互联网上的各种 Web 服务,并采用诸如动态选择、异步调

用、分布式执行等机制来提升 Web 服务组合时的系统性能问题,这种趋势使得开展空间领域类似问题研究具有较为可信和可靠的理论基础。

下一代互联网(IPv6)具有网络地址多、内置安全协议、服务质量高、即插即用等技术特征,提供了强大、可伸缩的网络基础环境,将改变很多基于互联网的应用,为解决地理信息服务在处理能力和性能方面的瓶颈提供了新的机遇。

3.5 地理信息云计算占据前沿

在云计算技术的支持下,用户可以实现按需使用 GIS。用户不需要知道数据、软件来自何处,可随时、随地获得计算能力(资源、信息、服务、知识),并可以把各种资源如地理数据、应用软件、硬件设备都放在云计算平台的统一管理中,进一步强化地理分析、处理能力。同时,云计算服务可靠、安全,每个地理信息应用部署都与物理平台无关,通过虚拟平台进行管理,以及对地理信息应用进行扩展、迁移和备份等各种操作。云计算平台对全球化的地理空间信息存储、检索、分析和操作提出了新的机遇和挑战。

参考文献

- 1 陈述彭. 地理系统与地理信息系统. 地理学报, 1991, (46): 1-7.
- 2 周成虎. 地理信息系统的透视——理论方法. 地理学报, 1995, 50(Supp): 1-12.
- 3 李德仁, 邵振峰. 论新地理信息时代. 中国科学(F 辑: 信息科学), 2009, 39(6): 579-587.
- 4 T Pei, C H Zhou, A X Zhu et al. Windowed nearest neighbour method for mining spatio-temporal clusters in the presence of noise. International Journal Of Geographical Information Science, 2010, 24(6): 925-948.
- 5 何建邦, 钟耳顺. 论地理信息系统及其在地理学中的地位. 地理学报, 1993, 48(1): 84-89.
- 6 何建邦. 我国 GIS 事业的回顾和当前发展的若干问题. 地理学报, 1995, 50(Supp): 13-22.
- 7 陈述彭. 地理信息系统在中国的机遇. 见: 地球信息科学和区域持续发展. 北京: 测绘出版社, 1995, 8-16.
- 8 陈军. 论中国地理信息系统的发展方向. 地理信息世界, 2003, 1(1): 6-11.
- 9 李德仁, 龚健雅, 邵振峰. 从数字地球到智慧地球. 武汉大学学报·信息科学版, 2010, 35(2): 127-132.
- 10 龚健雅, 吴华意, 张彤. 对地观测数据、空间信息和地学知识的共享. 测绘地理信息, 2012, 37(5): 10-12.
- 11 何建邦, 蒋景瞳. 我国地理信息标准化工作的回顾与思考. 测绘科学, 2006, 31(3): 9-12.
- 12 苏奋振, 周成虎等. 海洋渔业地理信息系统的发展、应用与前景. 水产学报, 2002, 26(2): 169-172.
- 13 叶嘉安, 何建邦, 施迅. 关于我国 GIS 产业化发展若干问题的思考和策略. 城市规划, 1996, (4): 18-21.

周成虎 中科院地理科学与资源所研究员, 资源与环境信息系统国家重点实验室主任、国家“863”计划地球观测与导航技术领域地理信息系统主题专家组组长等。主要从事遥感地学分析与计算、空间数据挖掘与知识发现、地理格网与海洋地理信息系统等研究。发表论文 350 余篇, 合著论著与图集 26 本。E-mail: zhouch@igsnrr.ac.cn



Advancements and Prospects in China Geographical Information System

Zhou Chenghu¹ Yang Chongjun² Jing Ning³ Liu Yaolin³

(1 State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

3 National University of Defense Technology, Changsha 410073, China

4 College of Resource and Environment, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract In the last thirty years or more, the theory and methods, technology and software, applications and information service in the area of Geographical Information System (GIS) in China have been greatly progressed. Domestic software system has gone into the stage of mature, and is stepping into the international market. The applications have been extended into the areas such as economics and social sciences, population and health, public security, and natural disaster reduction besides the traditional areas such as natural resources utilization, environmental protection, and facility management. Web-map is being widely used by publics in their daily life, which greatly promotes the developments of geographical information industries. In the near future, GIS will go forward into the era of new geographical information by taking advantage of the developments of mobile internet, cloud computation, and smart earth. Innovating geographical knowledge and sharing geographical value will be the times current.

Keywords geographical information system (GIS), geographical information service, cloud computation

Zhou Chenghu Professor of Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences. His research area covers the analysis and computation of remote sensing imagery, Geodata mining and knowledge discovery, geographical grid, and marine GIS. He has published 350 papers and 26 monographs and atlases. Now he is served as the chair of State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, and the leader of the expert team of GIS theme of Earth Observation and Navigation of National High-tech Program. E-mail: zhouch@igsrr.ac.cn

(接58页)

teorological satellite of China: data processing and satellite operation control software are developed. A mathematical model is derived for FY2 image navigation, based on the model, automatic image navigation for FY2 meteorological satellite is realized, this achievement results in the FY2 image navigation accuracy reaches pixel level, and the forecast Latitude/Longitude grids and coast lines well match the FY2 image in operation. And an automatic cloud motion wind derivation algorithm is also realized with FY2 meteorological satellite data. The algorithm is charactered with an enhanced method to distinguish low cloud from thin cirrus. The procedure examines the correction of suspect areas with water vapor and infrared imagery to better separate contributions from each and to improve height assignment of cloud motion winds. Additionally, emissivity differences between high and low clouds are used in a similar way by examining the split window channel difference field. E-mail: xujm@cma.gov.cn