

遥感与资源环境信息系统应用与展望

徐冠华

(中国科学院遥感应用研究所 北京 100101)

摘要 本文分析了90年代遥感与地理信息系统的发展趋势。根据国民经济持续发展的需求和计算机技术、信息技术的发展前景,提出了今后遥感与地理信息系统发展的建议。

关键词 遥感,地理信息系统,展望

1 遥感与地理信息系统在资源与环境发展中的作用

遥感和地理信息系统技术是70年代蓬勃发展起来的新兴技术领域。它集中了空间、电子、光学、计算机、通讯和地学、生物学等学科的最新成就,在地球系统科学、资源与环境科学以及农业、林业、地质、水文、城市与区域开发、海洋、气象、测绘等科学与国民经济的重大领域,发挥着越来越大的作用。

遥感、地理信息系统技术和最近发展起来的全球定位技术为地学提供了全新的研究手段,导致了地学的研究范围、内容、性质和方法的巨大变化,标志着地学的一场革命。和传统的对地观测手段相比,它的优势表现在:提供了全球或大区域精确定位的高频度宏观影像,从而揭示了岩石圈、水圈、气圈和生物圈的相互作用和相互关系,促进了地球系统科学的诞生;扩大了人的视野,从可见光发展到红外、微波等波谱范围,加深了人类对地球的了解;在遥感与地理信息系统基础上建立的数学模型为量化分析奠定了基础;同时,还实现了空间和时间的转移;空间上野外部分工作转移到实验室;时间上从过去、现在的研究发展到在三维空间上定量地预测未来。遥感与地理信息系统技术正在改变着地学研究的进程,陈述彭院士最近提出将遥感与地理信息系统纳入国家信息高速公路计划的建议将进一步加速这个变化进程。

环境与资源是地学的一个重要的研究领域,也是以遥感、地理信息系统、全球定位系统技术为核心的对地观测技术最具有应用潜力的领域之一。我国面临着日益严重的环境与资源问题,本世纪末到下世纪初,将是我国环境与资源问题最为尖锐的时期,如果处理不好,必将影响到国民经济的持续发展。因此,遥感技术已被列为国家90年代国民经济发展的35项关键技术之一。遥感技术和地理信息系统技术在解决我国资源与环境问题、促进国民经济持续发展中的作用是:

1.1 为制定国民经济计划提供资源与环境动态基础数据

例如,80年代初期,全国土地遥感调查第一次提供了我国国土面积和耕地面积的数据;80年代末期,黄土和三北地区遥感调查为该区经济发展和生态建设提供了依据;西藏

收稿日期:1994年5月20日。

应用遥感技术在全国第一个完成土地详查,为西藏开发决策创造了良好条件;中国科学院进行的全国土地利用动态监测和全国土地利用数据库建设将于年内完成,使国家有可能得到我国当前城市化过程、耕地面积减少和生态环境变化的基本数据和图面资料。当前,最根本的任务是在应用遥感和地理信息系统技术的基础上建立国家资源与环境动态监测体系和国家资源与环境数据库系统。

1.2 为国家重大的资源、环境突发性事件提供及时准确的监测评估数据

当前,最紧迫的任务是向国家提供自然灾害监测和损失评估数据。国家“八五”遥感科技攻关项目承担了研制自然灾害遥感监测信息系统的任务,已和国家减灾委达成协议,承担今年国家水、旱等灾害监测和损失评估任务,并配合地震局进行地震损失评估的工作。随着技术开发的不断深化,将最终建成具有快速反应能力的国家自然灾害综合监测和评估信息业务系统。

1.3 生物量估测

它包括农作物产量、产草量、水面初级生产力预估和评估。特别是由于改革开放的深入,农业种植面积、种植结构及产量受到市场经济前所未有的巨大冲击,波动显著。“八五”遥感科技攻关项目承担了研制主要农作物遥感估产信息系统的任务,提供黄淮海平原小麦、松辽平原玉米、江汉和太湖流域水稻种植面积和产量预报。今后,建设全面的、高精度的国家农作物遥感估产信息系统是一项重要任务。

1.4 为国家的重要经济领域提供信息服务

遥感和地理信息系统应用的综合性是其重要技术特征和技术优势。遥感技术在地质矿产和水资源的勘探,森林、草场资源调查与评价,海洋渔场调查,城市的规划,气象、海洋预报等领域均发挥着重要作用。它的技术发展将推动国民经济各领域信息技术进步,更好地为国家发展决策服务。

2 遥感与地理信息系统的发展趋势

空间技术和计算机技术的发展,推动了遥感与地理信息系统技术的进步。遥感影像的空间分辨力和光谱分辨力的明显提高,扩展了它的应用领域;计算机运算速度和容量成数量级的增加、数据库技术和网络技术的发展和人工智能的应用为分析处理大数据量的遥感和地理数据创造了条件。所有这些都为遥感与地理信息系统的实用化奠定了技术基础。数学模型作为联系遥感、地理信息系统与它们的实际应用之间的纽带,处于十分重要的位置,发挥了极为重要的作用。

2.1 综合对地观测数据获取系统的建立

遥感技术应用的实践表明,服务于资源与环境监测的对地观测数据获取系统是由航天、航空、地面观测台站网络等子系统组成的,具有提供定位、定性、定量数据能力的综

合性技术系统。同时,这个系统是一个全天候、全方位的综合系统,这样才有可能对地球过程进行比较全面的调查研究,从而为资源开发、环境保护、区域经济协调和持续发展提供系统的科学数据和信息服务。

对地观测空间卫星子系统是由大型极轨组合平台与小卫星系列、多高度、多种轨道卫星组合的观测体系。从资源与环境监测的需求出发,卫星发展的重点包括:连续地提供高质量的观测数据、长寿命化的观测技术;以定量化为目标的超多波段成像光谱技术;不受云层影响的微波传感器技术;以海洋和大气为主要对象的探测器技术和全球空间、全天候、全时域、连续、快速、高精度导航定位的全球定位系统技术。

2.2 遥感、全球定位系统和地理信息系统的一体化

地理信息系统需要应用遥感资料更新其数据库中的数据;而遥感影像的识别需要在地理信息系统支持下改善其精度并在数学模型中得到应用。两者之间存在着密切的相互依存关系。但在目前的技术水平下,这种关系受到制约,主要有两方面的原因:一是受卫星分辨率和识别技术所限,遥感图像计算机识别的精度还不能满足更新较大比例尺专题图的要求;二是遥感图像与常用的地理信息系统的不同数据结构妨碍了数据间的传输。

展望今后 10 年,新一代卫星影像的分辨力将有大幅度提高;在专家系统支持下,计算机识别精度也将有明显的改善;同时,从遥感图像具有的栅格数据结构向地理信息系统常用的矢量数据结构的转换已取得明显进展,有的达到实用化水平。因此,遥感与地理信息系统一体化已是可以看到的前景。那时,再也不需要重复遥感图像一目视解译一编图一数字化进入地理信息系统的模式,整个过程将为计算机处理所代替,应用完全实时的遥感数据的数学模型将得以运行。

遥感、全球定位系统和地理信息系统一体化技术,又称三 S 技术 (RS、GPS、GIS),随着美国用于全球定位系统的 24 颗卫星在 1993 年 6 月最终全部发射成功已提到日程。全球定位系统的组合技术系统为遥感对地观测信息提供了准实时或实时的定位信息和地面高程模型;遥感对地观测的海量波谱信息为目标识别及科学规律的探测提供了定性或定量数据;遥感、全球定位系统、地理信息系统的一体化将使地理信息系统具有获取准确、快速定位的现势遥感信息的能力,实现数据库的快速更新和在分析决策模型支持下,快速完成多维、多元复合分析。因此,三 S 技术将最终建成新型的地面三维信息和地理编码影像的实时或准实时获取与处理系统,形成快速、高精度的信息处理流程,对遥感技术发展具有深远的意义。

2.3 高速大容量遥感数据处理系统建设

资源与环境遥感监测的特点要求遥感数据处理系统必须有较高的处理速度、处理能力和精度。80 年代以卫星图像目视解译为基础的大区域综合调查需要 3 年左右时间完成,和传统调查方法相比,这已经是很大的进步;90 年代以资源与环境动态监测为目标,这个周期必须缩短到 1 年;而灾害评估、农作物估产等定量化环境和资源遥感工程,则需要数小时和数天内完成。在数据处理分析精度方面,考虑到资源与环境动态监测中要查清的季度、年度变化本身数值很小,因此对精度的要求更为严格,需要稳定在 90% 以

上,直至达到 95%,这是传统的计算机识别没有达到的目标。同时,未来空间遥感技术发展将导致传感器空间分辨率、光谱分辨率的大幅度提高,这些传感器和三 S 技术系统投入运行的结果将使卫星图像的数据量和计算机处理运算量大幅度增加。据初步统计,90 年代末期,遥感卫星的数据量将增加 100—400 倍,计算机处理的运算量将增加 1000—17000 倍。目前需要百万次级计算机解决的图像识别问题,将需要由 10 亿次—170 亿次计算机完成。上述处理速度、精度和处理能力问题如不解决,将造成大量遥感数据积压,处于数据爆炸状态,无法发挥遥感技术所具有的宏观、快速和综合的优势。计算机技术的快速发展为解决这些问题创造了条件,因此以高速、大容量和高精度为目标,建设遥感与地理信息系统数据处理系统势在必行。

神经网络计算机和专家系统将对高速大容量遥感与地理信息系统数据处理系统建设提供强有力的支持。神经网络计算机被称为第六代计算机,与数字计算机比较,特点是:(1)大规模的并行分布处理;(2)高度的容错性,任何局部错误不会影响整体结果;(3)具有自适应、自学习功能,具有思维联想能力;(4)是一种连续时间呈集团性的非线性动力系统。识别和记忆体现为该系统的平衡及平衡状态。

神经网络计算机是尽可能模拟人脑——超级信息处理系统的产物。它试图解决现代计算机无法根本解决的一些技术问题,例如对各种图像信息的快速准确的识别。造成这些问题的原因是现代计算机在冯·诺伊曼体系下,按符号/逻辑规则顺序串行运算,它不具备人脑的智慧性、时空整合、思维联想等功能。尽管在现代计算机中人工智能获得了应用,但仍无法准确模拟人脑的思维活动。若采用神经网络,利用其全并行处理、自适应学习、联想功能等特点,解决计算机视觉、模式识别等特大数据量、信息特别复杂的问题,表现出明显优于传统计算机处理方法的优点,从而解决遥感图像识别和遥感及地理信息系统数据的综合分析等问题。

专家系统已在遥感图像识别实验中得到应用,但远远没有达到实用阶段。当前一些遥感应应用科学工作者开发了一批专家系统软件,但还很不成熟。应当指出,计算机研究人员已开发了一批专家系统开发工具,从理论完整性和实用性以及人力的投入上都远远超过了应用工作者开发的专家系统。因此,对于遥感和地理信息系统应用科学家来说,正确的途径不是自己独立开发专家系统,而是从众多的已开发的专家系统开发工具中选取适合于地学应用的模式,赋予地学内容,特别是在认真科学地总结专家知识的基础上建立知识库应是地学工作者研究和应用专家系统的正确方向。

2.4 地理信息系统技术进展

在多年来引进地理信息系统软硬件技术的基础上,加速发展我国的商业化地理信息系统势在必行。但是,它的系统设计必须建立在新的设计思想的基础上。并以更有效地支持数学模型为目标,在结构上进行调整。

2.4.1 面向目标的设计思想

现有的地理信息系统具有满意的输入、编辑、查询和展示空间信息的功能,但这些系统在执行空间分析和模型化方面有局限性。主要原因是不同的应用模型使用不同于地理信息系统的数据结构,使得地学应用人员不得不花费更多的时间去解决计算机的问题,而

不是解决地学问题。面向目标的结构和语言在过去十年中,在程序语言、系统分析和设计、计算机辅助工程、计算机辅助设计和管理、数据库管理系统中得到越来越多的应用,它将允许将空间数据类型加到语言中,它所定义的新的一级目标作为以前定义目标的扩展,可以减少数据的冗余。因而,它在地理信息系统中有着广阔的前景。

2.4.2 计算机并行处理技术

当前,地学分析对计算机运算量有了越来越大的要求。这主要是因为遥感与地理信息系统中应用的数学分析模型将面对着日益膨胀的地理信息构成的大型空间数据库、对全球研究的日益浓厚的兴趣、决策系统对快速响应的迫切需要。因此,顺序处理已不能满足极大量的数据运算要求,取而代之的是并行处理技术,以更大幅度提高运算速度。

2.4.3 新型的地理信息系统数据结构

当前,普遍认为基于矢量与基于栅格的数据结构都有局限性,数据结构的改造势在必行,方向是把矢量与栅格数据结构的优点结合起来。现在提出的线性四叉树的一元化数据结构、R树结构等,都有待进一步研究,并在实际中应用。

2.5 遥感与地理信息系统中数学模型的进展

2.5.1 数学地理模型的专业化研究

随着遥感和地理信息系统应用的不断深入和普及,面向不同专业的数学模型将进一步分化,以物理模型为理论基础的专业化模型将是近期地理分析模型的主流。例如,遥感图像识别中有关纹理的数学模型正在混和像元分解的基础上展开;估产模型的建立,则已深入到光合作用的机理研究;各种遥感水文模型,也是建立在降水与下垫面交互作用机制研究的基础上。诚然,数学分析在建立模型和参数分析上仍然发挥着重大作用,但是单纯的统计分析模型的重要性正在相对减少。

2.5.2 基于数据结构理论的模型开发

在过去乃至当前,数学地理模型研究更多偏向于模型的建立、数理方程的求解,而对模型的可移植性、有效性等不够重视。模型的数据与代码分开。新一代数学地理模型将把代码与数据结合考虑,共存于模型之中,让数据引导代码,代码处理数据。

2.5.3 通用化数学分析模型的研制

随着数字分析技术的发展和计算机功能的提高,通过进一步的理论概括和概化,形成以处理数字数据为主体的通用化数学地理模型。例如以研究时间进程为主要对象的时序分析模型系统的建立,以模拟地理现象二维或三维空间分布特征为对象的面模拟模型。这些通用化的分析模型将进一步改善现有地理信息系统软件的分析功能。

2.5.4 数学地理模型工具的建立

为了便于数学地理模型的推广应用,提高模型的分析水平,数学地理模型工具的建立将是未来研究的一个方向,包括专业化的地理模型语言、具有智能化水平的模型管理系统。它们既可以作为独立体存在,也可与遥感和地理信息系统有机地结合为一起。

2.6 多媒体技术的应用

多媒体技术是计算机的下一场革命。今后几年内,多媒体将是PC机上最普及的人

机接口,而图形用户接口将结束其历史使命。今后多媒体用户接口将出台并广泛应用。多媒体计算机集声、图、文于一体,集电视、录相、光盘存储、电子印刷和计算机通信之大成,多媒体技术广泛应用的大趋势构成 90 年代的时代特征。

通过多媒体,计算机把人们进一步引入信息领域,并以最直观的方式表达信息,超越文字和图形表达方式而达到图像、动画、全息录像、立体声以及触屏对话。

多媒体技术和数据库,通信技术、专家系统、知识信息处理相结合可开发更好的具有一定智能的决策支持系统。建立面向对象的多媒体数据库更有效地综合利用多媒体信息为决策服务。这都将在地理信息系统设计与实现方面引起革命性变化。

2.7 国家资源与环境遥感信息系统建立

国家资源与环境遥感信息系统的建立是遥感技术与地理信息系统技术实用化的必然结果。

建设国家资源与环境信息系统的目标是改变当前缺乏全国性有关资源、环境、经济、社会之间相互作用与演变的时空分布与发展的基础信息,因而难以在此基础上进行环境与资源定量研究和评价的被动局面;做到较准确掌握经济和社会发展对资源与环境造成冲击的规模、强度和趋势以及资源环境对经济和社会发展的反馈作用,并对一些重大的区域性乃至全球性的环境事件作出可靠的预测,及时的防范和快速反应。

国家资源环境信息是国家的重要战略资源,资源与环境数据库是国家资源与环境信息系统建设的核心。建国以来,资源环境调查及其图件、数据规模宏大,从不间断。但是条块分割、自成体系,且多为部门所有,很难对数据共享和在地理信息系统支持下进行资源与环境量化空间分析和综合评价。因此,在统一规划和统一规范标准的前提下,以部门和区域数据库为基础,建立分布式全国资源与环境数据库,是一项十分紧迫的任务。

国家资源与环境信息系统是持续发展的重要技术支撑。系统将在遥感技术支持下,对国家资源与环境数据库进行定期的、准同步更新,并在地理信息系统支持下,建立基于大协调的全息反馈和综合协调机制,为制订我国经济和社会可持续发展战略、布局 and 趋势预测、为资源管理、环境保护以及实现资源环境、经济、社会的宏观调控提供科学数据和决策支持。

Application and Prospect on Remote Sensing and Resources and Environment Information System

Xu Guanhua

(*Institute of Remote Sensing Applications Chinese Academy of Sciences*)

Abstract This paper analyses development trends of remote sensing and GIS in 1990's. According to the needs of sustainable growth of national economy and prospects of computer technique and information technique, suggestion is proposed to apply remote sensing and GIS in the future.

Key words Remote sensing, GIS, Prospect