

数字地球与“3S”技术

□ 经言祥(江苏省句容市第一中学 212400)

一、数字地球

数字地球是以计算机技术、多媒体技术和大规模存储技术为基础,以宽带网络为纽带,运用海量地球信息对地球进行多分辨率、多尺度、多时空和多种类的三维描述,并利用它作为工具来支持和改善人类活动和生活质量。

数字地球的核心思想是用数字化的手段来处理整个地球的自然和社会活动诸方面的问题,最大限度地利用资源,并使普通百姓能够通过一定方式方便地获得他们所想了解的有关地球的信息,其特点是嵌入海量地理数据,实现对地球的多分辨率、三维描述,即“虚拟地球”。通俗地讲,就是用数字的方法将地球、地球上的活动及整个地球环境的时空变化装入电脑中,实现在网络上的流通,并使之最大限度地为人类服务。

二、数字地球的技术基础

在电子计算机上实现数字地球需要诸多学科,特别是信息科学技术的支撑。这其中主要包括:信息高速公路和计算机宽带高速网络技术、高分辨率卫星影像、空间信息技术、大容量数据处理与存贮技术、科学计算以及可视化和虚拟现实技术。

1. 信息高速公路和计算机宽带高速网

一个数字地球所需要的数据已不能通过单一数据库来存贮,而需要成千上万的不同组织来维护,这意味着参与数字地球的服务器将需要由高速网络来连接。为此,美国前总统克林顿早在1993年2月就提出实施国家信息基础设施,通俗形象地称为信息高速公路。它主要由计算机服务器、网络和计算机终端组成。美国为此计划投入4000亿美元,耗时20年。我国的信息高速公路从1995年开始实施,计划投资3500亿美元。

2. 高分辨率卫星影像

卫星影像的分辨率指空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率。空间分辨率指影像上所能看到的地面最小目标尺寸,用像元在地面的大小来表示。空间分辨率

现在已提高到1厘米以下。光谱分辨率指成像的波段范围,分得愈细,波段愈多,光谱分辨率就愈高,现在的技术可以达到5纳米~6纳米量级,400多个波段。时间分辨率指重访周期的长短,目前,一般对地观测卫星为15天~25天的重访周期。通过发射合理分布的卫星星座可以每1天~3天观测地球1次。

3. 空间信息技术与空间数据基础设施

空间信息是指与空间和地理分布有关的信息,空间信息用于地球研究即为地理信息系统。为了满足数字地球的要求,将影像数据库、矢量图形库和数字高程模型三库一体化管理的GIS软件和网络GPS可实现不同层次的互操作,一个GIS应用软件产生的地理信息将被另一个软件读取。

国家空间数据基础设施主要包括空间数据协调管理与分发体系和机构、空间数据交换网站、空间数据交换标准及数字地球空间数据框架。空间数据共享机制是使数字地球能够运转的关键之一。只有共享才能发展,共享推动信息化,信息化进一步推动共享。

4. 大容量数据存贮及元数据

数字地球将需要存贮1015字节的信息。美国NASA的行星地球计划EOS-AM1于1999年发射升空,每天产生1000GB(即1TB)的数据和信息。1米分辨率影像覆盖广东省,大约有1TB的数据,而广东才是中国的1/53。所以,要建立起中国的数字地球,仅仅影像数据就有53TB,这还只是一个时刻的;多时相的动态数据,其容量就更大。为了在海量数据中迅速找到需要的数据,元数据库的建设是非常必要的。元数据库是关于数据的数据,通过它可以了解有关数据的名称、位置、属性等信息,从而大大减少用户寻找所需数据的时间。

5. 科学计算

地球是一个复杂的巨系统,地球上发生的许多事件,变化和过程十分复杂,时间和空间的跨度变化大小不等,差别很

大,只有利用高速计算机,才有能力来模拟一些不能观测到的现象。利用网格技术和数据挖掘技术,能够更好地认识和分析所观测到的海量数据,从中找出规律和知识。科学计算将使我们突破实验和理论科学的限制,建模和模拟可以使我们能更加深入地探索所搜集到的有关我们星球的数据。

6. 可视化和虚拟现实技术

可视化技术是实现数字地球与人交互的窗口和工具,没有可视化技术,计算机中的一堆数字是无任何意义的。数字地球一个显著的技术特点是虚拟现实技术。建立了数字地球以后,用户戴上显示头盔,就可以看见地球从太空中出现,使用“用户界面”的开窗放大数字图像;随着分辨率的不断提高,他看见了大陆,然后是乡村、城市,最后是私人住房、商店、树木和其他天然和人造景观;当他对商品感兴趣时,可以进入商店内,欣赏商场内的衣服,并可根据自己的体型,构造虚拟自己试穿衣服。

虚拟现实技术为人类观察自然、欣赏景观、了解实体提供了身临其境的感觉。虚拟现实技术不仅支持数据和过程的三维表示,而且能使用户走进视听效果逼真的虚拟世界,从而实现数字地球的表达以及通过数字地球实现对各种地球现象的研究和人们的日常应用。

三、数字地球中的“3S”技术

数字地球的核心是地球空间信息科学,地球空间信息科学的技术体系中基本的技术核心是“3S”技术及其集成。“3S”是全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)和遥感(RS)的统称。

1. 空间定位(GPS)技术

GPS作为一种全新的现代定位方法,已在越来越多的领域开始取代常规光学和电子仪器。20世纪80年代以来,尤其是90年代以来,GPS卫星定位和导航技术与现代通信技术相结合,在空间定位技术方面引起了革命性的变化。用GPS同时测定三维坐标的方法将测绘定位技术从陆地和近海扩展到整个海洋和外层空

水源涵养林

水源涵养林属防护林的一种,是设置在河流分水岭及河流集水区的防护林。其功能是减少地表径流、增大地表径流的下渗能力、调节河溪流量、防止土壤冲刷。异龄复层林或乔灌混交林具有良好的涵养水源的能力。水源涵养林禁止以砍伐为主。根据树木的生长规律和生长周期,采取的主要经营措施是抚育采伐、卫生采伐和更新采伐等。

间,从静态扩展到动态,从单点定位扩展到局部与广域差分,从事后处理扩展到实时(准实时)定位与导航,绝对和相对精度扩展到米级、厘米级乃至亚毫米级,从而大大拓宽它的应用范围和在各行业中的作用。

2. 遥感(RS)技术

当代遥感的发展主要表现在它的多传感器、高分辨率和多时相特征。

(1)多传感器技术。当代遥感技术已能全面覆盖大气窗口的所有部分。光学遥感可包含可见光、近红外和短波红外区域。热红外遥感的波长可从8微米~14微米,微波遥感观测目标物电磁波的辐射和散射,分被动微波遥感和主动微波遥感,波长范围为1毫米~100毫米。

(2)遥感的高分辨率特点。全面体现在空间分辨率、光谱分辨率和温度分辨率3个方面,长线阵CCD成像扫描仪可以达到1米~2米的空间分辨率,成像光谱仪的光谱细分可以达到5纳米~6纳米的水平。热红外辐射计的温度分辨率可从0.5K提高到0.3K乃至0.1K。

(3)遥感的多时相特征。随着小卫星群计划的推行,可以用多颗小卫星实现每2天~3天对地表重复一次采样,获得高分辨率成像光谱仪数据。多波段、多极化方式的雷达卫星,将能解决阴雨多雾情况下的全天候和全天时对地观测;卫星遥感与机载和车载遥感技术的有机结合,是实现多时相遥感数据获取的有力保证。

遥感信息的应用分析已从单一遥感资料向多时相、多数据源的融合与分析过渡,从静态分析向动态监测过渡,从对资源与环境的定性调查向计算机辅助的定量自动制图过渡,从对各种现象的表面描述向软件分析和计量探索过渡。

3. 地理信息系统(GIS)技术

随着“数字地球”这一概念的提出和人们对它的认识的不加深,从二维向多维动态以及网络方向发展是地理信息系统发展的主要方向,也是地理信息系统理论和诸多领域发展的迫切需要,如资源、环境、城市等。在技术发展方面,一是基于Client/Server结构,即用户可在其终端上调用在服务器上的数据和程序;二是通过互联网络发展Internet GIS或WebGIS,可以实现远程寻找所需要的各种地理空间数据,包括图形和图像,而且可以进行各种地理空间分析。这种发展,是通过现代通讯技术使GIS进一步

与信息高速公路相接轨;三是数据挖掘,从空间数据库中自动发现知识,用来支持遥感解译自动化和GIS空间分析的智能化。

4. “3S”集成技术

“3S”集成是指将上述3种对地观测新技术及其他相关技术有机地集成在一起。GPS、RS、GIS集成的方式可以在不同技术水平上实现。“3S”集成包括空基“3S”集成与地基“3S”集成。

空基“3S”集成:用空一地定位模式实现直接对地观测,主要目的是在无地面控制点(或有少量地面控制点)的情况下,实现航空航天遥感信息的直接对地定位、侦察、制导、测量等。

地基“3S”集成:车载、舰载定位导航和对地面目标的定位、跟踪、测量等实时作业。

四、数字地球的应用

在人类所接触到的信息中,有80%与地理位置和空间分布有关,地球空间信息是信息高速公路上的“货”和“车”。数字地球不仅包括高分辨率的地球卫星图像,还包括数字地图,以及经济、社会和人口等方面的信息。

1. 对全球变化与社会可持续发展的作用

全球变化与社会可持续发展,已成为当今世界人们关注的重要问题,数字化表示的地球为我们研究这一问题提供了非常有利的条件。在计算机中利用数字地球可以对全球变化的过程、规律、影响以及对策进行各种模拟和仿真,从而提高人类应付全球变化的能力。数字地球可以广泛地应用于对全球气候变化、海平面变化、荒漠化、生态与环境变化、土地利用变化的监测。与此同时,利用数字地球还可以对社会可持续发展的许多问题进行综合分析预测。

2. 对社会经济和生活的影

数字地球将容纳大量行业部门、企业和私人添加的信息,进行大量数据在空间和时间分布上的研究和分析。例如,国家基础设施建设的规划、全国铁路交通运输的规划、城市发展的规划、海岸带开发、西部开发等。从贴近人们的生活看,房地产公司可以将房地产信息链接到数字地球上;旅游公司可以将酒店、旅游景点,包括它们的风景照片和录像放入公用的数字地球上;世界著名的博物馆和图书馆可以将其收藏以图像、声音、文字形式放入数字地球中;甚至商店也可以将货架上的商

品制作成多媒体或虚拟产品放入数字地球中,让用户任意挑选。因此,数字地球进程的推进必将对社会经济发展与人民生活产生巨大的影响。

3. 数字地球与精细农业

21世纪,农业要走集约化的道路,实现节水农业、优质高产无污染农业,需要依托数字地球。每隔3天~5天给农民送去庄稼地的高分辨率卫星影像,农民在计算机网络终端上可以从影像图中获得农田的长势征兆,通过GIS分析,制定出行动计划,然后在车载GPS和电子地图指引下,实施农田作业,及时地预防病虫害,把杀虫剂、化肥和水用到必须用的地方,而不致使化学残留物污染土地、粮食和种子,实现真正的绿色农业。

4. 数字地球与智能化交通

智能运输系统是基于数字地球建立国家和省、市、自治区的路面管理系统、桥梁管理系统、交通阻塞、交通安全以及高速公路监控系统,是一种实时、准确、高效的综合运输和管理系统,实现运输工具在道路上的运行功能智能化。各种道路交通及服务信息经交通管理中心集中处理后,传输到公路运输系统的各个用户,出行者可实时选择交通方式和交通路线;交通管理部门可自动进行合理的交通疏导、控制和事故处理;运输部门可随时掌握车辆的运行情况,进行合理调度,改善交通拥挤和阻塞,最大限度地提高路网的通行能力,提高整个公路运输系统的机动性、安全性和生产效率。

5. 数字地球与数字城市

基于高分辨率正射影像、城市地理信息系统、建筑CAD,建立虚拟城市和数字化城市,实现真三维和多时相的城市漫游、查询分析和可视化。数字地球服务于城市规划、市政管理、城市环境、城市通讯与交通、公安消防、保险与银行、旅游与娱乐及城市的可持续发展和提高市民的生活质量等。

总之,随着“3S”技术及相关技术的发展,数字地球将对社会生活的各个方面产生巨大影响。数字地球的建设与发展将加快全球信息化的步伐,在很大程度上改变人们的生活方式,并创造出巨大的社会财富,为人类社会的发展做出巨大贡献。“3S”作为数字地球的技术基础和核心将得到迅速发展,一方面数字地球的研究和建设为“3S”技术的发展创造了条件;另一方面“3S”技术的发展为数字地球的建设提供了技术支持。△