

数字海岸实现的技术体系及应用方向

李 磊 王盼成

一、引言

作为人类进入信息时代的新目标和制高点,数字地球概念一经提出,很快引起了包括中国在内的世界各国政府和科学界的广泛关注。尽管目前对数字地球的认识还比较粗浅,但人们已经不否认数字地球是带动经济和社会的全面、可持续发展的动力源泉。

数字地球的实质是信息化的地球,是建设信息化社会的基础。它包括了地球大部分要

素的数字化、网络化、智能化、可视化的全过程。它是把地球上的每一点的信息按地球坐标加以整理,使之数字化、可视化的全过程,构成一个完整的地球信息模型,以便于彼此间通过网络查询、协作、共建共享,共同提高,并避免信息源、知识源的浪费和低水平重复,从而带动经济和社会的全面、可持续发展。

数字地球的提出,为海岸带的合理开发利用和保护带来

了新的机遇。海岸带自然条件复杂,有着丰富的旅游、生物及矿产资源,以及便利的航运条件。这里一直是人类活动最频繁的地区,全世界 2/3 的人口集中分布在沿海地区。长期以来,在人们开发利用海岸带资源的同时,也带来了资源破坏、环境污染不良影响。在发达国家,海岸带管理部门的计算机系统已经从早期的管理信息系统(MIS)发展到目前正在开发和完善的数字海岸。在我国,数

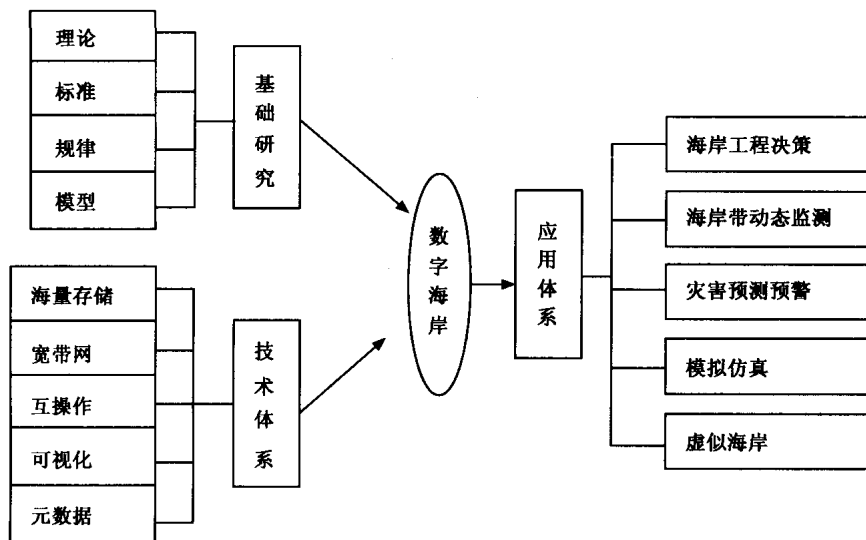


图1 数字海岸体系结构图

字中国研究如火如荼,各地都在加紧进行数字区域的建设和研究。利用数字地球的理论和技术,科学管理具有空间内涵的海岸带海量数据,建立数字海岸,推进海岸带开发与管理的智能化、网络化和可视化已成为当前亟须解决的问题。

二、数字海岸的研究内容

数字海岸是综合地运用地理信息系统(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、遥测、网络、多媒体及虚拟仿真等技术对海岸带的基础设施、物质输移的物理化学过程、能量的传输等基本信息的自动采集、动态监测和辅助决策服务的技术系统。它具有对海岸带复杂系统的数字化、网络化、虚拟仿真、决策支持和可视化表现等强大功能,可直接为政府和社会公众提供便利的网络服务,并且可以推进技术进步,保证海岸带经济、环境和社会的协调发展。数字海岸的研究体系主要包括基础理论研究、技术体系研究和数字海岸的科学工程研究等三个部分(见上页图)。

1. 数字海岸的基础理论研究

数字海岸的基础理论研究的建立在对地观测、地理信息系统研究的基础上,吸收了地球科学、海洋科学、信息科学、计算机科学和数字通信等理论研究的成果,并涉及到海岸带自然和人文各种要素的历史、现状和未来发展。数字海岸的基础研究着眼于海岸带的各组成要素间的相互联系、相互作用的规律,进而建立海岸带各

种自然和人文现象发生和发展的物理模型、数学模型、信息模型和计算机模型。数字海岸的基础理论研究主要包括:(1)信息获取与存储:数字海岸将现有的纸质地图、野外观测结果、对地观测数据和社会经济文本资料等数据转换成为数字信息,将这些信息按照历史、现状和未来不同时代,利用系统的海量数据存储功能,建立数字海岸分布式海量数据库,在计算机系统中进行多维结构的分布式存储和管理,为信息查询和分析以及决策方案的选择提供数据准备。(2)信息查询与分析:数字海岸可以根据不同的需要,对所需数据和信息进行动态的查询,并利用系统中的各种模型进行统计分析和空间分析。如海岸带开发、台风预警、防灾决策等都可以实现计算机管理。(3)决策支持:利用多目标决策支持模型,提供不同的决策方案,在海岸带开发和管理中实现计算机智能管理。(4)网上发布与输出:利用宽带互联网技术,将公共信息资源通过 Internet 向社会发布,通过各种输出设备快速输出各种图件、报表等。

2. 数字海岸的技术体系研究

数字海岸的技术支撑体系由数据采集、存储、处理和显示等技术组成。它涉及到的一些最主要、最直接的技术有对地观测技术、地理信息系统技术、网络技术、计算机图形学技术、虚拟现实技术等。具体包括海岸带数据的获取和更新、分布式网络服务、数据和软件集成

技术、空间数据仓库、三维可视化等。

当前数字地球研究的热点问题主要是海量数据的管理、数据共享、互操作和三维可视化等。这些技术也是数字海岸实现的关键技术。数字海岸是真实海岸的数字化、网络化和虚拟表现,是一个复杂的、巨大的网络化空间信息系统,利用数字地球的基础理论和关键技术,在网络信息基础和空间数据基础设施基础之上建立空间数据中心和应用服务平台,集成网络和空间定位的数据、知识、功能、服务、应用和模型,通过信息接口和应用接口,服务于海岸带的开发和管理。

从目前来看,数字海岸主要涉及的是影像和超媒体数据,而这些数据又具有真三维显示和多维仿真特点,可以通过它们对海岸带进行多分辨率的表示,并可以在其上添加许多与我们所处的星球有关的地质学数据。这样从现有的计算机技术来看,我们目前普遍使用的与数据打交道的工具,诸如 Macintosh 以及 Windows 等操作系统等都不可能真正地适应这一挑战。因此我们需要建立一个数字地球,以使它具有为用户提供导航和搜索地理空间信息的能力,同时还拥有使地理空间信息生产者发布其产品的机制。这样建立主要由一个不同分辨率尺度下的海岸带,即“用户接口界面”、一个快速增长的网络化地理空间信息世界以及多源信息的集成和显示机制组成的数字海岸便成为我们的当务之急,而要完成这一庞

大的体系所需的海量存储、卫星图像、宽带网、互操作以及元数据等关键技术,则是数字海岸建设的核心内容。

(1) 海量存储:庞大的信息源是构成数字海岸的关键,海岸带既有随地理坐标分布的空间数据,也有与空间数据相关的属性数据,而且它的信息量随着人类对地观测技术的提高会不断地增加。目前陆地卫星等传感器每天向地面传输大量的信息,而仅美国宇航局的地球行星量计划项目,每天就为地球增添1 000G的信息。因此,海量存储技术便成为数字海岸的支柱。

(2) 卫星图像:1m分辨率的图像已在美国开始使用,它将成为数字海岸的核心内容。通过这些信息便可以对海岸带进行实时观测与更新,而它的精度如同用一架照相机近距离拍摄一样,可以清楚地看到视场中汽车前灯那么宽的范围内的目标。因此,这项神奇的技术可以使人类实现先前用航空照片可以实现的精度,使多尺度数字海岸的建立成为可能。

(3) 宽带网:与网络技术的发展一样,数字海岸所需的信息也将由分布在全球各地的空间数据库组成,它们之间通过高速网络连接在一起,可以实现数据的无缝操作。目前美国已开始建设10G/s字节传输速率的网络,并把千吉级传输速率作为下一代Internet技术的关键。因此,要传输海量数据,宽带网技术则成为数字海岸能否走向实用的关键。

(4) 互操作:Internet和

WWW技术之所以成功,应归功于诸如TCP/IP等成功的网络协议的支持,数字地球也存在这一问题。目前国际标准化组织地理信息/地球信息业委员会(ISO/TC211)、美国联邦地理数据委员会(FGDC)、开放地理数据协会(Open GIS协会)等单位都在致力于这一技术的研究,以寻求空间信息互操作的方案。

(5) 可视化:数字海岸的交互式三维可视化技术可以将不同地区、不同部门的各种信息通过互联网技术组织起来,借助海岸带地理信息模型,获得地理坐标所描述的三维空间位置上每一点的全部信息,并提供有效、方便和直观的检索、显示和分析的手段,最终实现三维空间位置及属性信息的可视化框架。

(6) 元数据:元数据是“关于数据的数据”或“关于信息的信息”,它是数字地球的引擎,也是数字海岸的数据引擎。通过元数据可以对数字海岸中自己关心的内容进行查询和浏览,并可以了解所需信息的质量、表示方式等内容。目前ISO/TC211和Open GIS协会等组织已经达成协议,正在制定全球空间数据元数据这一体系已经在1999年底出台。

除此之外,仍有许多技术在支持着数字海岸的建设和发展,只是我们还需进一步研究才能逐步认识它们的重要性。但上述所涉及的六大技术目前已经具有阶段性成果,它们已为我们建立数字海岸奠定了基础。因此,我们的时代已经具备

了建立数字海岸的能力,并且这种能力将随着时间的推移而不断地提高和完善。

3. 数字海岸的科学工程研究

数字海岸科学工程是在数字海岸的基础研究和技术支撑系统的共同支持下,在海岸带区域,通过数据的采集、存储、传输和显示等技术,把软件开发和硬件集成起来,建立分布式、开放的海岸带网络信息系统。

三、数字海岸的应用方向

数字海岸技术体系中的遥感、地理信息系统、虚拟现实等多项技术,在海岸带开发与管理中,有着广泛的应用前景。传统的各分支学科已经在海岸带的管理、规划和决策中得到了某种程度的应用。数字海岸与以往的分支学科的不同点在于:基于数字海岸的海岸带管理是将整个海岸带作为一个整

体来考虑研究海、陆、气和生物等各组成部分之间的关系和相互影响、相互作用的规律,进而研究整个海岸带的发生、发展的物理过程,并且进行数值模拟。在这个意义上,数字海岸也突破了过去的学科界限,实现了海岸带的多学科共同研究。

1. 海岸带变化的动态持续监测

准确的气候、天气、近岸和海洋状况的预报和动态监测,一旦被生产者和消费者用来改

大尺度实时采集、更新、处理各种空间信息。全球定位系统(GPS)可以实时提供空间定位信息和数据。地理信息系统(GIS)可以对空间信息和数据进行综合处理和管理应用。“3S”技术集成和数字海岸的建立,使人们能够及时获取海岸带变化信息和数据,并利用各种数理模型对动态监测数据进行综合分析和处理,及时作出反应,为海岸带的经济建设服务。

2. 海岸带规划与管理的决策支持

传统的海岸带研究,样品的数据采集均需人工亲自动手,不仅费力费时,而且受到自然条件的制约。因此,对海岸带和整个海洋的认识也相当局限。今天与将来,数字海岸技术的发展,使人们可以利用高科技手段,通过数字海岸中的对地观测系统获取海岸带相关数据和信息,解决一部分甚至大部分这方面数据采集的制约。通过 Internet 与相关部门交换和共享相关数据。

利用数字海岸的空间分析、数字海洋模型、图像分析、三维实体叠加分析等功能,结合多波段遥感图像处理、正态分布统计、多元统计等分析手段,对动态获取的海岸带数据和信息进行加工处理,运用模型和专家经验获取最优决策方案,为海岸带开发和管理提供决策支持。

3. 海岸带的模拟仿真

在数字海岸中,通过虚拟现实技术构建海岸带电子沙盘,提供三维交互可视化环境、实现三维光照绘制、三维多角

度实时观察以及建立三维模型等,对海岸带的波浪、海流、潮汐的各种变化进行模拟,为海岸带开发和建设提供可视化的决策环境。通过海岸景观的虚拟演示,激发旅游者的兴趣,促进海岸带旅游业的发展。动态演示海岸带自然灾害的发生发展过程,对群众进行防灾减灾教育,减少自然灾害造成的损失。另外,我国海岸带地处国防前沿,海岸带的国防建设在中国海洋安全和国家安全中的地位和作用极为重要,数字海岸的建立将在海岸带的国防现代化建设中发挥重要作用。

四、结语

依托数字地球基础理论和先进技术,建立数字海岸,实现海岸带开发与管理的数字化,是信息时代的必然趋势。数字海岸的建立也是数字地球的重要组成部分。随着信息化的不断发展,数字海岸必将在海岸带的开发与管理中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] Gore A. L. The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century, 1998, 1, 31.
- [2] 崔伟宏. 数字地球. 北京: 中国环境科学出版社.
- [3] 李德仁等. 地球空间信息学与数字地球. 地球科学进展, 2001, (1).
- [4] 惠绍棠. 关于建立中国海洋观测系统的国家计划. 海洋开发与管理, 2001, (1): 40~45.

(作者单位 宁夏大学城市与环境科学系, 华东师范大学河口海洋国家重点实验室)

造他们的经济活动和决策,便会产生明显的经济价值和利益。准确的近岸海况预报可以优化商船的载货吨位和选择最佳航线。对类似于有害藻类爆发性繁殖及赤潮等海洋灾害的准确预报,不仅可以减少海洋旅游业的损失,还可以减轻对人类健康的危害。目前,遥感(RS)技术的发展,使人们已经可以利用卫星全方位、全天候、