

构建资源环境科学研究 多维信息处理环境的探讨

廖 顺 宝

(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

摘要:在描述资源环境科学多维信息特点的基础上,着重探讨了如何利用虚拟现实技术构建资源环境科学研究多维信息处理环境、功能以及实施方式,以搭建更具魅力的新一代资源环境科学研究信息平台。

关键词:虚拟现实;资源环境;多维信息

中图分类号:TP 392 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-070X(2001)04-0001-06

0 引言

在遥感、地理信息系统技术迅速发展的同时,信息技术的另一个分支——虚拟现实技术也悄然兴起。虚拟现实(Virtual Reality-VR)技术,有时也称灵境技术,是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统。它不仅能够处理传统信息技术所能处理的单纯的数字信息,还能建立一个包容图像、声音、甚至化学气味在内的多种信息源空间,人们不但可以从外部观察信息处理的结果,而且能够通过视觉、听觉、嗅觉、口令及手势等多种形式参与到信息处理环境中去。地学工作者和资源环境工作者在对一个区域进行研究时,必须对整个区域的宏观环境有所了解。传统的方法是通过野外考察,以点代面,难以建立起研究者对区域的总体印象。尽管遥感技术目前已经成为资源环境数据获取的主要手段,但遥感所获得的数据本身仍然是二维数据,这种数据也很难使研究者建立起对区域的真实感。而基于三维动态可视化的虚拟现实技术在很大程度上弥补现有信息技术的不足。因此,如果我们能够把虚拟现实技术与现有的信息技术和计算机网络技术结合起来,建立一个包容多种信息源、使用多种信息技术和具有多种信息表达方式的多维信息处理环境,使资源环境工作者能够以不同的方式、从不同的途径获取和使用与研究有关的各种类型的资源环境数据,在此环境下从事自己的研究,并把研究结果在此环境中以多种形式进行表达,必将大大提高系统的可视性和交互性,增强用户的参与感,虚拟现实技术与现有信息技术的结合必将推动地球信息科学的进一步发展。

1 资源环境科学研究的多维信息环境

1.1 对多维信息的理解

人类在认识和改造客观世界的过程中,需要利用自身的感知和认知能力,通过视觉、听觉、

触觉、味觉和嗅觉等不同的感觉器官全方位获取图像、文字、声音、冷热、气味及味道等不同类型的信息,即人类从自然界获取的信息是多维的。

世界本身也是多维的,物体位置的描述需要三维坐标(X, Y, Z),如果再加上某种(或多种)属性信息,则是四维(或更多维)的。

世界是运动的,客观对象在不同的时刻其状态、属性是不同的,因此对客观对象准确、科学地描述在时间上应是多维动态的。

1.2 资源环境科学研究的多维信息

对资源环境系统进行描述的信息也是多维的。从信息的种类来看,有图形信息、图像信息、数值信息、文字(文献)信息、声音等;从信息获取的渠道看,有遥感数据(航空、航天)、图形图像数字化数据、GPS数据、地面调查数据、定位观测数据、数据库中的和通过计算机网络从异地获取的各种数据以及人们通过数据挖掘技术从现有数据库中发现的各种知识等等;根据空间尺度的差异,资源环境数据又有不同的比例尺和不同的分辨率之分。

1.3 资源环境科学研究的多维信息处理环境

对于多维信息的采集、存储、管理、分析和应用,必须要有与之相适应的多维信息处理环境。对于各种单维信息的处理,目前已经有比较成熟的技术,如数字图像处理技术、地理信息系统技术、数据库技术以及计算机网络技术等,但这些相对成熟的信息技术均在一定程度上存

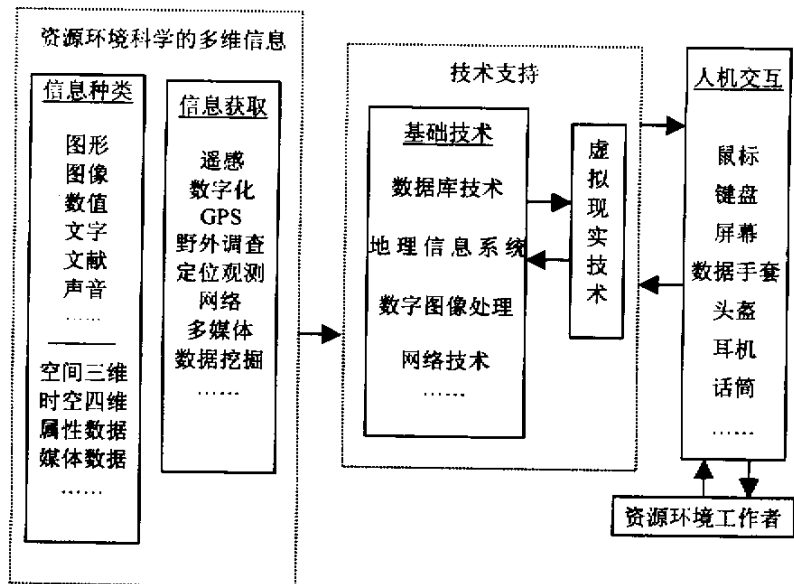


图1 资源环境科学研究多维信息处理环境的构成

在交互性差(交互手段和交互方式单一)、可视性不强(以平面和静态的文字、图像、图形和声音为主)、难以表达真实世界等缺陷。而虚拟现实技术,不仅能够处理多维信息,而且还能以多种方式(视觉、听觉、嗅觉、口令、手势等)让人参与到这种信息处理环境中去。但虚拟现实技术又不能脱离现有的各种信息技术的支持。构建资源环境科学研究多维信息处理环境,现有的各种信息处理技术是基础,虚拟现实技术是关键(图1)。

2 资源环境科学研究多维信息处理环境的功能

目前,虚拟现实技术已经在城建、军事、商业、娱乐等领域得到了广泛的应用,但在资源环境科学领域的应用还不多,工作主要局限在三维动态可视化的范畴,如对校园环境动态可视化虚拟、旅游景点虚拟等。严格地说,这些并不能算虚拟现实技术在资源环境研究中的应用,因为资源环境的研究必须有一定的尺度,而校园环境并不属资源环境研究的范畴,对旅游景点的虚拟也是偏重于自然景观的可视化。

众所周知,资源环境科学最大的特点是数据量大,除反映地理位置和地形起伏的空间数据外,绝大部分是属性数据。利用虚拟现实技术构建资源环境科学研究多维信息处理环境除了要实现空间数据的可视化外,还必须建立空间数据和属性数据之间的联系,即实现对数据库的挂接。同时,在实现空间数据可视化的过程中,还必须考虑时间要素,因为资源环境是一个动态变化系统,历史环境的重建和未来情景的预测均与时间要素有关。另外,开展资源环境综合研究,特别是一些深层次的研究,各种数学模型必不可少,只有把虚拟现实技术和地学建模技术同时融入资源环境研究中,才能构建一个既直观又实用的系统。

虚拟现实技术应用于资源环境研究,首先,必须解决如何实时传输、处理和显示资源环境科学中的海量数据,这是虚拟现实技术应用于资源环境科学研究的关键,也是目前制约该领域应用的“瓶颈”,因为在虚拟现实的实现过程中,大量的数据必须实时传输和处理,如不同视角视景的动态生成、模型运算结果可视化;其次,资源环境研究不仅需要动态三维立体显示,更重要的是分析和处理与空间有关的各种属性信息,如:土地利用、植被类型、土壤类型、人口数量、人口密度和社会经济统计数据等,三维立体模型仅仅使用了平面坐标和高程数据,能否建立地理空间数据与属性数据之间的联系,是衡量虚拟现实技术应用于资源环境科学成功与否的重要标志;第三,时间是资源环境科学研究不可缺少的要素,因此,将虚拟现实技术应用于资源环境研究时,必须考虑时间要素。

基于虚拟现实技术构建资源环境科学研究多维信息处理环境应当实现以下基本功能:

(1)创建具有虚拟现实功能的三维地理环境 虚拟现实技术之所以在资源环境科学研究中应用不多,原因之一是与资源环境领域的海量数据有关。例如,在城市建筑、电子商务等领域,目标几何体大多为规则形状,规则几何体就意味着用少量数据就可以进行描述,但地球表面任何一部分都不可能用一个严格的数学公式来进行描述,另外还必须考虑在不同比例尺、不同视角条件下的细节层次(LOD)问题,对于同一目标或区域,视点离得越近,就显示得越详细,这不仅是需要大量数据的问题,而且还与处理数据的算法有关。相反,对于一个建筑物模型,不论比例尺有多大、视角离得有多远,用同一个几何模型(长方体或更复杂一点的几何体)来表示,用户都是可以接受的,不存在数据量增加和几何面(体)重新生成等问题。因此,把虚拟现实技术应用于资源环境科学研究中,关键是要解决好海量地学数据的三维实时显示和不同比例尺下不同细节层次的数据生成、传输和显示。一些虚拟现实的开发工具提供了有关地形虚拟的功能,如 Software Systems 公司的 MultiGen,它的两个选项——数字地形海拔数据(DTED)和数字特征分析数据(DFAD),转换选项是进行地理环境虚拟的基础。VRML 中的 ElevationGrid 和 IndexedFaceSet 节点也都是用于地面高度起伏定义的节点,一个基于均匀矩形网格,另一个

基于任意分布的点。

(2) 建立地理空间数据与属性数据库之间的联系 在研究与资源环境有关的各种问题时, 研究者除了需要区域空间地理背景数据外, 还需要大量的与空间位置有关的属性数据, 其中很大一部分是社会经济统计数据。因为, 一方面我们经常要进行空间-属性间的互查操作; 另一方面, 我们在应用各种数学模型进行研究或构建新的模型时, 也需要利用空间数据和属性数据之间的关系。

在地理信息系统中, 这类问题已经得到了很好的解决, 在一些虚拟现实的开发工具中, 虽然也提供了有关这类问题的解决方案, 但离要求还有一定的差距。以 WWW 上的虚拟现实建模语言 VRML 为例, 对象(节点)是虚拟现实中最基本的操作单位, 在 VRML 中, 有一个锚节点(Anchor), 该节点的功能是在网络上引起一个 URL 链接, 即当浏览者激励(点击)包含在其子域中的几何体时, 将引发这一链接。链接可以指向任意 WWW 上的资源, 如 HTML 文件、ASP 文件或 WRL 文件。该节点对单个几何体目标(如某个建筑物或某个地物)进行查询是非常方便和适用的, 但对于以 DEM 或 DTM 为空间背景的任意查询, 则显得力不从心。因为当我们对地理环境进行虚拟时, 我们一般不会把每一个行政区作为单个的目标, 而是把整个区域(包含多个行政区)作为一个目标。在这种情况下, 查询不同行政区域的属性信息就很难利用现成的工具直接实现。

(3) 完成各种常规的地学分析 科学研究与事务性数据管理系统的最大区别在于, 用于科学研究的信息系统不仅要能实现数据管理和数据可视化等基本功能, 更重要的是, 它必须提供一些科学家在研究活动中经常要用到的各种数学模型, 例如, 在资源环境科学研究中经常要用到洪水淹没分析模型、火灾扩散模型、污染扩散模型。在地理信息系统中建立和应用这些模型已经不是什么困难的事情, 但如何将虚拟现实技术与地理信息系统结合, 在虚拟现实环境下建立、集成和应用这些模型值得进一步研究。

就象遥感与地理信息系统的结合有多种方式一样, 虚拟现实技术与现有信息系统(主要是地理信息系统)的结合也可以有多种方式。最简单的办法是通过虚拟现实技术与地理信息系统技术的松散结合(数据交换)来实现, 即把与模型运算有关的操作放在 GIS 中进行, 而将模型运算结果的动态可视化显示在 VR 环境下实现。这种结合方式是虚拟现实技术在资源环境科学研究中最初步的应用。随着 VR 技术应用研究的深入, 理想的模式应当是二者基于相同的数据模型, 使用相同的空间和属性数据库, 最终实现软件的一体化结合。

(4) 反映区域资源环境的动态变化 区域资源环境动态变化包括两方面内容, 首先, 要能反映区域不同历史时期资源环境系统的动态变化; 其次, 要实现对区域未来资源环境变化趋势的预测。资源环境系统变化是一个十分缓慢的过程, 要科学地揭示和描述其变化规律, 必须要有长时间序列的数据支持, 而且往往是时间序列越长, 数据越有价值, 因为许多变化过程是不可逆的。在资源环境科学研究中, 时间是很重要的因素。资源环境信息系统不仅是空间信息系统, 而且应当是时空信息系统。地理信息系统源于机助制图, 是地图学的延伸, 在遥感数据广泛应用于资源环境研究之前, 地图(包括地形图和各种专题地图)的更新是很慢的, 因此时间因素并没有受到重视, 系统主要是对已有的数据行使管理功能。随着遥感技术的不断发展, 可用于资源环境研究的数据迅速增加且更新周期大大缩短, 如何存储、管理、利用和表达同一区域不同时间断面上的数据已经成为本领域日益突出的问题而提到议事日程。

虚拟现实技术应用于资源环境科学的最大优势在于其数据显示的实时性和动态性,数据的可视性极强,如果将时间要素考虑进去,那么许多并不直观、难以描述的变化过程将会表现得一目了然。

(5)科学文献的检索功能 资源环境科学的多维信息处理环境应为资源环境科学工作者提供全方位的信息服务。资源环境科学研究不仅需要数值数据、图形图像数据,同时还需要查阅大量的科学文献,全文检索是管理科学文献的有效方式。目前已有一些全文检索系统的开发工具,也有许多全文检索的应用系统,既有基于本机的,也有基于互联网的。科学文献是资源环境科学研究非常重要的信息源,具备文献检索功能的资源环境科学研究多维信息处理环境才能满足科学研究的需要。

(6)数据挖掘功能 数据挖掘(Data Mining),又称数据库中的知识发现,是指从大型数据库或数据仓库中提取隐含的、未知的、非平凡的及有潜在应用价值的信息或模式。常用的数据挖掘方法有关联规则、分类规则及聚类规则等,其中关联规则(即发现数据之间的关联性)应用最广。

资源环境科学研究多维信息处理环境数据库中的数据和信息是已有知识的记载,研究者必须通过数据挖掘技术从数据库中揭示和提炼出新的、先前未知的规律或知识,才可能取得创新性的研究成果。因此,资源环境科学研究多维信息处理环境必须提供数据挖掘的能力。

3 实施方案探讨

3.1 与现有信息系统结合

虚拟现实技术是现代信息技术发展金字塔的塔顶,它的应用已成为当前信息科学研究的热点之一。在地理信息系统已成为地球科学和资源环境科学主要信息支撑环境的今天,虚拟现实技术的应用实际上是探讨它如何与地理信息系统结合的问题。

在虚拟现实技术应用于资源环境科学研究的初期,主要是数据的结合,即以地理信息系统作为数据管理和分析的技术平台,以虚拟现实技术作为数据可视化的工具,两者的结合主要体现在数据交换上;第二个层次的结合是两者基于相同的数据模型和数据结构,建立和使用相同的数据库,二者结合的整体性进一步加强,但在系统功能上仍然相对独立;第三个层次的结合,也可以说是最高层次上的结合,是两者在技术实现和功能上的高度一体化,既使用相同的数据库,又把虚拟现实和地理信息系统的基本功能在软件实现上有机地融为一体。目前,虚拟现实技术在资源环境科学研究中的应用还处于初级阶段,因此虚拟现实技术与地理信息系统的结合还主要在前两个层次上进行。

3.2 实施方式选择

虚拟现实系统有两种实现方式,即硬件方式和软件方式,也有人称之为佩带式和非佩带式。其实,硬件方式和软件方式是相对而言的,准确地说,任何一种方式都离不开计算机硬件和软件的支持。只是硬件方式除计算机本身的硬件环境和虚拟现实软件以外,还包括人机接口所需的传感器,如数据手套、头盔等,硬件方式实现的虚拟现实系统容易满足沉浸(Immersion)、交互(Interaction)和构想(Imagination)等要求,因此有时也称为高级虚拟现实系统,显然,它所需要的成本较高。而软件方式则不包括这些附加的传感设备,它主要通过计算机屏幕和

鼠标来实现虚拟境界的生成和交互 ,软件方式对硬件的依赖性较低 ,且成本较低 ,比较容易实现 ,用这种方式实现的虚拟现实系统也称为基础虚拟现实系统。

当前 ,互联网已经成为包括地理信息在内的信息共享的重要渠道 ,以软件方式实现的虚拟现实系统很容易在互联网上发布 ,有利于地理信息的共享。因此 ,在虚拟现实技术与资源环境科学研究结合的初期 ,作为研究方法和具体实践的探讨 ,以软件方式实现是较为合理可行的。致谢 :在成文过程中得到孙九林研究员的指导 ,特此致谢。

参考文献

[1] 汪成为 . 灵境 (虚拟现实) 技术的理论、实现及应用 [M]. 北京 : 清华大学出版社 , 1996 .
[2] 陈述彭 . 地球信息科学与区域持续发展 [M]. 北京 : 测绘出版社 , 1995 .
[3] 孙九林 . 资源环境科学虚拟创新环境的探讨 [J]. 资源科学 , 1999 , 21 (1) : 1 - 8 .
[4] 张 旆 . WWW 上的虚拟现实技术——VRML 语言 [M]. 北京 : 电子工业出版社 , 1998 .
[5] 谢传节 . 虚拟现实的宽阔前景 [J]. 地球信息科学 , 1999 (2) : 38 - 42 .
[6] 黄心渊 . 虚拟现实技术与应用 [M]. 北京 : 科学出版社 , 1999 .
[7] 乔 徐东平 , 解玉峰 , 等 . 虚拟现实技术在电子商务中的应用 [J]. 微型机与应用 , 2001 , 20 (2) : 36 - 37 .
[8] 林炳耀 . 探索虚拟城市 [J]. 地球信息科学 , 1999 (1) .
[9] 吉根林 , 等 . 数据挖掘技术及其应用 [J]. 南京师大学报 (自然科学版) , 2000 , 23 (2) : 25 - 27 .
[10] 宋关福 , 等 . 多源空间数据无缝集成研究 [J]. 地理科学进展 , 2000 , 19 (22) : 110 - 115 .
[11] Clayton Crawford . Virtualising the 3D Real World [6] [J]. GIM International , 2000 , 14 (9) .

A TENTATIVE DISCUSSION ON ESTABLISHMENT
MULTIDIMENSIONAL INFORMATION
ENVIRONMENT FOR GEO - SCIENCES

LIAO Shun - bao

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research , CAS , Beijing 100101 , China)

Abstract: This paper deals with the construction of a new generation information platform for researches on resources and environment on the basis of modern information technology , especially VR technology , and also discusses the functions that the platform should possess and the ways of its implementation .

Key words: Virtual reality ; Resources and environment ; Multidimensional information

第一作者简介 : 廖顺宝 (1966 -) , 男 , 1989 年毕业于南京大学大地海洋科学系 , 1992 年获中国科学院自然资源综合考察委员会硕士学位。现为中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员 , 在职博士生 , 主要研究方向为 : 自然资源、数据库、遥感与地理信息系统应用。

(责任编辑 : 周树英)