

虚拟现实的宽阔前景

谢传节

(中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京, 100101)

摘要:虚拟现实技术是信息科学当前研究热点之一。本文在阐述虚拟现实技术的同时, 探讨了虚拟现实技术和GIS技术结合的方式和途径, 并将这两者的结合划分为三个阶段。并简述了虚拟现实技术对于“数字地球”和“地学信息图谱”发展的重要作用及其在地学中的应用。

关键词: 虚拟现实 地理信息系统 数字地球

1 虚拟现实技术

自从计算机发明以来, 计算机一直是传统信息处理环境的主体, 它只具有在数字化的单维信息空间中处理问题的能力。而事实上, 人类是依靠自己的感知和认知能力全方位的获取知识, 是在多维化的信息空间中认识问题。这样就产生了人类认识问题的认识空间与计算机处理问题的信息空间不一致的矛盾, 人类被排斥在计算机为主体的信息处理环境之外, 而且较难以直接理解信息处理工具的处理结果, 更难以把人类的感知能力和认知经验与计算机信息处理环境直接联系起来。因此, 人们迫切需要突破现有的数字计算机只能处理单纯数字信息的限制, 建立一个能包容图像、声音、化学气味等多种信息源的信息空间, 人们不但可以从外部观察信息处理的结果, 而且能通过视觉、听觉、嗅觉、口令、手势等多种形式参与到信息处理环境中去, 这种信息处理环境被称为虚拟环境(图1)。虚拟环境是由计算机生成的, 通过视、听、触觉等作用作用于用户, 使之产生身临其境感觉的交互式视景仿真^[1]。

虚拟现实是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统(其中虚拟世界是全体虚拟环境的总称)^[1,2]。通过虚拟现实系统所建立的信息空间, 已不再是单纯的数字信息空间, 而是一个包容多种信息的多维化的信息空间(Cyberspace), 人类的感性认识和理性认识能力都能在这个多维化的信息空间中得到充分的发挥。

要创建一个能让参与者具有身临其境感, 具有完善地交互作用能力的虚拟现实系统, 在硬件方面, 需要高性能的计算机软硬件和各类先进的传感器; 软件方面, 主要是需要提供一个能产生虚拟环境的

工具集^[1]。

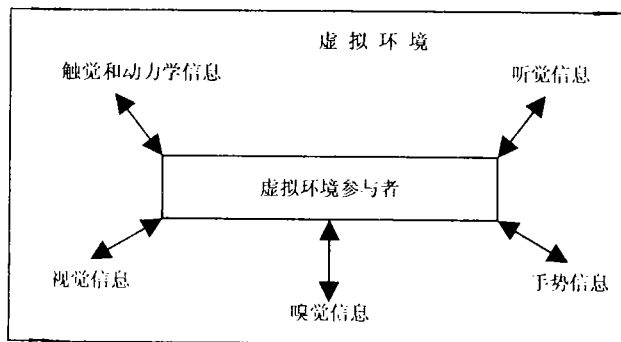


图1 虚拟环境示意图^[1]

虚拟现实技术与其他技术的结合, 形成了虚拟现实技术的广阔的应用领域。虚拟现实技术已广泛地应用在军事、空间探索、医学、工业制造、娱乐业、科学计算可视化、教育、艺术创造、建筑设计和考古等领域。

2 虚拟现实技术与GIS技术的结合

2.1 虚拟现实技术与GIS技术结合的历程

GIS是管理地理空间数据的平台, 其基本功能是地理空间数据的输入、存贮、分析和输出, GIS技术是以地理空间数据为核心的。用户与GIS系统之间的交互主要是采用非常专业化的界面或是通过命令行, 用户难以有效地分析和利用地理信息。虚拟现实技术的目的是要营造适人化的多维信息空间, 将虚拟现实技术和GIS技术结合在一起。这对促进用户与地理信息系统之间的交互, 使用户能更加充分地利用和分析地理信息, 开发更高层的GIS分析功能都具有非常重要的意义。

GIS 和虚拟现实技术的结合将是一个循序渐进的过程,大致要经过以下几个阶段:在结合的初级阶段是数据的结合,这是要充分利用当前 GIS 技术和虚拟现实技术已取得的成就,利用 GIS 作为后台空间数据管理的工具,而将虚拟现实作为前台用户与地理空间信息交流的渠道,为用户提供更便捷和高效的查询与分析功能和结果反馈的途径;两者结合进一步的发展,则是要实现两者在数据模型和功能上的统一:虚拟现实系统和 GIS 数据采用统一的数据模型,建立统一的空间数据库,用户不但可以利用虚拟现实系统提供的互能力观察空间数据,而且可以利用虚拟现实系统交互接口来使用当前 GIS 的查询、分析等空间数据管理功能,并且整个系统是建立在统一的系统结构之上;虚拟现实技术和 GIS 技术结合的最高阶段是虚拟现实技术与 GIS 技术的一体化,形成虚拟地理环境生成系统:这是考虑到地理空间数据的特点和地学应用领域本身的特色,将不同的地理模型集成到虚拟环境中,让用户在虚拟环境中能够更加直观的操作和调控地学模型,利用虚拟环境中提供的各种模型解决地学应用问题,这种虚拟地理环境不但可以用来分析当前的地学实际问题,也可以通过虚拟过去和未来某一地理现象的场景,为地学中的若干问题提供科学的论证环境,以更好的为决策者服务。

2.2 当前 GIS 技术和虚拟现实技术结合的研究情况

当前, GIS 技术和虚拟现实技术各自都在飞速发展之中,但两者结合方面的研究还较少。目前也有一些研究机构在从事这方面的研究,所开发的 GIS 和虚拟现实技术相结合的应用系统,大多还处于虚拟现实与 GIS 数据结合的层次上,即将虚拟现实系统作为用户与 GIS 系统交互的界面,而将 GIS 作为空间数据库管理系统^[4,5,6]。在两者数据结合方式上,虚拟现实技术和 GIS 技术已开始从松散数据转换发展到紧密的系统集成上来。

虚拟现实和 GIS 的松散数据结合,是利用公用数据接口,通过动态数据转换器在虚拟现实系统和 GIS 系统之间有限交换信息,虚拟现实系统与 GIS 系统是松散的并行关系,用户在虚拟环境中执行的操作被翻译成对 GIS 空间数据库的操作传送到 GIS 中,由 GIS 完成操作,再将操作结果转换到虚拟现实系统中提交给用户(如图 2)^[4]。

实现虚拟现实系统与 GIS 在数据模型和功能

上的统一,是当前虚拟地理信息系统(VRGIS)发展的重要方向,虚拟现实建模语言(VRML)标准和 Open GIS 数据模型和服务模型的进一步发展,无疑将会推动这两者在数据模型和功能上的统一(图 3)^[5]。

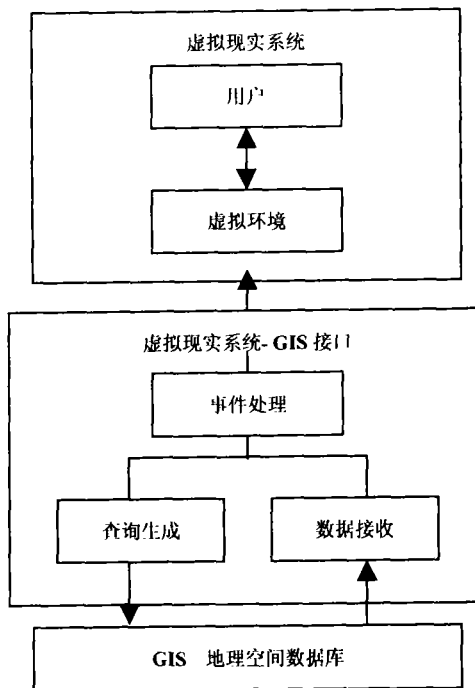


图 2 虚拟现实系统和 GIS 系统的松散结合
(据参考文献 [4], 略有改动)

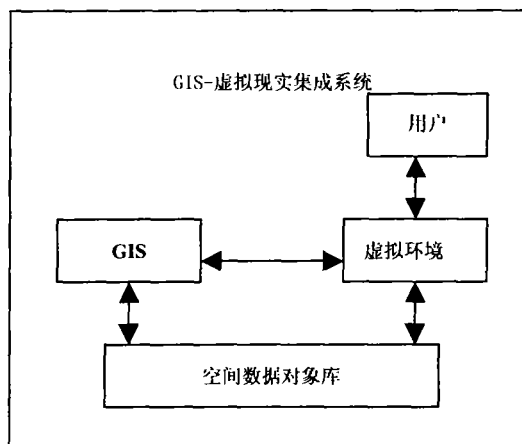


图 3 GIS 与虚拟现实系统的紧密结合

将模型从 GIS 平台环境移植到虚拟环境中,将会有利于用户更方便的分析空间数据。当前这方面有少量的研究工作,主要是将 GIS 中与栅格有关的

应用模型集成到虚拟环境之中,如火灾模型,污染扩散模型等^[5,7]。

2.3 虚拟地理环境

虚拟地理环境是虚拟现实技术与 GIS 技术结合的最高阶段,是将虚拟现实技术和地学分析完美结合到一起。虚拟地理环境是由计算机生成,能通过视、听等多种渠道与用户交互的地理视景仿真。虚拟地理环境具有以下特点:

1) 动态交互性

动态交互性是虚拟现实系统最基本的要求,也是虚拟地理环境最本质的特征之一。用户可以通过手势、口令等多种途径与地理信息空间打交道,可通过修改虚拟地理环境中地理实体的参数来动态调整虚拟地理环境,以逐步达到用户所意想的地理信息空间。

2) 信息丰富

虚拟地理环境信息极大丰富,不但有 GIS 中的空间数据,还具有影象、声音等多媒体信息,特别重要的是将遥感信息再现到虚拟地理环境中来,实现遥感和 GIS 分析的自然统一。

3) 时空维

利用虚拟地理环境可以虚拟过去和未来。从而不但在空间维上可以查询和分析,在时间维上同样也可以查询和分析。而且用户可以通过动态调整时间粒度,在虚拟地理环境中再现地学变化过程。

4) 模型和地学知识

虚拟地理环境系统的开发可以充分利用当前正在兴起的面向智能体开发技术(Agent-oriented),把地理实体或是模型作为虚拟地理环境中的智能体。每一个智能体都有它自身所遵守的规则(即地学知识和地学规律),并受规则的制约在虚拟地理空间中生存和发展,这对于构造包含有大量地理实体和模型,具有复杂行为的系统仿真具有重要意义。

3 虚拟现实技术与数字地球和地学信息图谱

3.1 虚拟现实技术与数字地球

美国副总统阿尔·戈尔于 1998 年 1 月 31 日在美国加利福尼亚科学中心发表了题为“数字地球:对 21 世纪人类星球的理解”的讲演,在这次讲演中戈尔提出了“数字地球(Digital Earth)”：“我们需要一个“数字地球”，一种多分辨率、三维表达的地球，

从而使我们能够将大量的地球空间数据融于一体^[8]”。目前“数字地球”还没有明确的科学含义,但一般认为“数字地球”是以因特网为运行平台,以海量的空间数据的管理和操作为核心,以虚拟技术为特点,具有多种分辨率的多维交互界面,面向公众的开放系统。它的技术构成主要有两大部分:第一部分是空间数据管理的框架,这也是“数字地球”最为核心的部分。“数字地球”必须能够管理海量的、多数据源的、与有关地球的数据;另一部分是提供虚拟的、以人为中心的用户与“数字地球”交互的环境,并在这个环境中为用户提供查找和浏览空间数据的自然途径。

显然,要构建人与“数字地球”之间便捷高效的交互环境,虚拟现实技术必不可少。通过虚拟现实技术可以利用遥感影象数据和其他地球空间数据,在虚拟环境中生成的不同分辨率的“虚拟地球”,用户可以在浏览过程中自然的在不同分辨率的“虚拟地球”之间切换。用户通过虚拟现实技术提供的各种与信息环境交互的途径,通过自然声音、手势和数据手套的等设备与“数字地球”交互,另外通过虚拟现实技术还可以实现“数字地球”在时间维上的浏览。从以上可见,利用虚拟现实技术将会为人与“数字地球”之间创建一个和谐、高效的交互环境。要实现这种结合,在技术上必须能创建一个虚拟的、可高效交互的“虚拟地球”,而且这个“虚拟地球”是直接“与数字地球”数据管理框架相联系。

虚拟现实技术的进一步发展还将会对“数字地球”的发展起到极大的推动作用,特别是将“数字地球”与虚拟地理环境结合起来,充分利用虚拟地理环境中各种地学模型和地学分析工具来分析“数字地球”信息空间中的各种信息,从而将“数字地球”的应用提高到一个更高的层次上来。

3.2 虚拟现实技术与地学信息图谱

陈述彭先生在他的“地学信息图谱刍议”^[9]一文中,对“地学图谱”和“地学信息图谱”分别给出了如下定义:

“图指地图,山川水系,城镇地名,疆界四至等,表示所研究区域的空间范围和布局。是一种空间概念的表达;谱指系统,家族时代繁衍,疆域历史沿革,大都以树状结构图表描述,便于追根溯源,反演历史演变过程。图谱合一,则是空间与时间动态变化的统一描述。在时间演化过程的系统中,同时

表达地区(空间)差异的地图,都可以称为“地学图谱””。

“地学信息图谱”则是空间时代与信息时代的产物。沿用“图谱”之名称,以示本质上一脉相承,表述区域自然过程与社会经济可持续发展的时态演进与空间分异。既再现它的历史,又虚拟它的未来,成为人们研究区域自然环境与社会发展的一种现代化的科学方法和高新技术手段。服务于国土整治、城乡规划、资源开发、环境保护……诸多方面的规划、决策与管理”。

对于虚拟现实技术与地学信息图谱的结合,陈述彭先生在该文中指出,通过虚拟现实技术,可以“提供再现过去和预测未来的各种设想和可能方案,供决策者服务”。

4 地学虚拟的应用示例

1) 虚拟城市

通过虚拟现实技术可以在有关城市数据的基础上形成虚拟城市。根据不同的城市规划方案就可形成不同的虚拟城市,而规划者或是决策者只需从不同的虚拟城市的对比中直接比较不同的规划方案。

虚拟城市可由两部分组成^[10,11,12]:虚拟地面模型和城市环境虚拟。虚拟地面模型一般是通过在DEM或是DTM三维视图上叠加上地表植被的遥感影象图形成,或是通过DTM加上不同真实的地表特征纹理虚拟出逼真的地表地理场景。城市环境的虚拟,主要是要解决街道和建筑物的模型生成。街道虚拟一般是在地表模型上粘贴纹理来实现,而建筑物模型则需根据实际情况的需要,可以以简单的几何模型来表示,也可以通过把不同建筑物真实相片作为纹理粘贴到建筑物几何模型上来真实再现建筑物。

要生成虚拟城市一个需要解决的非常重要的问题是细节层次模型(Level of Detail)。这是由于在不同比例尺、不同视条件下,无论是地表模型还是建筑物或是街道都会呈现出不同的视觉信息。如在一个小比例尺虚拟城市中,有些狭窄的街道可能根本不会呈现出来,而在一个大比例尺的虚拟城市中,即使一个房屋的顶部可能都需要仔细加工。另外,通过在不同视条件下应用不同的细节层次模型,可以再现用户在不同视条件下真实环境视觉信息可能会发生的变化,从而让用户产生较逼真的感受,同时也加速了在小比例尺下视景的生成速度。

2) 环境保护

我们可以把不同的污染物扩散模型,生物生长模型等应用到虚拟地理环境中去。人们可以通过在虚拟的自然环境中修改不同的环境调控因子或是添加不同的人类行为模型,虚拟出由于自然或是人为因素对环境所能造成的影响,从而可以提前制订对策。

将虚拟现实技术应用到环境分析系统中,要解决的一个关键问题是要把不同的模型集成到虚拟地理环境生成系统中来,人们不但可以在虚拟环境中应用这些模型,而且还可以交互式的调控这些模型,并可以观察到模型运行的结果,以更好的为解决环境问题服务。

3) 大气和海洋运动的虚拟

大气运动或是海洋洋流的运动可以用一些复杂的动力学模型来刻画。把大气或是洋流的运动模型移植到虚拟现实环境中,可以有效的观察到大气或是海洋的运动变化,从而为预测全球气候变化服务。大气和海洋运动虚拟要解决的难点问题是如何有效的实现大气或是洋流运动的可视化,要求这种可视化方式能在虚拟环境中直接调控,而且对运动模型参数的修改能反映到大气和洋流的运动的虚拟场景中来。

4) 地质历史过程的虚拟

很多地质历史过程都是非常漫长的过程,有些可能会长达上百万年,人们是不可能实验室中真实再现它的变化过程,要观察这些变化过程,就只有借助于虚拟现实技术。我们可以控制虚拟环境中的时间尺度,通过模型来模拟地质变化过程,将这些变化过程再现给人们。这时,一般要求虚拟地理环境在时间维上是可调控的,人们可以通过时间维上的控制操作观察到不同时期地质变化情况。

参考文献

- [1] 汪成为、高文、王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及其应用. 北京: 清华大学出版社, 1996.
- [2] Daniela Betrol, David Foell. Designing Digital Space - An Architect's Guide to Virtual Reality. John Wiley & Sons Inc, 1996.
- [3] Woodrow Barfield. Virtual Environment and Advanced Interface Design, Oxford University Press, 1995.
- [4] Hans Jense and Kurt Donkers, Dynamic Management of Geographic Data in Virtual Environment, Virtual Envi-

- ronments and Scientific Visualization'98.
- [5] Nelson Neves, Pedro Goncalves et al. Virtual GIS Room, Jnn@mail.fct.unl.pt.
- [6] Michael Preston, Peter Clayton et al. Distributed Virtual GIS.
- [7] Steven A. Carlson. Virtual GIS and Ecosystem Assessment in the Hamath Province, California — Oregon, <http://www.odyssey.maine.edu/gisweb/spatdb/gislis/gi94017.html>.
- [8] Al Gore. The Digital Earth: Understanding on Planet in the 21st Century, <http://deathstar.rutgres.edu/vector/Digearth.html>.
- [9] 陈述彭. 地学信息图谱刍议. 地理研究 (增刊), 1998, 17.
- [10] William Jepson, Robin Ligget et al. Virtual Modeling of Urban Environments, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 5 (1): 72~86.
- [11] Dr. Josph K. Berrey, David J. Buckley et al. Visualizing Realistic Landscapes, <http://blaze.innovativegis.com/products/vforest/vfgisworld.htm>.
- [12] Robin Ligget, Scott Friendman et al. Interactive Design/Decision Making in a Virtual Urban World: Visual Simulation and GIS, <http://www.aud.ucla.edu/~robin/ESRI/p308.html>.

A Bright Future of Virtual Reality

Xie Chuanjie

(State Key Lab of Resources and Environment Information System, Institute of Geography, CAS, Beijing 100101)

Abstract

Currently, virtual reality technology has become one of the focus points for researches in the information science. In this paper, the virtual reality technology is expatiated. Based on this expatiation, the ways and approaches by which the virtual reality and geographic information system technology use together to resolve problems are discussed. Moreover, the integration of the virtual reality and geographic information system is partitioned into three phases. The superiority of the virtual reality as the means by which man interchanges with information space. This paper points out particularly that the virtual reality will play important roles in the development of the "Digital Earth" and the information "tupu". Finally, some domains of the Geo-science in which the virtual reality technology can play important roles are set forth.

Key words: Virtual reality Geographic information system Digital earth