

关于虚拟地理环境研究的几点思考

林 琿¹ 徐丙立^{1,2}

(1. 香港中文大学太空与地球信息科学研究所, 香港 沙田 2. 中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室, 北京 100101)

摘要 :该文主要回答了目前被频繁问及的有关虚拟地理环境的几个问题。重点阐述了虚拟地理环境的概念、发展现状及其基本理论、方法、关键技术与应用, 以及与传统地理信息系统的区别。指出虚拟地理环境是在空间数据库和地理模型管理基础上构建的、同时表达地理静态和模拟动态现象的、面向多用户的分布式协同虚拟环境。因此, 虚拟地理环境突破地理信息系统以数据共享为核心的框架, 走向以数据库和模型库为双核心的知识共享平台, 进而形成一个新知识的生成环境。

关键词 :虚拟地理环境 地理信息系统(GIS) 模型库管理

中图分类号 :P208 **文献标识码** :A **文章编号** :1672-0504(2007)02-0001-07

0 引言

传统地理信息系统(GIS)在空间数据库基础上构建空间分析和二维可视化,是面向数据共享的信息平台。虚拟地理环境(Virtual Geographic Environments, VGE)是在融合GIS的基础上,为建立由空间数据共享提升到地理知识和经验共享的新型地理学语言框架而提出。VGE与GIS的主要区别在于:VGE是在空间数据库和地理模型管理基础上构建的、同时表达地理静态和模拟动态现象、面向多用户的分布式虚拟环境。因此,VGE突破GIS以数据共享为核心的框架,走向以数据库和模型库为双核心的知识共享平台,进而形成一个新知识的生成环境。

虚拟地理环境从提出至今不到十年,但它已经引起广泛的关注与讨论。迄今为止,国内十多所高校与研究机构已开设相关课程或招收该方向的研究生,国家863计划从“十五”计划期间就开始支持相关研究,教育部于2006年10月批准在南京大学成立“虚拟地理环境重点实验室”。中国学者有关虚拟地理环境研究的论文不仅见诸国内学术刊物^[1-5],也逐渐出现在国际著名学术会议和期刊,如PE&RS^[6]和IEEE^[7]等。这个由中国学者发起与推动的学术讨论已经开始影响国际学术界,如中国学者被邀请到欧美国家的重要学术机构进行有关虚拟地理环境研究的交流。

随着更多的学者加入虚拟地理环境的研究行列,在认识问题与解决问题方法上产生了许多不同,引起

了许多有意义的讨论和质疑,促使人们开始从多方面思考虚拟地理环境,如虚拟地理环境的概念,它与GIS的区别,虚拟地理环境的理论、方法、关键技术及用途等。上述研究加快了虚拟地理环境的研究进度。

笔者得益于多年的研究和广大学者对虚拟地理环境的疑问,从虚拟地理环境的概念、发展过程、理论、方法、关键技术、应用以及与传统GIS的区别等方面展开论述,意在引起同仁的研究和讨论,以推动虚拟地理环境的发展。

1 虚拟地理环境的概念

1.1 虚拟地理环境的概念

正如特定的GIS需要管理具体的地理数据,针对特定应用问题的虚拟地理环境也应具备管理具体的地理(学)模型的能力。也正是由于这些模型所体现的时空变化,为多维动态的虚拟表达提供了基础。针对文献[1]中的概念,需要在软硬件环境和数据环境等要素中补充地理(学)模型的多维建模环境。这恰恰是区别虚拟地理环境与以数据库为核心的信息系统的主要特征,也是虚拟地理环境研究的难点之一。

作为从地图与GIS演变而来的地理学语言,虚拟地理环境集成了多源信息采集、地理信息系统、地理模型管理、虚拟现实、网络、智能体等技术,它是化身为基础的多用户分布式三维智能虚拟环境,是地理环境、特定地理现象和规律的数字与多通道感知表达、计算与模拟,可用于地理多维信息的综合管理与多媒体集成发布、人机交互/交融式及创新式科学研

收稿日期 2007-02-13

基金项目 国家863计划项目(2006AA12Z207)

作者简介 林琿(1954-),男,博士,教授,博士生导师,香港中文大学太空与地球信息科学研究所所长,主要从事虚拟地理环境、城市与城市群GIS、多云多雨地区遥感方面的研究。E-mail: shuilin@cuhk.edu.hk

究、分布式地理协同规划、设计与决策、地理旅游、教育、培训及娱乐等,为数字信息工程(数字区域、数字城市、数字流域)建设提供方法基础与技术支撑^[1-5]。

虚拟地理环境研究的目标不在于创建专业的模型,如大气模型、污染模型、水文模型、土壤侵蚀模型等。其目标在于有效地集成这些模型中带有普遍意义的知识与相关区域的或全球性的数据,以便取得全球性的或相关区域的新知识。虽然在构建虚拟地理环境的过程中,需要研究和实现网络通信、三维可视化等关键技术,但这些并不是虚拟地理环境最终所追求的。虚拟地理环境的目标在于构建一个集成化的知识共享的虚拟环境,在这个环境中,科研人员、政府部门人员(尤其是决策人员)以及一般的公众都能够通过近乎实际的虚拟环境,理解共同关心的问题,发布其研究成果(如模型发布),表达其观点、看法等。同时,各级人员也能够学习他人的知识,用以指导自己的学习和研究,甚至决策。

1.2 虚拟地理环境产生与发展现状

虚拟地理环境的产生是在信息科学、地理科学、地球系统科学、计算机科学的发展以及现实应用需求共同作用下产生的,是地理学与地理信息学的学者们在开展地理学研究中感受到GIS等方法的局限后,积极探索与思考的结果。我国最初的探索研究反映在以三维地形为主的地理环境的可视化与模拟,如高俊等的战场环境模拟^[8];对于另外一个核心问题的最初探索反映在GIS数据库与地学模型的结合,如林琿等的东中国海潮波系统研究^[9]。与此同时,网络通讯的快速发展使人们不只满足于数据共享层次,而是希望以更方便的方式交流思想,达到异地、知识共享的境界。基于网络的投资环境信息系统与面向地理协同的郊野公园管理系统就是有意义的尝试^[6,10]。

信息采集技术的发展,为构建虚拟地理环境提供了数据支撑平台;地理学与地球系统科学的发展,提供了虚拟地理环境的模型资源;计算机科学的发展,为虚拟地理环境的实现提供了技术支撑;应用的需求,尤其表现在问题解决方案的需求方面,为虚拟地理环境提供了强大的发展动力。目前,遥感技术快速发展,从单一光谱到高光谱,从可见光到紫外线、红外线、微波,从利用被动的反射光谱信息到开发主动的激光、极化与干涉信息资源,逐步可以全天时、全天候进行对地观测。例如,雷达遥感技术突破了多云多雨的障碍,使阴雨天气下依然能够获取地表信息^[11]。卫星导航技术的发展,为动态采集地理环境信息提供了更加准确的空间定位能力。在天文学、地质学、大气

科学、海洋学、气象学、水文学、地形学、大地测量学、矿物学等领域的研究中,产生了大量的数据、信息、知识、模型,为构建虚拟地理环境提供了宝贵资源。具有集成地理数据与分析模型的虚拟地理环境有利于容纳相关学科知识,从而以综合的方法研究复杂的地理问题。现代计算机性能大幅度提高,处理速度大大加快,磁盘空间和内存空间加大,图形显示能力增强,并行计算和分布式计算已经成熟,高性能计算机与网格环境使复杂的计算成为可能。目前,三维漫游已被广泛应用于城市规划、旅游、教育、军事、娱乐等,三维可视化与多媒体技术在科研领域也得到广泛认可。人们对三维虚拟环境的需求,即追求身临其境的感受以及超越现实的理解^[3],已经成为虚拟地理环境发展的强大推动力。

林琿等基于一系列的探索研究,提出虚拟地理环境的概念,认为虚拟地理环境是从地图和GIS演变而来的新一代地理学语言^[3,4]。《虚拟地理环境——在线虚拟现实的地理学透视》较为系统地描述了地理学和哲学视野中基于因特网的网络信息空间和在线虚拟现实的特征和意义^[2]。该书是第一本直接研究虚拟地理环境的著作,其缺憾是未能深入讨论虚拟地理环境的地学模型管理问题。

近十年来,中国学者积极开展了与虚拟地理环境有关的研究。如高俊等继虚拟作战地形环境的研究之后^[8],探索虚拟地理环境的建模;孙九林提出“资源环境科学虚拟创新环境”概念和建立“地球科学虚拟多维信息空间生成系统”^[12];张健钦、龚建华等开展了虚拟地理环境在公共卫生、数字流域等方面的应用以及协同虚拟地理实验室的研究^[13,14];李德仁等提出并研究“数码城市”^[15];林宗坚等着手建立测绘虚拟现实系统^[16];阎国年开展对虚拟时空地理认知的理论、空间三维数据的快速获取与一体化数据模型、地理分析模型及其与虚拟地理环境系统的集成、分布式群体协同与空间决策支持系统等研究;舒娱琴等研究了虚拟地理环境建模与实时绘制技术(面向大场景森林景观)^[17]。

在国外,美国宾夕法尼亚州立大学“地理可视化科学、技术与应用中心”的MacEachren等研究并开发了“协同式地学虚拟环境”^[18,19];Leicester大学地理系的Dykes等构建用于地理教学和野外实习的虚拟环境^[20];Illinois大学的电子可视化实验室研发出具有沉浸感的CAVE和GeoWall系统,并用于地理科研和教学^[21];London大学的Batty等则研究虚拟环境下的建模及其在城市规划中的应用^[22]。2005

年 Google 正式推出基于卫星图片的地图软件——Google Earth ;微软公司也相继推出网上产品 Live Local 以及虚拟地球(Virtual Earth)。与 Google Earth 和 Virtual Earth 相似的软件还有 Leica 公司的 Leica Virtual Explorer、Skyline 公司的 TerraExplorer 以及 ViewTec 公司的 TerrainView 等。

2 虚拟地理环境的理论、研究方法、关键技术和应用

2.1 虚拟地理环境的理论

从不同的角度分析,虚拟地理环境有着不同发展脉络。从地图学的角度,虚拟地理环境可看作新的地理学语言,它由地图学到 GIS 逐渐发展起来。虚拟地理环境可以让地理学语言变得更贴近地理信息的使用者,并为当今可持续发展的公众参与提供一种新的交流平台^[3,4]。

古老的地图学是虚拟地理环境的基础之一。地图学的三大功能(认识功能、模拟功能以及信息负载和传递功能)已经被虚拟地理环境继承而继续发挥作用。地图学的基本理论问题(地图信息论、地图传输论、地图认知论、数学制图原理、地图语言学、地图可视化原理、地图感受论、制图综合理论、综合制图理论以及地学信息图谱理论)^[23-25]在虚拟地理环境中具有新的特征和发展。地图学和 GIS 的语言理论——符号学在虚拟地理环境中被弱化,代之而起作用的是如何实现虚拟地理环境与现实环境一致的相似理论。

虚拟地理环境的根基在于地理学和地球系统科学,同时又采用现代计算机科学和信息科学的手段研究地理和地球系统问题。这些问题是虚拟地理环境的主要研究对象,也是虚拟地理环境主要的学科落脚点。因而,虚拟地理环境也继承了地理学沟通自然科学和人文社会科学的“桥梁”特征。本文以四大学科为背景,从4方面描述对于虚拟地理环境基本理论的基本认识(图1)。

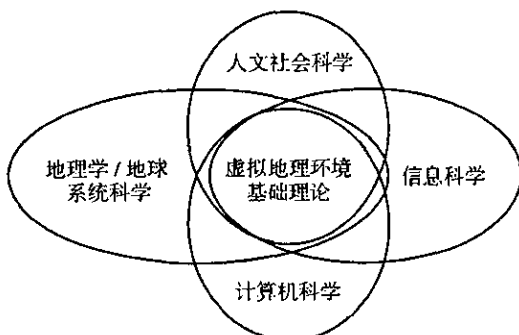


图1 虚拟地理环境的基础理论构成
Fig.1 VGE theory construction

2.1.1 从地理学/地球系统科学角度分析虚拟地理环境的理论

(1)虚拟地理空间认知理论。地理认知研究主要包括地理知觉、地理表象、地理概念化、地理知识的心理表征和地理空间推理,涉及地理知识的获取、存储和使用^[26]。在虚拟地理环境中,如何完成对地理信息的认知、编码、存储、记忆和解码等一系列心理过程,该过程与以往的地理空间认知有什么区别和联系?这些都是研究虚拟地理环境的基本理论。

(2)虚拟地理时空表达理论。虚拟地理环境中的空间问题表达主要基于两种方法,即数据方法和模型方法。这与地图学和 GIS 不同。地图学和 GIS 是以数据为基本支撑,通过符号系统实现空间二维表达。而在虚拟地理环境中,主要采用三维和高维的方式,因为除数据外,虚拟地理环境还采用时空多维模型表达地理现象及其演变。在虚拟地理环境中,基于符号的表达方式依然有效,但它已不是唯一的表达语言,基于模型所提供的空间结构和形态等的演变,更加具体形象的空间立体表达将成为主要的表达方法。在虚拟地理环境中,研究多维空间中的数据表达、模型表达以及立体视觉表达的理论成为研究热点。

(3)虚拟地理环境相似理论。虚拟地理环境意在构建能够反映现实世界的虚拟环境。虚拟地理环境能否取得人们的信任,取决于它能否真实地反映现实。虚拟地理环境并不追求与现实在表象上的完全一致,但可以尽力使其与现实环境相似。如何才能做到虚拟地理环境与现实环境之间的几何相似、时间相似、性能相似、特征相似?什么程度才算相似?这些都是虚拟地理环境相似理论研究的范畴。例如,公路噪声影响可以通过反映噪声分贝的色彩表达,也可以直接通过定标之后的音响系统感知。

(4)虚拟时空尺度理论。时空尺度问题一直是地理学家关注的主要问题之一。在虚拟地理环境中,时空尺度被赋予了新的特征。从视觉上已经能够明显感觉到空间尺度可以近乎无极变化。同时,地理模型的引入使得对于地理空间的研究不再只局限于面向离散的数据。连续的时空模型使得虚拟地理空间时空尺度不再是离散的,可以使用任意大小的空间间隔和时间间隔对空间进行采样、计算、模拟、分析等。

(5)虚拟地球系统理论。虚拟地理环境研究的问题包括地球系统的问题。大气圈、岩石圈、水圈、生物圈各圈层之间相互作用,形成一个复杂的巨系

统。建成一个相对合理的虚拟地理环境,必须符合自然的实际情况,把各个圈层统一考虑,形成一个有机的系统。目前已有的地球系统科学主要研究这个现实系统。而虚拟地球系统理论需要研究如何将地球系统映射到虚拟环境中,形成虚拟的地球系统,并研究其组织、构造、管理、运行等。

(6)虚拟地理环境的综合建模理论。虚拟地理环境的建模不仅需要考物理空间模型(如大气模型、水流模型、地形模型等)的构建,还要考虑人的行为模型(如城市发展模型、人群疏散等行走模型等)的构建。所谓综合建模就是在构建以上模型的过程中,不能将各个模型独立,而是要综合考虑,统一构建,做到模型之间的有机结合。虚拟地理环境建模同时包含实体对象建模(树、房屋、桥梁、道路等)、地理过程建模(风场、温度场、污染扩散、水流等)和行为建模(如在紧急情况下人们的逃离行为等)。模型既包括离散模型,也包括连续模型;既有静态的,也有动态的。

2.1.2 虚拟地理环境的信息理论 从信息学的角度分析,虚拟地理环境是一个信息系统,需要研究支撑虚拟地理环境的信息获取、信息编码、信息集成和信息处理等。尽管目前的信息学在这些方面已经非常出色,仍需研究如何应用信息学的基本理论,处理具有时空多维特征的地理信息,使之能够很好的服务于虚拟地理环境的构建与研究。尤其需要考虑遥感科学、全球定位系统、摄影测量等有关信息获取的学科。需要对这些信息进行快速处理与集成,实现真实环境与虚拟环境信息的互联互通,达到信息的有效使用。

2.1.3 虚拟地理环境的构建理论 该理论是指导虚拟地理环境系统构建与实现的基本理论,它主要来自于计算机理论,包括虚拟现实理论、网络通讯理论、可视化理论、人机交互理论以及人工智能理论等。虚拟现实理论是指导虚拟地理环境建设的关键性技术理论,虚拟环境的构建原理、方法可以为虚拟地理环境的实现提供指导;网络通讯理论用于解决虚拟地理环境在传输大批量地理数据时的速度和可靠性问题;可视化理论用于实现虚拟地理环境中科学计算以及结果的多维可视化表达;人机交互理论研究虚拟地理环境中的操作者与虚拟环境的互动;实现虚拟地理环境中化身的行为自治,必须研究高维空间中的人工智能问题。

2.1.4 虚拟地理环境中的行为理论 虚拟地理环境不仅研究自然环境,同时研究人文环境,是自然与

人文相融合的综合环境。虚拟地理环境中的化身代表空间中活动的个体(如人),化身的行为不能随便规定,而应符合现实中人的行为。社会科学中的行为学理论可用于指导化身的虚拟行为;同时,心理学、社会学、交际等属于社会科学的理论,也可用于指导虚拟地理环境中的化身行为。在接纳社会学对人的行为研究成果的基础上,需要研究如何把现实中的人类行为虚拟化,如如何简化行为、如何规定行为的结果等。

2.2 基于虚拟地理环境研究地理/地球系统问题的方法

(1)虚实结合的方法。虚拟地理环境的目的之一是推动某些在现实中较难完成的模拟研究,如地震和海啸等自然灾害的影响。针对这些地理环境问题,可以借助于虚拟的方法,应用相似原理和系统原理,通过构建模型,对有关问题进行研究,这是“虚”的一面。但有些问题更需要现实的输入才能达到“真实”,如人的行为或某点准确的风速、温度、湿度等。这种情况下,则可以把现实中的信息通过信息采集传感器直接输入虚拟地理环境中,以达到更加逼真的效果,这是“实”的一面。

从可信度而言,采用“实”的信息更容易使人们信服。但是,采用“实”的信息可能在经济性、安全性、可能性等方面存在问题,所以要采用“虚”的方式进行替换。“虚”、“实”的应用原则是:尽量使用“实”的信息或数据,在采用实际信息或数据存在一定难度时,用“虚”代替。

(2)地理综合方法。综合方法被地理学家普遍采用。研究地学问题并不能单一地依靠地学,往往需要其他学科的协作,如数、理、化、天文、生物、历史、计算机科学、信息科学等。研究地理问题的方法是综合的,不能单独依靠计算或野外调查等。从区域尺度的角度分析,虚拟地理环境所要构建的可以是某个单一的社区或城市环境,还可以根据具体地理问题的尺度构建一个类似于真实世界的区域,甚至全球虚拟环境。构建这个环境需要综合运用自然科学和人文科学。在这个综合的平台上,各因素间相互制约,各地理圈层间相互耦合。同时还需要虚实结合的综合研究方法。所以,虚拟地理环境的研究方法是多层次、多角度、多学科的综合方法。

(3)假设与模拟方法。该方法主要针对可能出现问题的假设,用于发现新的问题。在虚拟地理环境中,可以假设某个城市出现不同等级的地震,研究地震灾害对市民的影响,并进而研究灾害爆发时的

交通决策等。通过假设,修改虚拟地理环境中的数据或模型参数,然后通过模拟的方法,完成对于该情况的响应。

(4)多维空间统计分析与信息提取方法。虚拟地理环境拥有海量的数据和信息,如何从中发现规律,是虚拟地理环境面临的问题。空间统计分析与信息提取是目前解决这一问题比较有效的方法。

(5)地理协同方法。地理问题复杂多变,一个人、一个组织甚至一个国家往往很难完成对于某个地理问题的研究,而需要多领域专家、多层次的人员共同参与,协同解决。虚拟地理环境作为对现实地理环境的数字影射,其必须具备协同能力,使得多人从不同地域、不同研究领域进入其中,实现对于复杂地理问题的研究。虚拟地理环境的协同有多个层次,分别是数据协同、模型协同、操作协同、可视化协同与决策协同。

2.3 实现虚拟地理环境的关键技术

(1)网络技术。虚拟地理环境可以是单机版的,但是构建在网络基础上的虚拟地理环境是其发展方向。所以,网络技术是构建虚拟地理环境的必要条件。随着高速网络的建成(如光纤网)和网络带宽的增加,为构建虚拟地理环境提供了很好的网络硬件基础。在软件上,需要寻求更加合理的编码方法和数据压缩方法,减少网络数据的传输量。同时要采取相应措施,尽量减小数据的误码率,提高网络数据的质量。

(2)可视化与多媒体技术。虚拟地理环境中的可视化不仅包含二维平面图形可视化和三维视景的可视化,同时包含数据可视化、科学计算可视化以及统计分析可视化等。二维平面可视化是指通过二维的平面图形,显示具有二维以上特征的数据。二维平面显示可用于平面二维分析及导航等方面。三维视景可视化是虚拟地理环境可视化中的重点和难点。数据可视化和计算分析可视化是指在地理计算过程中,对于数据和计算过程中产生的结果以及现象进行可视化。数据和计算分析过程可视化有利于对计算的控制。同时,声音等多媒体技术也有利于人们对于地理环境问题的理解,如车辆噪声声评估等问题。

(3)模型组织、管理与构建技术。模型是虚拟地理环境的核心之一。虚拟地理环境中的模型种类繁多,这些模型包括静态模型和动态模型。所谓静态模型是指构建完成后,在虚拟地理环境中保持不变的模型,如房子、道路等;动态模型则是指在环境中随外界条件的变化而在形态和性能上有所改变的模型,如污染气体的流动、野火的漫延等。不同形态的

模型在构建方法和驱动上有很大的不同。虚拟地理环境中的模型技术还包括模型的集成技术。虚拟地理环境研究的范围广泛,如包括自然环境中的大气圈、水圈、岩石圈、生物圈等所有能够取得地理信息的地方。根据不同的应用问题,虚拟地理环境可以涉及上述多个圈层,每个圈层都是复杂的巨系统。当将有关的圈层集成在一起时,其复杂程度远超过各个圈层的复杂度之和。如何将这些复杂的模型集成在统一的平台下,实现平台中模型之间的有机互动,是虚拟地理环境必须解决的重点和难点。

(4)多源数据集成技术。虚拟地理环境中的数据来源广泛(如遥感、实测、调查、统计分析、计算等),类型繁多(如栅格数据、矢量数据等),如何将这些多源的数据集成是必须解决的又一大难题。目前,针对多源数据的集成问题已有很多研究,但都是针对以二维为目标的GIS。这些方法是否适合于具有三维和更高维特征的虚拟地理环境,还需要修改与检验。

(5)人机交互技术。与传统的GIS不同,虚拟地理环境强调沉浸感,使用者成为系统的一部分。传统的人机交互设备(键盘、鼠标、操纵杆等)虽然在虚拟地理环境中也有使用,但不再是唯一的交互设备。未来虚拟地理环境将采用虚拟现实中的相关人机交互设备,可以通过数据手套、头盔、手势、语音等,通过多个通道对虚拟环境进行控制。

(6)人工智能技术。虚拟地理环境中的化身可以通过两种方式进行控制,一种是现实中的人通过人机交互设备对化身进行控制,如前进、后退、跳跃、俯卧等;另一种是通过人工智能技术,由化身自行控制。实际上,虚拟地理环境中的化身数量众多,完全靠现实中的人进行控制是不可能的。采用人工智能技术,实现对虚拟环境中的化身自我控制才是合理的方案。人工智能技术除可用于对化身的控制,还可用于环境设置,构建智能环境。

2.4 虚拟地理环境的应用

虚拟地理环境应用广泛。目前,采用虚拟三维进行研究的面涉及城市规划(虚拟城市)^[27]、土地利用^[28]、医疗卫生^[29]、虚拟交通^[30]、虚拟旅游^[31]、虚拟教育、军事(虚拟战场环境)^[32]、环境管理^[33]、体育(虚拟奥运)^[34]和娱乐^[35]等。虽然这些还不能称之为真正的虚拟地理环境,但是已经为虚拟地理环境的应用开拓了领域。

3 虚拟地理环境与传统GIS的区别

地理学的发展与世界观、方法论以及科学技术

的发展紧密相关。其中,卫星技术与计算机技术的发展给传统的地理学带来了重大影响。20世纪50年代中期,加拿大土地资源GIS的出现,推动了地理学新的变革^[36]。在随后50多年的研究、标准化、工业化以及应用普及的过程中,GIS为地理学注入了新的活力,但随着其发展,也产生了新问题。GIS的数据库单一核心以及它的相对抽象性,常常无法支持用户之间在数据共享之外的有关解决方案的讨论。虚拟地理环境在一定程度上是为了解决GIS存在的不足而提出的。虚拟地理环境与传统GIS的区别至少有如下几方面。

3.1 从数据库核心到数据库与模型库双核

GIS在提出和设计之初是以地理编码数据库为核心,其功能包括数据采集、数据处理、数据分析、结果可视化等。随着专业应用的扩展,基本的数据库往往无法满足用户需求。有些问题很难甚至无法通过简单的数据来表达,而只能通过模型的形式表达,如土壤的侵蚀、洪水的泛滥、空气污染的扩散等。目前,地理信息的使用者开始关注地理现象的过程以及问题的解决方案和预测,因而需要相关知识的收集、交流与集成管理,即相关的模型集成与协同分析。但是,对于经典的GIS本身而言,模型永远是外部的。GIS只是针对模型的结果进行存储、表达和可视化。与GIS不同,虚拟地理环境是构建在数据和模型这两个基础之上的。数据库对于虚拟地理环境依然必不可少,但是它已经不是唯一的基础。模型被引入到虚拟地理环境中,使得虚拟地理环境对于地理空间问题的表达与分析更加丰富。

3.2 从抽象到形象

GIS的栅格数据主要来自于遥感影像,它将真实三维的地表信息压缩到二维平面,对于遥感数据的理解,需要有专业的知识才能完成。GIS中矢量数据的表达通过专题的符号实现,相对于文字说明大大提高了人们对于地理现象的理解。但这种符号是抽象的,对于没有受过相关教育的非专业人士,对有些问题的理解可能出现偏差。

虚拟地理环境致力于通过相似(形象)而不是抽象的手段表达现实地理空间。只要在日常生活中熟悉某个实物或现象,进入虚拟地理环境中也很容易理解。如现实中的一座房子,在虚拟地理环境中不会像传统GIS那样是一个点或多边形,而是一个根据实际房屋、按照一定比例构建的虚拟相似房屋。

3.3 信息的多维表达

GIS对于信息的表达更多的是二维静态的,将

具有高维特征的时空信息表达在二维会造成信息的损失。在虚拟地理环境中,具有时空特征的地理空间信息将以高维的形式表达。这样将会减少信息的损失,易于被使用者理解。

3.4 从平面分析到立体分析

GIS的分析是基于平面的分析,虽然在某种程度上具有立体分析的功能,但立体分析显得很薄弱。在虚拟地理环境中,分析是基于立体的。

3.5 单一通道交互到多通道交互

传统GIS的交互主要通过计算机外设(键盘、鼠标、打印机、扫描仪、绘图仪等);虚拟地理环境采用虚拟现实技术,引入多通道交互设备,从视觉、触觉、嗅觉甚至味觉等多个通道刺激人体,使人产生身临其境的感觉。

3.6 人角色的变化

传统GIS中,人处于系统的外部,只是系统的操作和使用者;而在虚拟地理环境中,人们沉浸在环境中,或通过自己的化身表达行为和观点等。这时,人不仅是系统的操作者,更是系统的一部分,有关这个操作者本身的信息也会被系统采集,并会影响系统的运行。

4 结语

GIS的产生至今已有50多年的历史,其给地理学带来了新的发展机遇,同时对现实生活产生了强大的冲击力。但是,经典的GIS有其固有的时代局限。GIS的以数据为核心的设计理念使得现实中大量的以模型为基础的现象难以表达。目前,已有不少从事GIS的研究人员与其他领域的专业学者正在研究地理数据库与专业模型管理的融合问题。正如当年GIS数据库成为可能之时,叠加分析、二维网络分析以及统计制图等成为其主要分析和表达方式那样,在探讨地理数据库与专业模型管理融合的过程中,时空分析与模拟以及与之相适应的三维过程表达成为主要的分析与表达方式。虚拟地理环境正是在这个学科发展的背景下产生的。当然,虚拟地理环境的产生也离不开当前高速发展的计算机技术、信息科学以及社会科学,其发展还将与地球系统科学的发展密切相关。

参考文献:

- [1] 林琿, 龚建华. 论虚拟地理环境[J]. 测绘学报, 2002, 31(1): 4-6.
- [2] 龚建华, 林琿. 虚拟地理环境——在线虚拟现实的地理学透视[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

- [3] 林琿, 龚建华, 施晶晶. 从地图到地理信息系统与虚拟地理环境——试论地理学语言的演变[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4): 18 - 23.
- [4] 林琿, 朱庆. 虚拟地理环境的地理学语言特征[J]. 遥感学报, 2005, 9(2): 158 - 165.
- [5] LIN H, GONG J H. Exploring virtual geographic environments[J]. Geographic Information Sciences 2001, 7(1): 1 - 7.
- [6] LIN H, GONG J H. Distributed virtual environments for managing country parks in Hong Kong: A case study of the Shing Mun Country Park[J]. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2002, 68(4): 369 - 377.
- [7] LIN H, GONG J H, TSOU J Y. VGE: A new communications platform for the general public[A]. Proceedings of the Third International Conference on Web Information Systems Engineering, 2002, 47 - 55.
- [8] 高俊, 夏运钧, 游雄, 等. 虚拟现实在地形环境仿真中的应用[M]. 北京: 解放军出版社, 1999.
- [9] 林琿, 阎国年, 宋志尧. 东中国海潮波系统与海岸演变模拟研究[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [10] LIN H, ZHANG L. Internet - based investment environment information system: A case study on BKR of China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1998, 12(7): 715 - 725.
- [11] 林琿, 邵芸, 杨立民. 多云多雨地区遥感初探[J]. 遥感信息, 2004(4): 71 - 74.
- [12] 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.
- [13] 张健钦. 基于遥感和智能体的鄱阳湖区血吸虫病监测和模拟研究[D]. 中国科学院遥感应用研究所, 2006.
- [14] 龚建华, 李亚斌, 王道军. 地理知识可视化中知识图特征与应用研究——以小流域坝系可视化空间规划为例[A]. 中国 GIS 协会理论与方法研讨会, 2005.
- [15] 李德仁, 朱庆, 李霞飞. 数码城市(CyberCity)的概念、技术支撑和典型应用[J]. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(4): 283 - 288.
- [16] 林宗坚, 刘先林, 张继贤. 精确时空立体景观虚拟现实的构建与应用方法研究[J]. 测绘科学, 2005, 30(2): 16 - 18.
- [17] 舒娱琴, 祝国瑞, 陈崇成. 虚拟森林场景的构建[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2004, 29(6): 540 - 544.
- [18] MACEACHREN A M, CAI G, SHARMA R. Enabling collaborative geoinformation access and decision - making through a natural, multimodal interface[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2005, 19(3): 267 - 292.
- [19] MACEACHREN A M. Moving geovisualization toward support for group work[A]. Exploring Geovisualization 2005, 445 - 461.
- [20] DYKES J, MOORE K, WOOD J. Virtual environments for student fieldwork using network components[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1999, 13(4): 397 - 416.
- [21] JOHNSON A, LEIGH J, MORIN P, et al. GeoWall: Stereoscopic visualization for geoscience research and education[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2006, 26(6): 10 - 14.
- [22] HUDSON - SMITH A, EVANS S, BATTY M. Building the virtual city: Public participation through e - democracy[J]. Knowledge, Technology & Policy, 2005, 18(1): 62 - 85.
- [23] 陈述彭. 地学的探索(第二卷)——地图学[M]. 北京: 科学出版社, 1990, 7.
- [24] 廖克. 现代地图学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [25] 蔡孟裔, 毛贻猷, 田德森, 等. 新编地图学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [26] 王晓明, 刘瑜, 张晶. 地理空间认知综述[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(6): 1 - 10.
- [27] 于文洋, 杨崇俊. 三维虚拟城市景观基础平台的设计与实现[J]. 计算机工程, 2006, 32(2): 215 - 217.
- [28] 武有根, 陈秋计, 刘昌华. 基于 GIS 的复垦区三维景观的虚拟现实模拟[J]. 采矿技术, 2004, 4(4): 48 - 50.
- [29] 许百华, 赵业. 虚拟现实技术在心理治疗中的应用[J]. 心理科学, 2005, 28(3): 654 - 655.
- [30] 刘伟勋. 未来飞行中心与空中交通的虚拟管制[J]. 国际航空, 2000(5): 51.
- [31] 王峰, 刘仁义, 刘南. WebGIS 和虚拟现实技术在旅游业发展中的应用研究[J]. 浙江大学学报(理学版), 2005, 32(6): 706 - 720.
- [32] 苏敬涛. 未来十种全新作战大预测(一)——虚拟对抗战[J]. 国防, 2001(4): 13 - 14.
- [33] 杜培军, 盛业华, 唐宏. 虚拟现实技术在环境管理中的应用[J]. 江苏环境科技, 2002, 15(2): 26 - 27.
- [34] 伊尧国, 龚建华, 马蔼乃. 虚拟奥运环境系统的构建及“人文奥运”可视化表达研究[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(5): 32 - 35.
- [35] 王扬. 虚拟现实与娱乐仿真器[J]. 系统仿真学报, 2001, 13(1): 131 - 132.
- [36] LONGLEY P A, GOODCHILD M F, MAGUIRE D J. Geographic Information System and Science[M]. John Wiley & Sons, 2005.

Some Thoughts on Virtual Geographic Environments

LIN Hui¹, XU Bing - li²

(1. Institute of Space and Earth Information Science, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong; 2. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: To answer some frequently - asked questions about Virtual Geographic Environments (VGE), the concept of VGE including its theory, methodology, technology and applications, is discussed with its difference from traditional GIS. Unlike the traditional GIS with only one core of geo - database, VGE has two cores, which are geo - database and the model management. VGE is a virtual environment to present not only static objects, such as buildings, but also dynamic processes, for instance pollutant dispersion. The proposed virtual environments are online platforms which allow multi - users to operate the same work from geographically distributed places collaboratively. These features make VGE a knowledge sharing and generation platform instead of a data sharing system.

Key words: Virtual Geographic Environment, Geographic Information System, model base management