

黑河流域虚拟仿真系统建设

甘治国, 蒋云钟, 赵红莉

(中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044)

摘要:结合黑河流域的特点,以数字高程模型和二维 GIS 数据为基础,利用 VRMAP 三维开发平台,采用三层架构体系,在黑河水量调度管理信息系统中构建了黑河流域虚拟仿真系统。系统采用 GIS 图层控制方式管理场景内容,以灌区和干渠为表现重点,在全流域范围内进行了水量调度中最重要的实时河道水量演进模拟,进一步促进了虚拟现实技术在水利工程中的应用,丰富了“数字黑河”的内容。

关键词:虚拟现实;仿真系统;VRMAP;黑河流域

中图分类号:TP273+.5

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2005)03-0058-03

Construction of virtual simulation system for Heihe River Basin//GAN Zhi-guo, JIANG Yun-zhong, ZHAO Hong-li
(Department of Water Resources, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China)

Abstract:In combination with the characteristics of the Heihe River Basin, a virtual simulation system was constructed for the information system of water volume operation and management of the Heihe River Basin by use of the 3-D VRMAP software and three-layer system based on the digital elevation model and 2-D GIS data. With irrigation regions and main channels taken as main objectives to be reflected, the system controlled the scenes with the GIS multi-layer structure. Moreover, a real-time flood routing simulation, which is most important to water volume operation, was performed for the whole river basin. The present work promotes the application of virtual reality to hydraulic projects and enriches the content of “digital Heihe River”.

Key words:virtual reality; simulation system;VRMAP;Heihe River Basin

虚拟现实技术是一种有效地模拟人在自然环境中视、听、动等行为的高级人机交互技术^[1],是 20 世纪 80 年代美国 Jaron Lanier 正式提出的^[2]。它是信息科学领域一类新兴的工程技术,是在人工智能、计算机图形学、人机接口技术、多媒体技术、传感技术等多学科的基础上发展起来的一门交叉学科^[3]。目前,虚拟现实技术广泛地应用于各个领域。在水利方面,随着“数字流域”技术的兴起,很多专家也开始在水利信息化过程中应用虚拟现实技术^[3,4]。

本文结合黑河流域的特点,提出了在黑河水资源调配管理系统中构建黑河流域三维仿真系统的构想。在 VRMAP2 三维平台支持下,建立了黑河流域的虚拟场景并完成查询浏览等相关功能。

1 虚拟仿真系统框架结构

黑河流域虚拟仿真系统不仅要展示该流域的地形地貌、相关水利工程及社会经济信息,而且要整合黑河流域水资源调配模型、分布式水文模型等专业模型库的计算结果,为决策者提供最直观的水资源

调配信息,是黑河水资源调配管理信息系统同用户直接交换的部分。总体框架见图 1。

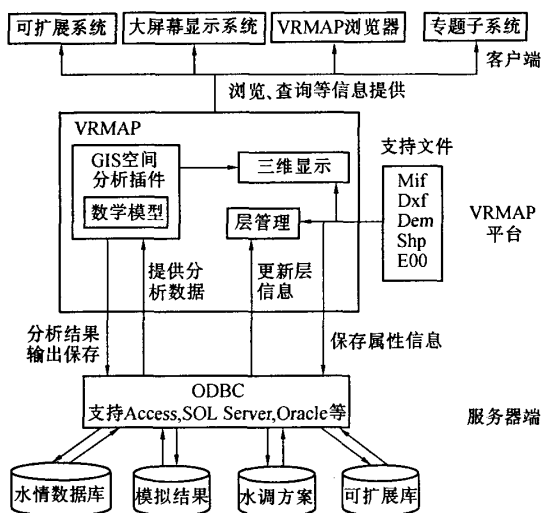


图 1 黑河流域虚拟仿真系统总体框架

黑河流域虚拟仿真系统主要分为虚拟环境的建设和界面功能的开发两部分。其中,虚拟环境的建设

是整个虚拟仿真系统构建的基础,包括基本环境建模(静态)和高级环境建模(动态)两部分.基本环境主要是基本地形环境的模拟,包括黑河流域的冰川、雪地、沙漠、灌木林、疏木林、滩地、城镇用地等类型.目前黑河流域没有大的枢纽工程,所以以灌区和生态环境为虚拟环境主要的表现内容.同时,气象站、雨量站和水文站等建筑物用局部建模处理,干线公路和铁路也专门建立相应的模型.高级环境建模主要是模拟地表水流动和地下水汇集,此部分除了采用特殊方法建模外,还需要编程控制水流的动态过程.另外,系统还需要能进行方便的操作,同时担负起地表和地下水文模型的控制及数据的交互功能.

2 基本场景建设

按照先搭建三维场景,后连接模型的顺序来开发仿真系统.在黑河流域 1:250 000 的数字高程模型(DEM)上,依次叠加地面纹理贴图、工程仿真模型、水系贴图、注记等.DEM 数据显示黑河流域的地形地貌,水系贴图表现黑河流域水系分布情况,工程仿真模型反映了各个工程的具体方位和结构功能特征.

a. 地形三维建模:DEM 是大范围大流域三维建模的基础,一般有两种数据源,矢量型数据和栅格型数据.栅格型数据中,格网(GRID)和不规则三角网(TIN)是较常用的 DEM 数据组织形式^[5].本文采用的是 GRID 型 DEM 数据,是一种 XY 平面等间距排列地面点 XYZ 三维坐标的数据形式,其优点是组织结构简单,算法处理速度快,适用于表现起伏变化平滑的地形^[6].本文地形建模所用的是 1:250 000 的 DEM,网格尺寸为 100 m×100 m.

b. 地面纹理贴图:实时浏览三维地形,仅仅靠精确的 DEM 是不够的.DEM 只反映了地形高程的变化,要反映地表植被及土地利用的情况,就需要准确的地面纹理贴图来实现.地面纹理贴图就是在 DEM 的封闭网格表面利用像素填充和 RGB 图像映射来增强地形地貌真实感的方法.一般来说,获取地面纹理贴图的方法有:①以目标区的地形图或其他专题图的扫描影像作为纹理图像;②将目标区的矢量数据与地貌纹理复合生成纹理图像;③从各类专业摄影图库中取材,编辑生成纹理图像;④实地摄影获取目标区的纹理图像;⑤从航天、航空遥感影像中获取目标区的纹理图像^[6].

由于黑河流域范围较大,如果用方法①,则精度不够,方法④和⑤缺乏相应的资料,所以本文采用方法②与方法③相结合来获取纹理.开始尝试用高程分色处理贴图纹理,在灌区使用土地利用数据三维建模,以避免过高的系统负荷,降低系统资源占用

率.但在实际应用中发现系统负荷还是太高,在中高档计算机上运行速度明显过慢,而且在远处观察时由于 VRMAP 采用 LOD 技术,系统隐去了大部分的植被模型,场景不是很逼真,如图 2 所示.据分析,主要是因为灌区的三维植被模型占用资源太多,后抽疏分布植被模型,并且利用已有的土地利用数据重新制作纹理贴图,结果既降低了系统资源占用率,也避免了远景时场景失真的缺陷,见图 3.



图 2 流域场景远视图



图 3 改进后的流域场景远视图

c. 工程建筑模型:在建好的场景上还要叠加相应的工程模型,包括雨量站、水文站、气象站、城市、重点铁路、国家级干线公路、灌渠等.这些模型通常要借助计算机辅助设计软件和三维建模渲染软件(如 3DSMax)来单独建模,之后再导入到 VRMAP 场景中.

d. 添加注记:在已建好的场景中需要对重点工程、城市和地区进行标注.标注采用不同的显示距离和不同的颜色来区分类型.在 VRMAP 平台下,设置相应的可视距离和标注属性.对待重点城市、工程和地名,标注大小始终保持不变,而其他的详细标注则需要视点进入一定的范围才显示出来.

3 高级环境建设

a. 河道演进:河道演进是黑河水资源调配管理系统建设中比较重要的功能.对于水量调度来说,随时直观地掌握沿程水量的多少是非常重要的.大流域三维建模模拟河道演进比较困难,由于要显示全流域的面貌,河道在场景中通常无法显示其宽度.即使放大比例后,依然存在无法显示流量和流速的问题.通常的做法是做局部河段的三维模拟,但这样又无法掌

握全局.本系统尝试用一些特殊方法来进行河道演进模拟.首先,适当放大了河道的宽度,这一宽度在局部浏览的时候也不会造成失真;其次,放弃了常用的以变化河道宽度的方法来表示流量,因为宽度的变化总是有限,无法确切地表现出流量的相对比例;第三,采用色彩和流速来表现流量,通过颜色深浅的转变显示整条河流的水量变化,同时,在相应的河段上显示流量数据,这样做到了既直观又能纵观全流域的演进模拟.此方法的缺点是,在水位变化较缓和的地方要仔细设置颜色才能形成较好的对比效果,这就需要黑河历年的水位流量变化情况做深入了解,针对不同的流量,采用不同的色彩纹理.

b. 地下水模拟:地下水模拟也是本次仿真的重点,模拟过程中重点围绕地下水位和流向这两个方面.地下水模拟同时展现地形和地下水位的相应关系,除了用三维视角来表现外,仍旧引入了剖面来进行细致地表现各层之间的关系.在三维地形上任意选择剖面位置,系统根据地形及地下水数据,实时生成剖面数据.展现地下潜水层时,底层模型通过数据交互传输水位、流速、流向等参数.剥去表层地表后,利用纹理变化技术动态模拟流速及流向的变化情况.这种方法可以表现类似黑河的内陆河流地下水情况,却不大适合地下水资源比较丰富的地区.这是因为在现有条件下,这种方法占用系统资源较多,只能表现较小部分区域的内容.黑河流域的地下水恰好分成彼此隔离的几块,模拟的时候可以分块显示.

4 系统功能建设

a. 交互界面:操作界面工具栏的显示、位置等属性可由用户自己定义以满足不同熟练程度的用户需要.操作界面见图4.

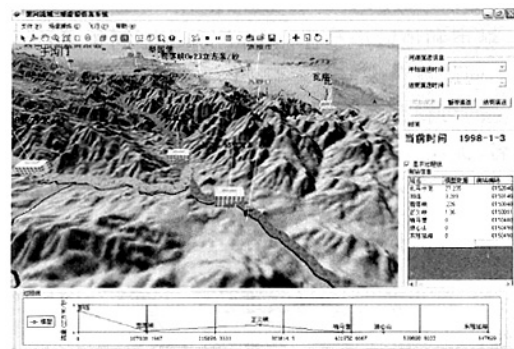


图4 虚拟仿真系统主界面

b. 浏览查询:VRMAP平台提供了很好的场景浏览功能,包括平移、缩放、旋转、飞行等一系列功能,配合键盘快捷键可以方便地浏览虚拟环境.系统包括黑河流域社会经济、水利工程设施、灌区、干渠、

铁路、公路、三维地理坐标等信息.

c. 图层控制:系统中包含的内容较多,为了便于组织和浏览,系统用图层的方式对内容进行管理.将不同功能的工程建筑分层管理,并且引入二维GIS图层管理的功能,使用户可以主动控制各个图层的属性.通过不同图层之间的组合,能够在一个场景的基础上显示不同主题的内容.这不仅避免了冗余的海量数据,而且无需在不同的场景中来回切换,大大提高了系统的快速反应能力.通过对图层控制栏的简单操作,可以控制系统的展示内容.

5 结 语

黑河水资源调配管理系统的三维虚拟仿真系统是在大流域上建立三维虚拟仿真系统的一次尝试.与以往流域虚拟仿真系统相比,整合了实时水情、重点工程、河道演进、地下水等内容,并且应用了更多的新方法与新技术,保证了系统的可靠性和先进性.本系统进一步促进了虚拟现实技术在水利工程中的应用,丰富了“数字黑河”的内容.

参考文献:

- [1] 王红兵.虚拟现实技术——回顾与展望[J].计算机工程与应用,2001(1):48—51;82.
- [2] 曾建超,俞志和.虚拟现实技术及其应用[M].北京:清华大学出版社,1996.
- [3] 靳萍,刘永,欧阳建国.水利系统中虚拟现实技术的发展[J].武汉大学学报,2001,34(6):107—109.
- [4] 王光谦,刘家宏,孙金辉.黄河流域三维仿真系统的构想与实现[J].人民黄河,2003,25(11):1—4.
- [5] Moore I D, Turner A K, Wilson J P, et al. GIS and land-surface-subsurface process modeling[A]. Goodchild M F, Parks B O, Steyaert L T. Environmental Modeling with GIS[C]. New York: Oxford University Press, 1993. 196—230.
- [6] 张柯.数字三维地形技术[J].湖南地质,2002,21(2):150—153.
- [7] Hendrik A, van Veen H C, Hartwig K, et al. Navigating through a virtual city: Using virtual reality technology to study human action and perception[J]. Future Generation Computer Systems, 1998(14):231—242.
- [8] 詹荣开,王宏伟,贺汉根.虚拟现实技术在武器对抗仿真中的应用研究[J].计算机仿真,2001,18(2):26—29.
- [9] 刘旻,周果宏.基于VRML的人脑解剖结构三维可视化[J].系统仿真学报,2001,13(增刊):467—469.
- [10] 祝烈煌,周润汝.数字流域的三维可视化及基本要素提取[J].计算机应用,2000,20(增刊):27—29.
- [11] 袁艳斌,张勇传,王乘,等.流域地理景观的GIS数据三维可视化[J].地球科学进展,2002,17(4):497—501.

(收稿日期:2004-03-26 编辑:骆超)