

基于 VRML 的航道虚拟场景的建立

殷佩生 魏 玲

(河海大学交通学院、海洋学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 通过建立航道虚拟场景 ,把 ArcInfo ,VRML 技术以及脚本程序相结合 ,利用 ArcInfo 进行地形样点数据的预处理并实现地形面的三维建模 ,得到虚拟场景的对象 ;用 VRML 添加光源、背景、材质等场景信息对场景进行渲染 ;用 Script 节点设定对象的行为 ,增强 VRML 的动画与交互功能 ,可以较快地实现从离散地形数据到虚拟航道场景的浏览 .

关键词 航道虚拟场景 ;地形建模 ;VRML ;JavaScript

中图分类号 :TP311.134.3 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2005)02-0212-04

虚拟现实系统强大的三维造型、交互性及动画功能引起了诸多领域的关注 ,给参与者提供了一个身临其境、具有完善交互能力的虚拟场景 ,因此其应用前景非常广阔 .在水利工程设计和建设中 ,三维可视化模型和场景的应用正逐渐成为分析研究水工结构物、地形、地貌、水流流场等的重要手段 .在航道设计整治工作中 ,现代测量 GPS 技术的应用 ,提高了航道整治设计的数据化技术 ,因此将 GPS 的地形数据化技术和三维可视化技术相结合 ,通过虚拟场景再现地形的实景和航道及整治建筑物布置 ,将有助于航道整治设计技术水平的提高 .本文把 ArcInfo 和 VRML 技术相结合 ,用 ArcInfo 构建虚拟场景对象 ,用 VRML 及脚本创建虚拟场景、动画和交互 ,从而可以快速构建包括设计航道区域地形、设计航道线以及航道辅助设施布局的三维虚拟场景 .

1 建立航道虚拟场景的基本思路

虚拟航道场景的建立 ,需要解决地形建模和场景生成两个方面的问题 .

VRML 是一种三维造型和虚拟场景渲染的图形描述性语言^[1] ,包括了 3D 设计中的大多数常用功能 ,通过 VRML 可以建立丰富的三维场景 .但是在 VRML 中建模缺乏支持数学描述的能力 ,造型和动画都有一定的随意性 ,固有节点和数据结构也不适用于构建三维地形 .对于地形等复杂的三维造型 ,一般可通过 AutoCAD ,3DMAX 等专用建模软件建立模型 ,然后在 VRML 中进行交互功能设计及场景渲染 .

ArcInfo 是一个使用广泛的地形建模系统 ,把 ArcInfo 的建模技术与 VRML 语言的场景设计技术结合 ,开发航道的场景浏览对象和环境 ,可以比较好地体现地形面的三维实景 .根据 ArcInfo 系统和 VRML 语言的开发特点 ,航道三维虚拟场景的开发思路 ,可以按图 1 所示流程进行 .

2 地形面的三维建模方法

2.1 地形面建模算法

由 GPS 得到的水下地形描述一般都可以转换为文本形式存储的数据文件 ,每个地形样点数据包括点的位置坐标(x, y)及其高程值(z) .若采用相关的 CAD 建模技术处理 ,通常以点、线、面等关联信息存储 .ESRI 开发的 ArcInfo 是基于数据库的 GIS ,在地形建模的技术上有较大改进 ,将高程(z)作为属性数据 ,将几何数据与属性数据相结合 ,建立矢量数据的拓扑关系 ,从而提高了空间信息的表达能力和数据的处理能力^[2] .

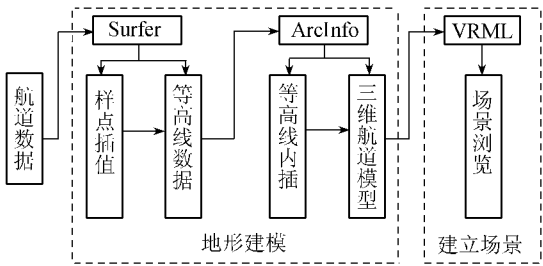


图 1 航道三维虚拟场景开发思路

Fig.1 Flow chart of 3-D virtual channel scene

在三维地形可视化技术中,基于等高线生成高度场是表示地貌最流行的方法之一.该算法由地形数据生成不同高程的平滑闭合等高线,从而构建地形三维模型.为了达到场景的真实感和最佳浏览效果,可以调整等高线的生成密度,以有利于兼顾地形模拟的真实感和浏览速度.

2.2 地形数据处理方法

依据离散地形样点数据构建三维地形模型之前,一般需要对已有的离散地形数据点进行内插和格网化,以补充样点数量和密度上的不足,并调整其分布位置.特殊情况下还需要进行剔除坏点的处理.内插和格网化的数值插值方法很多,克里格金(Kriging)法是一种适用于许多领域的数值插值方法^[2],其算法分为两步:第一步,对空间数据进行结构分析,在充分了解场的性质的前提下,提出变差函数模型;第二步,在该模型的基础上进行克里格金计算.

航道地形涉及的区域较大,而且局部表现要求较高,但数据样点应主要表现主航道区、船舶掉头区和锚地等区域.地形数据的内插和格网化可以针对性地处理,以有效减少数据量和提高模型生成速度.

2.3 地形面三维模型的生成

不规则三角网模型(Triangular Irregular Net 简称 TIN)是常用的自由曲面描述方法^[3].按最佳三角形条件构建的三角网几何模型的显示速度仅与三角形的数量有关,与其大小无关,所以在地形数据量不是太大的情况下,三角网格很有优势.三角网格模型还能随着地势的起伏变化而自适应地调整三角网的疏密及大小,因而精确度较高,产生的冗余数据少.图 2 为三角网格示意图.

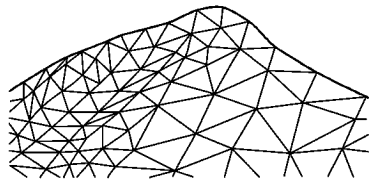


图 2 三角网格
Fig.2 Triangle grid

基于等高线生成的三角网格模型,是在相邻等高线之间建立三角网,将等高线内插,与三维建模相结合,生成比较光滑的曲面.曲面的光滑程度由内插等高线的疏密程度及等高线间距确定.一般来说,等高距越小,生成三维模型的精确度越高.为了更逼真地显示出地势的起伏,可以给不同的等高线赋予不同的颜色,从高到低颜色变化为从暖色到冷色,以获取更好的视觉效果^[4].在 ArcInfo 的三维场景中生成的三维地形模型,直接导出为 VRML 格式,可转入 VRML 进行场景设计.

3 航道虚拟场景及交互环境设计

3.1 VR 与 VRML 语言

VRML 程序是由多种类型的节点组成的,如几何造型、声音、视点、光照、动画、纹理贴图、环境属性、嵌套结构以及坐标的移动和旋转等.利用其中的检测器和插补器(Interpolator)节点可以实现生动的动画效果.虚拟场景与一般动画的区别在于,动画是一组预先设计好的画面的连续播放,不具有或极少有用户的干预性;虚拟场景则是基于三维对象的交互环境,将现实场景的再现与用户的参与性相结合.在 VR 环境中,用户可以任意改变视角、位置和路线,达到身临其境的感受.但是,VRML 本身并不具备与外界交互的能力,必须与其他语言相结合才能构建具备交互性的三维场景.VRML2.0 引入了脚本节点,通过在 Script 节点中编写程序设定对象的行为,大大增强了 VRML 的动画与交互功能.

3.2 航道虚拟场景构建

用大量三角面片构建三维地形模型会导致 VRML 文件很大,影响场景的实时浏览.采用 Inline 节点多细节层次控制原理,在不影响画面视觉效果的前提下,对场景中的物体采用不同的细节描述方法^[5],为物体提供不同的 LOD 描述是控制场景复杂度和加速图形绘制速度的有效方法.在主航道区、船舶掉头区和锚地等需要细节描述的场景,可以创建几个不同细节的造型版本,把生成的不同精度的航道 VRML 文件用 Inline 引入 LOD 节点中,系统根据视点距离选择不同的 LOD 层次,当距离大于或等于某个特定值时,观察者将转入下一个层次细节.由于 VRML 场景是实时渲染的,引入 LOD 节点减少了场景的几何复杂度,大大提高了场景的渲染速度,对航道场景的主次区分描述效果显著.

为创建一个逼真的 3D 世界,增强虚拟场景的真实性,需要对场景进行渲染.通过添加场信息,如光源、背景,为物体设置材质等可以起到很好的渲染效果.光照非常重要,好的光照可以生动地展示三维景观的多

种要素,利用光源(PointLight)节点可在场景中设置恰当的光照效果.同时可用背景(Background)节点设定背景,以烘托整个场景,用雾(Fog)节点模仿现实世界中的大气.另外还可以用声音(AudioClip)节点添加音乐^[6].

3.3 交互环境设计

三维地形模型的动态显示是观察地形丰富信息的主要方式.通过与场景的交互,用户可充分领略到层次分明、形象逼真的三维地形.针对地形结构的连贯性及场景文件较大的特点,三维航道的浏览主要通过视点的旋转与变换,从不同角度观察整个场景,以避免场景太大产生的画面抖动.

VRML提供了两种扩展场景的方式,即 Script 节点和外部编程接口(EAI)^[7].由于当前流行的 Communicator 4.0 与 Internet Explore 5.0 等浏览器都支持用 Java 或 JavaScript 编写的脚本程序,所以利用 Script 节点扩展 VRML 进而完成复杂的交互过程是一种非常有效的手段.当 Script 节点通过 eventIn 接收一组(或一个)输入事件时,将其送到由 url 指定的脚本中,根据所用的脚本语言,用不同方法依次处理每一个事件,最后通过 eventOut 将脚本产生的事件传给造型节点,实现要求的功能与行为.

由 Viewpoint 节点设置不同的视点,用 ProximitySensor 传感器检测用户进入的某个区域.当传感器收到信号时,该信号被送到 Script,经 JavaScript 脚本程序处理后,将输出接口值通过路由绑定新视点,实现视点的变换.实现机制如图 3 所示.

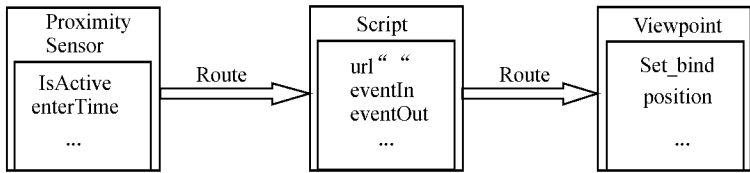


图 3 通过 Script 实现视点变换

Fig.3 Viewpoint transformation by Script

在视点变换中,由接触检测器 TouchSensor、时间检测器 TimeSensor 与朝向插补器 OrientationInterpolator 完成视点的旋转,由此可以实现从整体到局部的交互式浏览,用户可从不同角度查看地形.下面是鼠标实现场景中旋转事件的一段代码:

```
DEF View Viewpoint{} //定义视点节点
DEF Proximity ProximitySensor{} //定义“感知”传感器节点
DEF Viewturn OrientationInterpolator{} //定义旋转参数节点
DEF Time TimeSensor{} //定义旋转时间节点
DEF Script Script{} //定义脚本节点
ROUTE Proximity.isActive TO Script.get
ROUTE Proximity.enterTime TO Time.startTime
ROUTE Script.get TO View.set_bind
ROUTE Time.fraction_changed TO Viewpath.set_fraction
ROUTE Viewturn.value_changed TO View.orientation
```

图 4 所示为经视点调整后的部分航道场景图.

4 结 论

VRML 结合 JavaScript 脚本程序,可以实现不很复杂的三维场景的动态浏览.如果要设计更复杂、交互性更强的功能,则需要用 Java 来实现.本文采用的三角网生成的地形模型较大,并受硬件条件的限制,在浏览速度上有待进一步探讨.



图 4 航道场景实例
Fig.4 Example of a channel scene

参考文献：

[1] 钮心毅.地理信息系统在城市设计中的应用[J].城市规划汇刊 2002 (4):41—45.
[2] 程昌秀,周成虎,陆锋.ArcInfo 中面向对象空间数据模型的应用[J].地理信息科学 2002 (3) 86—90.
[3] 兰培真,金一丞.基于等高线的三维真实感地形绘制技术的研究[J].中国航海 2001 (1) 31—36.
[4] DAVID F R.计算机图形学的算法基础[M].石教英,彭群生译.北京:机械工业出版社 2002.462—494.
[5] 阳化冰,刘忠丽,刘忠轩,等.虚拟现实构造语言[M].北京:北京航空航天大学出版社 2000.385—390.
[6] 江晓红,宋彦,姚新港,等.关于 VRML 程序代码在虚拟模型制作中的应用研究[J].工程图学学报 2002 (1):1—6.
[7] 陆昌辉主编.VRML 入门与提高[M].北京:北京大学出版社 2003.127—155.

VRML-based establishment of virtual channel scene

YIN Pei-sheng , WEI Ling

(College of Traffic and Ocean Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract:The method of establishment of virtual channel scene includes the following steps , i. e. pretreatment of sampling data of terrain , 3-D modeling of terrain , and design of virtual scene. In combination with the VRML technique , ArcInfo was adopted for 3-D modeling of terrain to obtain the virtual scene of objectives , VRML was used for adding the scene information , such as luminaries , background , and material , to embellish the scene , and Script node was employed to set the behavior of objectives so as to intensify the animated and interactive functions of VRML. The method makes the virtual channel scene established more quickly and conventionally from discrete data of terrain.

Key words :virtual channel scene ; modeling of terrain ; VRML ; JavaScript