

基于 Unity3D 的数字矿山虚拟现实系统建设研究*

王履华¹, 孙在宏^{1,2}, 吴长彬^{1,2}, 骆浩¹

(1.南京市地理信息应用工程技术研究中心, 江苏 南京 210036;

2.南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210097)

摘要:对数字矿山三维可视化和数据建模技术进行了研究,利用虚拟现实技术,对矿区地上地下场景、采矿过程及其引起的相关现象进行三维数字化建模,并基于 C# 开发语言和 Unity3D 平台建立了数字矿山虚拟现实系统。结果表明:数字矿山虚拟现实系统的建立,实现了矿山基础资料、设备设施、监测监控、应急指挥等信息的可视化管理,为矿山生产管理、安全运营、培训考核和应急救援等工作提供了综合性、可视化的管理决策平台。

关键词:虚拟现实;数字矿山;Unity3D;数据建模

中图分类号:TD76 **文献标识码:**A

文章编号:1005-2763(2014)01-0098-04

DOI:10.13827/j.cnki.kyyk.2014.01.027

Study on the Construction of Virtual Reality System for Digital Mine Based on Unity3D

WANG Lvhua¹, SUN Zaihong^{1,2}, WU Changbin^{1,2},
LUO Hao¹

(1.Nanjing Engineering Technology Research Center for Geographic Information Application, Nanjing, Jiangsu 210036, China; 2.School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210097, China)

Abstract: According to the study of 3D visualization and data modeling technology, virtual reality technology was used to set up 3D digital model of the mining scene, process and the related phenomenon, and the virtual reality system for digital mine was established based on C# programming language and Unity3D platform. The result indicated that the virtual reality system realized the visual management to the essential data, equipment facilities, dynamic monitoring, emergency command and so on, which provided an integrated and visualized platform of management and decision for production management, security operation, training and examination, emergency rescue and so on.

Key Words: Virtual reality, Digital mine, Unity3D, Data modeling

0 引言

数字矿山是真实矿山整体及其生产经营过程的全面数字化、信息化和可视化,是存储于计算机网络上,能供多用户访问和应用的一种虚拟矿山^[1]。数字矿山主要是应用桌面虚拟环境,来模拟采矿掘进、巷道中的物化条件、动态显示矿体的三维形态^[2]。利用虚拟现实技术创建出逼真的三维场景,可以更加深刻地了解实际矿业工作环境,并进行风险预测和矿山事故的分析与再现,对人员进行生产和安全培训等^[3]。虚拟现实技术的研究和应用对提高煤矿安全生产、人员安全保护意识和系统优化设计等方面具有重要的实用价值。

数字矿山虚拟现实系统是以真实的矿山现状信息为依据,对矿山的地形地貌、建筑、井巷和设备等数据进行三维建模和优化处理,建立矿山的三维虚拟场景,并以此为平台集成矿山开发与运行的相关信息,以实现在真三维环境中矿山信息资源的集成和共享。本文使用 3ds Max 建模工具对矿山进行三维建模,以 Unity3D 为开发平台进行三维场景的整合与优化,并建立数字矿山虚拟现实系统,实现了矿山的场景漫游、信息查询、事故模拟和应急管理等功能,为矿山生产管理、安全运营、培训考核和应急救援指挥等提供管理决策的服务平台。

1 数据建模

矿山三维建模是对矿区范围内地形地貌、地上以及地表以下的空间实体进行集成建模^[4],根据矿山的区域范围以及地理位置,可将矿山模型分为地上和地下两个部分(见图 1)。地上部分包含地形地

* 收稿日期:2013-01-27

基金项目:国家自然科学基金项目(41101350)。

作者简介:王履华(1981—),男,江苏射阳人,硕士,工程师,主要研究方向为地理信息应用工程技术研究,Email:wanglvhua@sina.com。

貌、道路水系、厂房建筑和景观等地表和地上的空间实体;地下部分主要包括巷道、采掘工作面、生产及监测监控设备等实体。

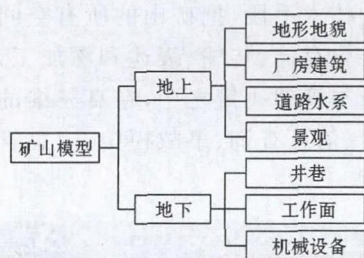


图1 数字矿山模型分类

1.1 数据收集与处理

数字矿山模型以整个矿山为对象,具有范围广、数据量大等特点。在确定矿山模型分类的基础上,收集相关数据资料,如矿山测量数据、井巷工程数据、建筑纹理数据等。

(1) 地形数据。数字高程模型(DEM)是以高程表达矿区地面起伏形态的数字集合,可通过矿区地形测量中的高程点或等高线数据生成。正射影像图(DOM)是通过遥感手段获取矿区地表具有坐标信息的影像数据,将影像设置为DEM地表贴图,利用高精度的DEM和DOM数据建立矿区三维地形。

(2) CAD数据。CAD数据不但提供模型的相对位置坐标信息,而且包含模型的实际大小尺寸数据,是三维模型制作中至关重要的数据来源。将CAD数据导入到3ds Max建模软件中,如建筑物设计图、巷道走向图、工作面结构图等,可以更加精准地制作和实际比例一致的三维模型。

(3) 纹理数据。纹理数据用于三维模型表面贴图,以达到逼真的模型效果。模型的表面以及细部,如门窗、幕墙、装饰构件等可用纹理贴图的手段表达,通过数码相机采集现场的图片素材作为纹理数据,并利用图像处理软件进行校正、匹配、转换等处理,处理的纹理经过裁切才能形成可使用的纹理。纹理的裁切分为两种情况:一是单独使用的纹理,如门、窗等,利用工具把纹理的位置裁正;另一种是平铺使用的纹理,这种纹理占纹理库中的多数,主要表现建筑物的表面,包括瓷砖、玻璃、石材等,这类纹理在裁切时要注意平铺纹理之间的接缝问题,左右或上下的纹理图形、色调要吻合一致,在纹理映射之后能够恢复建筑物表面的原貌。

(4) 属性数据。属性数据主要是矿区内建筑、

巷道、生产和监测监控设备的基本属性信息。在三维建模时,将模型进行唯一编号,并和数据库中属性表的字段值进行关联。在数字矿山虚拟现实系统中,通过模型的编号连接到属性表,查询获取该模型的具体属性。

1.2 三维建模

数字矿山虚拟现实系统的建立是以矿山的三维模型数据为基础,利用收集和预处理的数据,采用3ds Max建模软件对矿区场景进行集成建模。模型制作和集成需要按照一定的顺序,以保持场景中各模型相对位置的正确性,其制作的顺序为地形地貌、地面上建筑及其附属物、地表以下的井巷、巷道内的模型。

(1) 地形地貌制作。地形地貌作为整个虚拟场景的区域控制范围,是其它所有模型位置和尺寸的参照物。地形由DEM数据构建,DEM格式数据需要通过MicroDEM软件转为3ds Max能够识别的*.obj文件格式数据,并在3ds Max中进行处理后保存为FBX的交换格式文件,导入到Unity3D软件中,加载TIF格式的DOM影像文件,将影像设置为DEM地表贴图,形成矿区的三维地形,见图2。



图2 矿区地形效果

在三维地形模型构建完成后,可根据地表影像和现场采集的纹理数据,对场景中的道路、水系、植被(行道树、景观树、花坛、灌木)、路灯、电话亭、宣传栏、指示牌等要素进行三维建模,并按其在影像中的相对位置和地形场景进行集成。

(2) 建筑物建模。根据矿区地形图中各建筑物的底面图形和坐标,按照建筑物高度和层数,并参照正射影像及获取的纹理数据,建立建筑物的三维模型。每一单体建筑物生成一个独立的模型,并按照坐标位置导入到Unity3D软件中。

(3) 巷道模型制作。井巷工程是矿山生产中人员、矿石、材料等运输的主要通道,根据巷道平面图、采掘工程平面图、井上井下对照图、井筒断面图等

CAD 图纸中巷道的走向、尺寸等内容进行三维模型制作,完成后导入到 Unity3D 中和地形场景进行集成。

(4) 生产设备建模。该部分主要包含矿山的采掘、运输、监测监控等和生产及安全相关的设备,在 3ds Max 软件中进行独立三维建模,完成后根据设备在场景中的相对位置,导入到 Unity3D 中和整体场景进行集成。

2 场景集成与优化

2.1 三维模型集成

矿区的各类三维模型制作完成后,根据模型分类和制作的顺序从 3ds Max 建模软件中导出为 FBX 格式数据,导入到 Unity3D 开发环境中,将整个矿山模型集成在统一的虚拟场景中(见图 3)。



图 3 数字矿山集成建模

2.2 模型分层管理

根据矿山模型的分类,在虚拟场景中以图层的形式将分类后的模型组织起来,便于对整个矿山模型的分类管理。如矿山的地形地貌为地形层、地面建筑为建筑层、地下巷道为巷道层、矿山的生产和监测监控设备为设备层,分层后可以快速显示或者隐藏某一类模型,实现按图层控制的效果。

2.3 场景优化

场景优化包括场景环境优化和模型优化:场景环境优化主要是场景灯光效果的优化,需要将灯光的参数调整为最优,灯光产生的模型阴影用模型整体烘焙来实现;模型优化是尽量减少模型的面数,以及模型贴图处理。此外,模型导入 Unity3D 中,为了实现在虚拟场景浏览时人物不能穿透模型,需要为模型添加碰撞检测。一般情况下,碰撞检测外壳是模型自身的边界表面,而碰撞外壳的面数及数量的多少直接影响到虚拟场景的运行效率,对于面数较多的模型,需要给模型边界自定义一个简单的碰撞外壳,来取代模型自身的边界外壳。

3 虚拟现实系统建设

数字矿山虚拟现实系统利用三维 GIS、虚拟现实等先进的技术手段,把矿山的所有空间和属性数据进行数字化存储、传输、表述和深加工,应用于各个生产环节与管理决策之中,在真三维的场景中实现场景漫游、信息查询、事故模拟、应急管理等功能(见图 4)。



图 4 数字矿山虚拟现实系统界面

3.1 虚拟场景漫游

实现对矿山的地面建筑设施、井下巷道等三维数据全方位虚拟浏览,具有第一人称视图、第三人称视图、全景视图、飞行视图等多种沉浸式浏览模式,并在场景中集成视频动画、特效、互动等功能,以达到逼真还原现实环境的效果。

第一人称视角漫游是以第一人称身临其境的感觉在虚拟矿山场景中漫游,在矿山地面或者巷道中行走,鼠标控制漫游时的方向和视角远近。在 Unity3D 开发环境中,以 FirstPerson 对象为第一人称的对象,并为 FirstPerson 对象添加脚本,控制第一人称行走、旋转、跳跃等动作。CharacterController 为人物控制器的组件,MouseLook 和 FPSWalker 脚本为控制人物行走和视角。以下为控制人物行走的部分代码:

```
//获得键盘控制前后左右行走的坐标位置
moveDirection=new Vector3(Input.GetAxis("Horizontal"),0, Input.GetAxis("Vertical"));
moveDirection = transform.TransformDirection( moveDirection);
//获得人物控制器对象
Var controller: CharacterController = GetComponent(
CharacterController);
//控制人物按照行走坐标位置行走
controller.Move(moveDirection * Time.deltaTime );
```

第三人称视角漫游是以第三人称的方式漫游虚拟矿山场景,通过模拟真实人物在虚拟场景中漫游,

查看人物周边场景,达到漫游场景的效果。在 Unity3D 开发环境中,以 ThirdPerson 对象为第三人称的对象,为 ThirdPerson 对象添加脚本,控制第三人称行走、旋转、跳跃等动作。CharacterController 为 人物控制器的组件,PlayerCharacter 和 MouseControlMove 脚本为控制人物行走和视角。

3.2 信息查询

在虚拟场景中漫游时,可以通过输入属性查询或者鼠标点击相关建筑、设备等模型,在场景中获取模型的编号,通过系统后台服务连接数据库,查询该模型的相关信息,获取数据字符串后,按照一定的格式解析并展示出来。

3.3 事故模拟和应急预案管理

通过应急预案管理模块,建立便捷的三维数字化预案管理系统,实现应急预案分级分类管理,对已编定的预案和各项资源梳理整合,通过可视化的手段展现,提高预案使用效率,检验应急预案对各类突发事件的适应性和可操作性,全面提升应急抢险的能力。应急预案管理模块还可用于安全应急培训,对爆炸、透水、火灾等事故进行模拟。一方面通过三维可视化展示各种事故应急救援过程,从而全面地了解、掌握救援方案;另一方面使人员以身临其境的方式感受事故过程,接受应急培训,并可及时进行总结和考评,从而大大提高应急受训人员处理事故和避灾的能力。以避灾路线模拟为例,在 Unity3d 中,以 TrackCamera 为控制避灾模拟的相机对象,为 TrackCamera 对象所添加的脚本,控制模拟路线设置。SetFlythroughController 脚本为控制避灾模拟的整个过程,MouseLook 脚本为控制避灾模拟时相机跟随模拟的人物。以下是避灾模拟的部分代码:

```
//设置火灾出现的位置
GameObjCls.Fire2.SetActiveRecursively(true);
GameObjCls.Fire2.transform.position = Disaster.sgPosition;

//在场景中绘制预设的避灾路线
mLine = this.gameObject.AddComponent<typeof(LineRenderer)> as LineRenderer;
mLine.Enabled = true;
mLine.SetVertexCount(vecs.Length);
```

```
for(int i=0;i<vecs.Length;i++)
mLine.SetPosition(i,vecs[i]);
//设置避灾人员随着预设的线路运动
iTween.MoveTo(GameObjCls.DisasterPeople, iTween.Hash("path",path1,"movetopath",false,"time",20,"look-time",.2,"orienttopath",true,"easetype","linear","LoopType","Loop"));
```

4 结 论

三维数据建模和虚拟现实是数字矿山建设中的关键技术,本文以数字矿山的三维可视化和虚拟环境为平台,将矿山地上地下场景、采矿过程及其引起的相关现象信息进行三维数字化建模,全面、详尽地刻画矿山的整体面貌。基于 C# 开发语言和 Unity3D 平台,在构建矿区三维场景的基础上,建立数字矿山虚拟现实系统,实现了场景漫游、信息查询、事故模拟和应急预案管理等功能,为矿山的生产管理、安全监督、培训考核和救援指挥等方面提供了一个综合性、可视化的管理决策平台。由于矿山开发是一个动态的过程,如何在虚拟现实环境中实现模型的动态更新,需在以后的进一步研究加以解决。

参考文献:

- [1] 吴冲龙,田宜平,张夏林,等.数字矿山建设的理论与方法探讨[J].地质科技情报,2011,30(2):102-108.
- [2] 骆力.数字矿山特征及建设探析[J].金属矿山,2009(5):36-39.
- [3] 赵建忠,段康廉.三维建模在虚拟矿山系统中的应用[J].矿业研究与开发,2005,25(1):56-58,79.
- [4] 王履华,孙在宏,曾洪云,等.三维数字化矿山信息集成管理系统设计与实现[J].金属矿山,2013,42(1):116-120,167.
- [5] 何远富,姜凡均,刘浪.矿山安全应急联动系统的开发[J].矿业研究与开发,2009,29(4):78-81.
- [6] 李光强,李姣姣,邓敏.矿山三维实体类型及建模方法[J].金属矿山,2008,38(12):124-127.
- [7] 刘丹丹.基于 GIS 的煤矿机电设备可视化管理平台的研究[J].煤炭技术,2007,26(6):24-26.
- [8] 李梅,毛善君.数字矿山中 3D GIS 关键技术研究[J].煤炭科学技术,2004,32(8):44-48.
- [9] 郭海新.Unity3D 与 HTML 交互机理的研究[J].煤炭技术,2011,30(9):228-229.
- [10] 王澜.数字矿山关键技术研究及实施[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2011,30(6):830-833.