

基于三维数字城市的虚拟仿真实验设计

李春花, 王星捷, 杨航, 薛一兰

宜宾学院计算机科学与技术学院, 四川 宜宾 644000

DOI: 10.61369/RTED.2025020022

摘 要 : 随着智慧城市的高速发展, 三维数字城市虚拟仿真实验能够为智慧城市的规划、建设和运营提供有力支持。为了培养学生前瞻性和创新性, 进一步推数字化和智能化技术与三维建模的融合, 设计基于 CGA 规则的智能化三维建模数字城市的虚拟仿真实验。

关 键 词 : 三维数字城市; 虚拟仿真; 智能化

Virtual Simulation Experiment Design Based on 3D Digital City

Li Chunhua, Wang Xingjie, Yang Hang, Xue Yilan

Yibin University School of Computer Science and Technology, Yibin, Sichuan 644000

Abstract : With the rapid development of smart cities, 3D digital city virtual simulation experiments can provide strong support for the planning, construction, and operation of smart cities. To cultivate students' foresight and innovation capabilities and further promote the integration of digital and intelligent technologies with 3D modeling, this study designs a virtual simulation experiment for intelligent 3D modeling of digital cities based on CGA rules.

Keywords : 3D digital city; virtual simulation; intelligence

引言

随着智慧城市和数字化技术的快速发展, 三维数字城市成为城市管理、规划建设和社会治理的重要工具。本文以快速、灵活、高效的实现三维数字城市建设的为主要技术, 设计了基于 CGA 规则^[1]的智能化三维建模^[2]的数字城市虚拟仿真实验。

一、实验内容设计

该实验设计包括了遥感影像的下载与裁剪、二维矢量地图绘制、SketchUp三维模型制作、CityEnigne场景设计^[3]、CGA智能化三维模型编程^[4,5]、三维城市生成和系统发布。具体如图1所示。

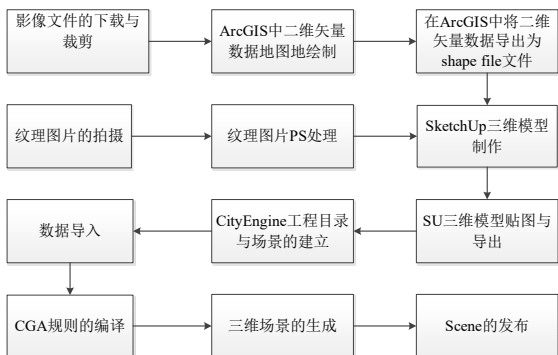


图1 虚拟仿真实验设计

遥感影像的下载内容设计是采用91卫图助手所下载的影像数

据^[6,7], 优点是图像无水印标识, 并且自带坐标系, 无需投影; 裁剪采用的是 ArcGIS中的 ArcToolbox工具栏裁剪的实现; 二维矢量图形数据, 需要将遥感影像在 ArcGIS中矢量化, 设计了 ArcGIS数字成图内容, 包括了空间要素设计和空间数据库设计内容; 纹理图片设计了外出实拍和 PS图像处理, 达到较为真实的效果; 一些结构复杂的模型(如古建筑)利用 CGA规则编写比较的困难, 需要用到 SketchUp软件, 进行手工建模, 因此设计了 SketchUp三维模型制作实验内容; 在三维城市建模中, 最主要的建模内容可以分为3部分: 建筑物建模、道路建模及河流建模^[8,9], 需要先建立三维场景, 设计了 CityEngine平台下进行三维场景建模的基本内容; 围绕建筑物建模、道路建模及河流建模, 设计了智能化 CGA自动建模技术仿真实验内容^[10,11]。

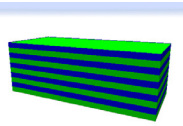
二、智能化三维城市技术设计

(一) CGA智能化三维模型仿真设计

采用 CGA 的建筑规则函数智能化的实现三维模型。CGA 规则

相对复杂，根据建筑物的不同，其代码的复杂度也不一样，要先从简单的基础模型分割开始。为便于虚拟仿真实验的顺利实施，通过设计一些基础规则内容实现，来学习和掌握 CGA 的规则。设计了基础的智能化代码实现三维建筑的实验内容，部分实验内容如表 1 所示。

表 1 基础的智能化代码实现三维建筑的实验设计

规则代码	代码解释	实现效果
<pre>const buildingHeight=30 const floorHeight=3 Lot--> extrude(buildingHeight) comp(f) {top:X side:Facade} Facade--> split(y){ floorHeight :X floorHeight :Y} Y--> color(0,0,1) X--> color(0,1,0)</pre>	规则是由一行行代码组成，左侧代码生成的下图中的建筑模型。代码的含义为： 第 1-2 行：定义建筑的高度（30m），层高（3m） 第 3-5 行：将地物拉升成体 把体分割为立面和顶面 第 6-8 行：将建筑的立面分割出楼层 第 9-10 行：对单数楼层赋色（蓝色） 第 11-12 行：对复数楼层赋色（绿色）（初始层默认从 0 开始）	

在掌握了基础规则后，设计复杂的建筑智能化实现^[12,13]，需要对建筑进行分解。其实现的步骤，先整体再具体，首先对立面分割在细化到门、窗、模型纹理等细节。模型的生成是由规则的累计而来的，并且 CGA 规则可赋给多个模型，通过修改参数即可实现模型的改变，规则决定了模型生成的几何和纹理特征，CGA 规则的语法主要包括带参规则、标准规则、条件规则、随机规则、递归规则。三维模型实现的函数主要有拉伸（extrude）、分割（comp）、切割（split）、着色（color）、替换（i），三维模型规则编写的流程如图 2 所示。

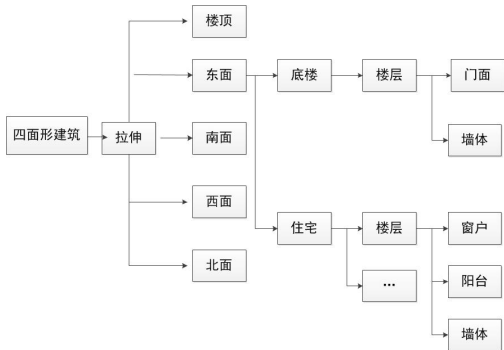


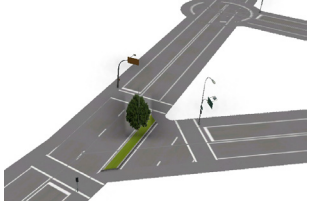
图 2 三维模型的智能化规则分解图

（二）智能化道路仿真内容设计

城市道路一般划分为车行道、中心线和人行道，在编写道路规则时应提前计算好道路的所占宽度。分别对各部分进行细分编写。首先创建人行道时，应对附属设施也进行创建模型，其中主要包括树木、路灯、垃圾桶等，在编写规则时应重点考虑好各个

模型之间的间距，不能太过密集，也不可太稀疏，车行道的设置主要有斑马线，指引线等，找好纹理图片，通过设置参数直接对其贴图。设计的仿真代码内容和实现效果如下表：

表 2 智能化道路仿真内容设计

代码	实现效果
<pre>RoadWay--> alignScopeToAxes(y) split(u,unitSpace,0) {Crosswalk_ Wild*conStart:Crosswalk // 路口 斑马线 1.5*conStart:Road_ Tex // 设置斑马线与停止线之 间的距离为 1.5 12*conStart:T urnRoadMarking // 道路转弯标 线 ~1:StreetSides// 非机动车道设置 12*conStart:scaleUV(0,-1,-1) TurnRoadMarking 1.5*conEnd:Road_Tex Crosswalk_ Wild*conEnd:Crosswalk }</pre>	

（三）湖面仿真内容设计

采用 CGA 规则可以智能化的实现湖面动态仿真效果，实现的规则比较简单，采用了动态水的函数，具体设计的代码和效果如下表 3 所示：

表 3 湖面仿真内容设计

代码	实现效果
<pre>lot--> extrude(0.5) comp(f){top:Top Facade_ Water} Top Facade_Water--> setup Projection(0, scope. xy, 200, 200) texture("assets/shuimian. jpg") set(material.name, "water__ waterparams_30_30") project UV(0)</pre>	

三、三维数字城市虚拟场景发布

三维场景和模型实现完成后，设计了三维数字城市系统发布的内容，主要包括服务器配置、插件配置和 CityEngine 的 webviewer 模板文件的配置，最后在浏览器上发布三维数字城市，具体如图 3 所示。

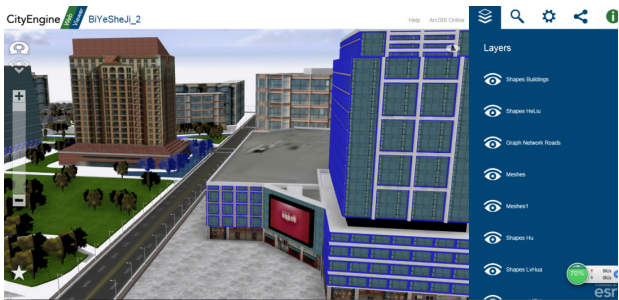


图 3 三维数字城市实现效果

本文设计了三维数字城市虚拟仿真实验，重点设计了城市的房屋，河流，道路等地物智能化建模实验设计，实现的数字化、智能化和高效化的三维城市虚拟仿真内容^[14,15]。为三维数字城市虚拟仿真实验提供了一种新的思路。

参考文献

[1] 王星捷,卫守林.面向规则的三维古城虚拟技术的研究[J].计算机应用与软件,2019,36(05):7-14.

[2] 王星捷,郭科,张廷斌,等.新一代移动三维GIS平台研究[J].测绘通报,2021,(04):85-89.

[3] 王思睿,马晨阳,江涛.基于CityEngine的重庆嘉陵江地区三维建模[J].电子技术与软件工程,2020,(14):205-207.

[4] 李昕娟,王加胜.CityEngine CGA支持下的苗族特色民居三维建模[J].测绘通报,2017,(12):112-116.

[5] 赵明月,吴建平.基于CityEngine的建筑物自动化建模[J].测绘地理信息,2017,42(05):92-95.

[6] 邢光虎,刘红英.基于航空摄影测量的数字城市快速三维建模技术研究[J].测绘与空间地理信息,2019,42(01):222-224.

[7] 余亨源.无人机倾斜摄影测量技术在三维数字城市建模中的应用[J].低碳世界,2022,12(05):193-195.

[8] 邝跃兵.基于ArcGIS AE与CE的三维数字城市开发[J].测绘与空间地理信息,2020,43(01):115-117+121.

[9] 江宇,韦兴荣,王国飞,等.机载和车载LiDAR融合构建高精三维城市模型研究[J].地理空间信息,2021,19(12):81-83+122+6.

[10] 张玉芳,李晓艳,阚坤,等.复杂战场环境下5G通信虚拟仿真实验设计与应用研究[J].工业和信息化教育,2024,(11):76-80.

[11] 王星捷,卫守林.离线三维数字城市系统的研究与应用[J].现代电子技术,2019,42(12):112-116.

[12] 黄伟航,王星捷.三维智慧校园系统的研究与实现[J].计算机技术与发展,2020,30(03):167-171.

[13] 王星捷,李春花.基于WebGL的三维数字城市的设计与实现[J].计算机技术与发展,2019,29(04):139-143.

[14] 王星捷,李春花.基于WebGIS技术旅游系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2018,28(08):148-151.

[15] 王智杰.融合深度学习算法的VR虚拟仿真系统智能化提升策略[J].软件,2024,45(12):122-124.