

基于 City Engine 的三维场景模型重建

王 昆^{1, 2, 3} 夏利恒^{1, 2, 3}

- 1.陕西省土地工程建设集团有限责任公司 陕西西安 710000;
- 2.陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司 陕西西安 710000;
- 3.陕西省土地整治工程技术研究中心 陕西西安 710000

摘 要: 针对传统基于三维建模软件进行人工建模方法的不足, 本文基于规则建模技术, 以遥感影像和 CAD 线性数据作为数据源, 利用 City Engine 软件实现了对包含建筑物、道路、植被、水域等地物场景的三维模型重建。以校园三维模型重建为实例, 结果表明, 所用方法可以节省很多人工建模的时间, 降低了资金投入, 适合大范围的城市快速建模。

关键词: City Engine; CGA 规则; 三维建模

引言

随着现代化生产的发展的加速, 数字城市的快速发展, 以及先进自动化仪器的生产与研发, 二维数据已经不能够充分满足各领域的需要, 一种真实直观的展现现实世界的三维空间数据更受各领域的欢迎^[1]。随着计算机与几何设计、计算机动画以及计算机图形学等领域的研究, 利用物体的二维数据对三维建筑物建立数学模型, 用来建立和表达真实世界的虚拟现实, 使得三维建模成为可能^[2]。现多应用在虚拟现实、网络游戏、艺术和电影等领域。目前的三维建模方式依旧是传统手工建模占据绝大部分, 虽然保证了模型的精细化程度, 但会产生非常大的工作量, 建模效率低下。因此, 很多研究加入了外业的辅助, 来解决传统建模方式的不足, 利用三维激光点云数据以及无人机影像生成的密集点云数据进行融合, 再用 3ds Max 等建模系统对建筑物进行三维建模^[3, 4, 5]。由于其仪器设备都很昂贵, 需要投入大量的资金, 且受周围环境的影响, 存在一些遮挡问题, 构建出的三维模型不够精细而且缺乏空间位置和属性查询功能, 无法进行相关数据的分析^[6]。基于规则建模的出现弥补了传统三维建模技术的不足, 不仅建模快、成本低, 而且可以查询定位, 是三维建模技术方面的一大突破, 能够对现在的智慧城市等大场景进行快速建模服务。

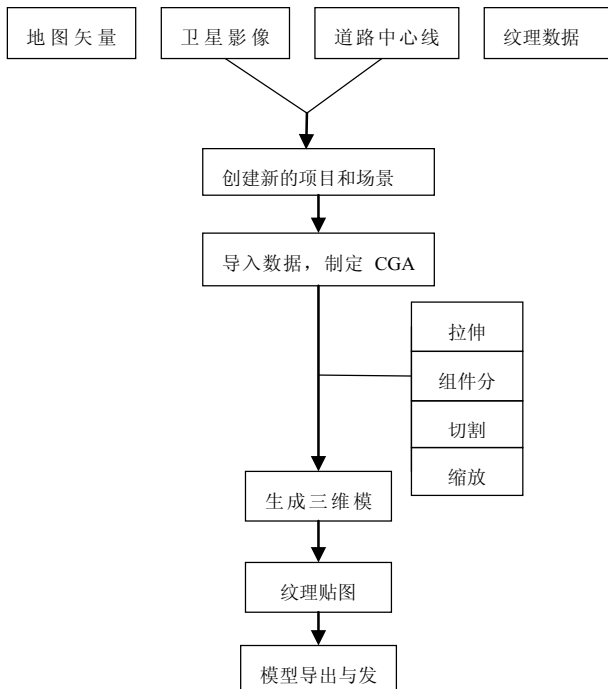


图 1 建筑物三维建模流程

本文基于 city engine 三维建模系统, 以 CAD 矢量数据地形图以及卫星影像为数据源, 将 CAD 线性数据转化为 GIS 数据, 结合卫星影像进行修改, 并添加其属性数据。用其特有的 CGA (computer generated architecture, 计算机生成的建筑模型)^[1]规则实现区域性的快速规则建模。

1. 建模技术路线

基于 City Engine 的建筑物三维建模流程如图 1 所示。①通过各种方式获取目标建筑的二维地图矢量数据、卫星影像数据、道路中心线数据, 用 Arc GIS 软件对其进行数据类型的转换, 使其成为统一的、合格的项目数据格式。外部墙体等纹理数据通过用相机拍摄照片的方式获取, 拍摄过程中尽量保持其是正射的状态。②数据准备好之后用 city engine 创建新的项目和场景并打开。③制定规则, 建立三维模型。④对生成的三维模型进行纹理贴图, 使建筑物的立体三维效果更加的形象和逼真。⑤纹理贴图之后保存目标物体三维模型, 选中所有模型并根据需要的格式进行导出。

2. 数据准备

在进行规则建模之前, 首先需要对建模区域进行数据的收集。主要包括区域矢量数据、区域卫星影像数据以及各种纹理贴图数据。

2.1. 底图数据获取

底图数据主要由两部分组成, 一是卫星影像数据, 二是矢量线性数据。

2.1.1 影像数据

本文使用的是 BIGEMAP 地图下载器, 先定位框选目标区域, 然后下载高分辨率的卫星影像数据作为建模区域底面数据, 保存为 tif 等格式。

2.1.2 矢量线性数据

矢量线性数据的获取基本上有两种方式: ①在 Arc Map 中, 以卫星影像数据为基础底图, 在其基础上对建模区域进行矢量化提取并建立不同的图层。所有对象都提取完之后, 收集建筑物、道路等对象的属性信息, 属性信息越详细越好。②在 Arc GIS 中打开 CAD 线性数据, 先利用 Arc GIS 中的转换工具将 CAD 数据转为 Shapefile 格式, 再将其与影像数据进行配准。

2.2. 纹理数据获取

纹理数据的收集主要是用相机或手机拍摄的方式, 来获取建筑物的门、窗、墙体等纹理信息。但由于人工拍摄的照片存在许多问题, 光照影响导致的曝光度过低或过高, 周边事物的遮挡等等。这时需要进行手动的调整和矫正, 用图片处理工具对照片的亮度、对比度、倾斜度等进行调节, 尽量保证照片的亮度均匀, 呈现最真实的状态。在贴图的时候选择图像矫正工具 (Crop Image) 修正图片的边角位置, 使图像达到正射状态, 如图 2 所示。

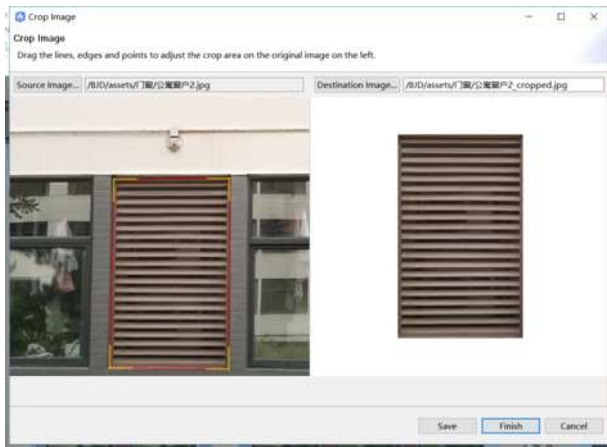


图2 纹理图片矫正

3. CGA 规则建模

City engine 建模系统的核心就在于 CGA 规则的编写与实现过程, 通过用 CGA 规则定义道路、建筑物、植物等模型的形态和位置等信息来创建三维模型。其原理是简单化、具体化、细节化的将三维立体模型结构单独拆开再逐个的详细分解, 对其执行循环和迭代等操作, 最终实现整体建模^[1]。

3.1. 道路建模

当道路中心线数据导入到 city engine 时, 软件系统会自动根据道路的属性信息, 如道路宽度、左右人行道宽度等信息迅速的构建路网。此时道路会有很多的节点, 这个时候可以在 scenes 中选中所有的道路数据 (network), 然后选择道路清理工具, 设置相关属性, 系统自动进行清理检查, 具有冲突的路段会被删去, 十字路口等较为繁琐的路段也会自动整合在一起。对其进行规则的编写时, 需要对不同的部分设置不同的初始规则, 主要包括街道 (street)、人行道 (sidewalk)、交界处 (junction)、十字路口 (crossing) 等。十字路口一般直接对其进行贴图规则的编写就可以了, 其他的道路部分可以首先定义要使用的纹理数据, 再利用 extrude 和 split 等函数进行纵向的拉伸和线性方向上的切割处理, 最后分别对其赋予纹理图像。

3.2. 建筑物建模

建筑物的规则建模要通过重点分析不同种类的建筑物外形特点和结构特征, 来明确自己的编写思路。整个规则编写的过程大致分为以下几步: 1、基础框架的构造, 主要用到拉伸 (extrude) 函数、分离 (comp) 函数、切割 (split) 函数等使其成为一个建筑体。2、模型的精细化, 主要是对模型进行细化切割, 用切割 (split) 函数把窗户、门等细节部分单独切割出来。3、纹理贴图, 常用到纹理 (texture) 函数、投影设置 (setupProjection) 函数和 UV 投影 (projectUV) 函数。有的建筑物外层是玻璃材质, 这时需要对其进行反光效果的语法编写, 代码如下:

```
Window-->//玻璃反光效果制作
set (material.opacity, 0.4) //镜面反射
set (material.specular.r, 0.6)
set (material.specular.g, 0.6)
set (material.specular.b, 0.6)
set (material.shininess, 50) //高光指数
set (material.reflectivity, 0.2) //反射率
```

3.3. 植物建模

本文采用的植物建模方式是先对绿地数据进行纹理贴图, 然后用随机函数 (random) 随系统生成高度不同的树模型。最后用替换函数 (i) 实现树的固定模型替换。代码如下: 随机生成散点树规则编写:

```
White_Oak_Model_obj=fileRandom
("assets/Plants/White_Oak/White_Oak_Model_0.obj")
```

```
Lot-->
scatter (surface, rint (geometry.area/100), uniform) {CreatTree}
CreatTree-->
s (0, rand (10, 15), 0) //在 10 到 15 米范围内, 调整目前树木为随机大小
```

```
i (White_Oak_Model_obj)
```

3.4. 水域建模

对水面的建模主要是靠贴图来完成, 然后通过 set 函数对其属性进行定义, 达到水流速度和波浪大小等三维动态效果。代码如下:

```
Lot-->
extrude (0.2)
shuimian
shuimian-->
setupProjection (0, scope.xz, 40, 40)
set (material.colormap, "assets/门窗/水面.jpg")
set (material.name, "water__waterparams_30_50")
projectUV (0)
```

4. 模型场景导出

首先将 3D 视图里的所有模型全部选中, 点击菜单栏 (file) 选择导出模型 (export models...), 在弹出的模型格式对话框中选择 city engine webservice, 下一步选择导出模型的质量和属性, 点击 finish 完成模型的导出。模型导出之后会自动保存在所建工程项目的 models 文件夹里, 找到以*.3ws 的文件, 右键 open with, 选择 3D web scene viewer, 在浏览器中打开该三维立体文件, 还可通过对其进行月份和阳光、时区的设置来感受不同季节和不同时间带来的不同视觉效果, 如图 3 所示。

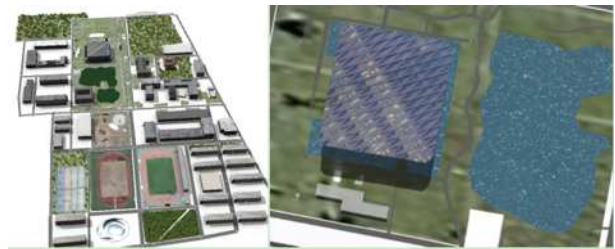


图3 整体三维场景 (左) 与局部放大效果 (右)

5. 结论

本文基于 city engine 三维建模技术软件, 利用 CGA 规则语言, 经过数据收集处理、编写规则、纹理贴图等环节, 在较少人工干预的情况下构建了建筑物的三维模型, 效果比较理想。重点介绍了前期的数据准备和规则编写工作, 可以为建筑规划设计、虚拟旅游、数字化城市建设提供参考。

参考文献:

- [1] 牟乃夏、赵玉琪、孙久虎, 等. CityEngine 城市三维建模[M]. 测绘出版社, 2016.
 - [2] 王春莉、梁立波、王宝玉. 计算机三维重建技术发展与应用[J]. 沈阳大学学报, 2003 (02): 25-26.
 - [3] 闫阳阳、李永强、王英杰, 等. 三维激光点云联合无人机影像的三维场景重建研究[J]. 测绘通报, 2016 (01): 84-87.
 - [4] 朱剑伟. 一种基于无人机影像的建筑物三维模型重建方法[J]. 测绘通报, 2018 (S1): 124-128.
 - [5] 贾雪、刘超、徐炜, 等. 海量点云数据的建筑物三维模型重建[J]. 测绘科学, 2019 (04): 124-129+181.
 - [6] 祁向前、乔辉. 基于 CityEngine 数字校园建筑物三维建模研究[J]. 山西建筑, 2016 (02): 255-257.
- 基金项目: 陕西省土地工程建设集团内部项目 (DJNY2023-TD), 陕西省土地工程建设集团内部项目 (DJNY2024-36), 陕西省土地工程建设集团内部项目 (DJNY2024-16)