三维虚拟现实技术的城市规划系统研究

马炎
天津大学城市规划设计研究院有限公司

摘要：城市规划系统要考虑城市内建筑、景观规划的合理性、经济性、生态功能与美学艺术等不同功能，城市规划具有明显的延续性与超前性特征，城市信息化进程的加快对城市规划、建设与管理提出更高要求，仿真技术成为城市规划迫切需求的基础技术。

关键词：三维虚拟；现实技术；城市规划系统
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.022

一、虚拟现实技术概述

虚拟现实是一个开放且互动的环境，而虚拟现实技术（virtualreality，VR）是一项集成性极高的现实技术。它是数字图形处理技术、计算机图形学、多媒体技术、传感器技术等多个技术的结合形成的新型技术表现。它是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者如同身临其境，并且可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物的技术。

二、虚拟技术特点

由于虚拟现实VR（VirtualReality）是指通过构建的三维动态实景，让用户真实的沉浸于其中，可以给人一种身临其境的感觉，以逼真的表现该虚拟世界的环境，通过它能影响到各行各业，给大家带来视觉、感官逼真的体验！因此它主要具备以下几个特点：

首先是交互性，虚拟现实中的用户对模拟环境内物体的可操作程度和环境中反馈的自然程度，通常采用的人机交互远远超出了键盘和鼠标的传统模式，利用数字头盔、数字手套等复杂的传感器设备，三维交互技术与语音识别、语音输入技术成为一种重要的人机交互手段。目前VR交互技术正在向逐层改变，例如通过眼球追踪技术的参与，将会有一个全面的交互体验。通过眼球追踪技术可以定位场景中的某个模型，例如锁定房间模型，随后系统能自动的呈现出房间的大小、构成材料以及住户的相关信息等。

其次是现实性，它是可以通过增强现实感将真实世界信息和虚拟世界信息进行无缝集成，被体验者感官所感知，以达到超越现实的感官体验。这种VR技术其实离我们并不遥远，其中目前比较火的游戏《口袋妖怪GO》，出色的运用了VR技术，之后还有《热血无赖》游戏也是VR技术的杰出运用，这款游戏的使用上基本没有不适合VR的地方。

最后是多感知性，理想的虚拟现实应该具有一切所具有的感知功能，在它模拟现场中，让人通过触觉、嗅觉、听觉、动觉等多种感官感知场景变化，让人达到更加身临其境的效果。例如一个虚拟的VR医疗手术操作台，体验者可以通过手模拟出握取手术刀的过程，同时也可以模拟手术各项仪器使用时的状态，这样可以达到简化各项仪器使用的训练。

三、基于三维虚拟现实技术的城市规划系统

（一）系统整体结构

该系统主要由数据组织模块、城市场景三维建模与渲染模块、虚拟现实集成模块、虚拟城市展示模块等共同组成。

1）数据组织模块基于航空激光扫描获取城市地表几何特征数据，利用城市规划设计结果获取城市规划设计中新开发的建筑与景观数据，通过ArcGISEngine组件对城市地表几何特征数据与城市规划设计中的相关数据进行参数化布局，通过参数化矢量图层呈现城市要素空间分布规则。

2）城市场景三维建模与渲染模块基于数据组织模块内的数据，构建数字地面模型与城市主要建筑与景观三维模型，对数字地面模型与建筑景观三维模型集成后，利用OSG（OpenSceneGraph）引擎对模型进行实时场景纹理渲染。

3）虚拟现实集成模块内包含虚拟现实组件，通过模型与软件坐标的匹配，构建具有动态景观漫游与三维可视化的城市整体虚拟场景。

4）虚拟城市展示模块的主要功能是实现系统主机显示端（虚拟现实软件显示窗口）与虚拟显示端（虚拟现实眼镜）同步虚拟展示，完成城市规划信息的动态体验与查询分析。

（二）数据组织模块设计

数据组织模块采用航空激光扫描方式采集城市地表几何特征数据（包括地形点云数据、建筑与景观图像、纹理数据等）。基于城市规划设计人员对于城市规划的设计结果，获取新开发区域数据（包括建筑与景观图像、纹理数据等）。

由于城市规划设计具有不规则分布特征，城市空间布局管理较为不易，因此采用ArcGISEngine组件对城市规划设计中的主要建筑与景观的位置与关系、道路与河流等线性要素的空间位置等进行空间数据参数化布局管理。

（三）城市场景三维建模与渲染模块设计

1.数字地面模型制作

根据数据组织模块内的地形点云数据，构建三角网数字地面模型，将航空激光扫描控制点作为顶点，以不交叉、不重复为原则，构建平面三角形逼近城市地表曲面。在航空激光扫描控制点分布合理，同时控制度密度适当的条件下，三角网数字地面模型能够准确地呈现城市地表。

基于异侧找点、角度最大、不超过特征线、不进入禁区、不遗漏等标准构建覆盖城市整体区域的三角网数字地面模型，根据该地面模型，即可计算城市整体区域内任意地面点标高。

2.城市建筑模型制作

将城市原有建筑与景观图像和城市规划设计后新建的建筑与景观图像导入VTK软件内，采用中值滤波法对导入的图像进行滤波处理，中值滤波结果Yi，j如下：

Yi，j=medianXij

$$= \mathrm{median}\left[X_{i+m,j=n};\left(m,n\in w\right)\right]\left\{X_{ij},\left(i,j\right)\in Z^2\right\} \quad (1)$$

式中：median表示中值滤波器；m，n和w分别表示滤波窗口水平方向、垂直方向尺寸和窗口规格；Xij和Z2分别表示坐标为（i，j）的像素点和二维数据串序号。采用基于Canny算子的边缘检测与区域划分方法划分滤波处理后的建筑与景观图像：

$$\boldsymbol{M}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}-1 & 1\\ -1 & 1\end{bmatrix},\ \boldsymbol{N}=\frac{1}{2}\begin{bmatrix}1 & 1\\ -1 & -1\end{bmatrix} \quad (2)$$

利用M和N两个算子能够确定城市建筑与景观图像内不同像素的梯度T（x，y）与方向θ：

$$T\left(x,y\right)=\sqrt{M^2\left(x,y\right)+N^2\left(x,y\right)}$$

$$\theta=\arctan\left[\frac{N\left(x,y\right)}{M\left(x,y\right)}\right] \quad (3)$$

根据不同像素的T（x，y）和θ能够绘制城市建筑与景观的直方图，在直方图上采集城市建筑与景观的角点，利用尺度

（下转第28页）

万方数据

气储配站和管网；以低碳发展为目标，将清洁能源（风能、太阳能、水能）全面覆盖各个行业的发展。同时，在规划结构优化和调整的过程中，还应对当地水环境进行综合规划，做到充分保护。

（三）加强环保基础设施建设

随着大量人口涌入城市，城市的交通系统面临着严峻的考验，也给人们的生活带来了很大的不便。可以采取相关规划措施解决问题，如完善现有的交通管理体系，建立以互联网为基础的智能公共交通管理体系；在轨道交通规划过程中，综合多方面考虑实现缓解道路交通压力的目的；对现有的人行道和非机动车道进行优化，使市民出行更加快捷安全；最重要的是要加强对人们的诱导，大力宣传“低碳或无碳出行”，提高公共交通工具的使用率。

（四）交通系统的合理规划

随着城市人口的不断增加，给交通造成极大压力，站在生态角度，合理对城市进行规划，以提升交通应用率。各城市交通系统规划不同，结合工程实际，采取切实可行的策略。由于城市交通出现拥堵现象，所以，要对运输方面强化监督，增加公交车与地铁等的推广与应用，强化公共交通的建设力度，确保人们有序出行。从而不仅降低城市交通压力，还能够减少尾气排放量，对城市环保也有着重要作用。从道路规划方面分析，强化主线路以及支线的规划设计，对道路宽度严格进行控制，及时缓解堵车现状。通过制定切实可行的交通法规，并与道路规划结合起来，保障城市交通的合理规划。

（五）健全生态城市规划管理体制

以生态城市理念进行城市规划，根据建设要求和实施的标准建立有效的管理机制，对管理细则进行明确，开展各种管理活动。在生态城市规划建设时，城市规划管理应实时进行优化调整。相应政府的工作职能也需进行调整，将城市环保放在首位，并作为政府的一项重要工作。将各个部门协调在一起，共同履行生态城市规划的职责，切实开展合理可行的规划建设活动。

结束语

城市规划中的生态要求也越来越引起人们的重视，对生态城市的建立和发展发挥着积极的促进作用。要能够明确生态城市规划的结构以及原则，将城市发展引到正确的方向上去。积极推行和落实生态城市理念下的城市规划，从生态分区规划、生态单元建设、生态功能区划等方面展开工作，提升城市规划质量和效率。在今后的城市发展过程中，要努力突出生态城市建设的重要性，结合城市实际情况，分阶段按层次的进行生态城市建设，最快实现生态城建设，提升人民生活水平，为实现现代化城市的可持续发展做出贡献。

参考文献

[1]张文明,贺强国,王庆.生态城市理念下的城市规划要点探析[J].住宅与房地产，2018（5）:68.

[2]唐芳.城市规划中“生态城市”理念的应用[J].建材与装饰，2018（23）:115 ~ 116.

[3]黄晓惠.生态城市理念下的城市规划要点解析[J].城市建筑，2015（2）:54 ~ 54.

[4]孙伟,王莉静.基于“生态城市”理念的城市规划工作研究[J].城市建筑，2015（15）:69.

（上接第26页）

不变特征转换方法对角点进行特征描述。根据角点特征确定不同图像特征点间的相关性，实现城市建筑与景观图像的配准，为三维模型的构建提供服务支持。

选取SMC（SecureMulti-partyComputation，安全多方计算）算法进行城市建筑与景观三维模型构建，设定城市建筑与景观图像内存在轮廓线，P1，P2，…，Pn表示轮廓线，用（）x，y，z表示体素，针对不同（x，y，z）均给定一个以f（x，y，z）表示的状态函数：

$$f(x,y,z)=\begin{cases}-1, & 若\ (x,y,z)在全部轮廓线外\\ 0, & 若\ (x,y,z)在某轮廓线上\\ +1, & 若\ (x,y,z)在某轮廓线内\end{cases} \quad (4)$$

不同体素与其所处平面上全部轮廓间的相关性（在轮廓线外/上/内）直接影响其状态值。

针对不同体元的状态值，其各顶点存在式（4）所描述的三种状态。在体元上一条轮廓线的两个顶点状态值为异号的条件下，说明此轮廓线同边界面相交，此时以此轮廓线中点为交点；相反，说明此轮廓线同边界面不相交。

基于上述过程，能够确定城市建筑与景观表面同体元的交点，依次将各交点相连，即可构建城市建筑物与景观的三维模型表面。由于顶点存在三种状态值，因此利用中心差分法确定不同顶点的法向量，选取线性差值法获取三角面各顶点法向量，基于交点和法向量即可实现城市建筑物与景观的三维模型构建。

3.模型集成

采用树状节点结构将数字地面模型和建筑物与景观三维模型进行集成。该结构既可呈现丰富的城市场景信息构成，也可利用各节点间的灵活变化提升整体场景组织管理效率，适用于城市场景规划，同时利于虚拟现实的二次渲染。利用OSG三维引擎对集成后的模型进行实时场景纹理渲染，渲染完成后传输至虚拟现实集成模块。

结束语

总的来说目前虚拟现实技术已经被广泛运用到各行各业中，越来越贴近人们的生活，它的行业前景更加的普遍，而我们也将迎来一个虚拟的世界。

参考文献

[1]赵哲,俞为妍,周韵,等.全域绿色空间规划的技术探索:以南京江北新区为例[J].城市规划学刊，2017（z2）:229-234.

[2]阳慧.GIS技术在城市规划管理信息系统中的应用研究[J].科技经济导刊，2018（14）:20-21.

万方数据