

Construction of Web 3D Virtual Campus Simulation Platform

Dabei Zhou¹, Lian Duan^{1,2*}, Meihua Huang¹, Meiqi Feng¹

¹School of Geography and Planning, Guangxi Teachers Education University, Nanning Guangxi

²The Key Laboratory of the Ministry of Education of the Beibu Gulf Environment Evolution and Resources Utilization, Guangxi Teachers Education University, Nanning Guangxi
Email: zdb06160230@qq.com

Received: Jan. 6th, 2018; accepted: Jan. 23rd, 2018; published: Jan. 30th, 2018

Abstract

Based on the technologies such as 3D visualization, computer network and so on, the establishment and publishment of campus indoor and outdoor integration 3D virtual simulation platform have been achieved. Through the 2D campus plan of the Guangxi Teachers Education University, combined with remote sensing image data, 3D scene is modeled according to the real campus scene layout. Campus 3D scene construction, based on CGA (Computer Generated Architecture) rule language of City Engine, has achieved the rapid generation of building models and automatic texture mapping, as well as the rapid construction of indoor scenes and pedestrians, cars, dynamic water, landmark buildings and other special models. At the same time, the multi-source spatio-temporal data such as camera and campus management system are connected into 3D campus platform so that the display and inquiry of the attribute information of teaching buildings and security multimedia information can be achieved. In addition, the campus can be displayed in different directions through functions such as automatic roaming.

Keywords

GIS, 3D Modeling, Virtual Campus, CityEngine

网络三维虚拟校园仿真平台构建

周大北¹, 段炼^{1,2*}, 黄梅花¹, 冯美琪¹

¹广西师范学院, 地理科学与规划学院, 广西 南宁

²广西师范学院, 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 广西 南宁
Email: zdb06160230@qq.com

收稿日期: 2018年1月6日; 录用日期: 2018年1月23日; 发布日期: 2018年1月30日

*通讯作者。

摘要

基于三维可视化、计算机网络等技术,实现校园室内外一体化三维虚拟仿真平台构建与发布。通过师院二维校园平面图,结合遥感影像数据,依据真实校园场景布局进行三维场景建模。基于CityEngine的CGA (Computer Generated Architecture)规则语言进行的校园三维场景构建,实现建筑物模型的快速生成和纹理自动映射,以及室内场景与行人、车辆、动态水和标志性建筑物等特殊模型的快速构建。同时,将摄像头等多源时空数据与校园管理系统接入三维校园平台,实现各教学楼属性信息和安防多媒体信息的展现与查询。此外,通过自动漫游等功能可对校园进行多方位展示。

关键词

GIS, 三维建模, 虚拟校园, CityEngine

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着高校的不断发展,其原有基础设施建设和教学管理、生活管理等综合方面已经面临着严峻的挑战。以广西师范学院为例,旧校区地下管线、道路、体育场都面临翻新与扩建的问题,新校区教学楼、停车场、图书馆、宿舍楼等建筑都面临着选址的合理性与可持续发展的问题,这些校内基础设施的建设依据都与地理信息空间数据紧密关联,然而以往的地理信息空间数据存在数据量庞大、时间周期长、管理系统效率低等问题,这些问题都给校园基础设施的翻新与维护带来诸多困难[1]。以往的管理模型和应用、服务系统已经不能满足如今信息化建设不断发展的需要,因此开发一种比传统管理方式更高效、更直观的现代化管理技术迫在眉睫。虚拟校园仿真平台管理系统提供开放的资源环境,支持开放时间因素,让用户冲破课本的掣肘,三维模型虚拟现实的展示与学生系统后台数据的结合让学习更轻松,更方便,更有趣,以快速的学校业务数据关联和集成,高效的各类数据更新,有效整合各类信息之间的裂缝,获取相互关联的数据,以进行互相关联的事物处理为目标,能够有效解决师生在校园工作、学习、生活中的许多现实需求,并成为校园管理部门不可或缺的重要手段之一。

本文以广西师范学院三维校园管理系统的设计与实现为例,研究了以地理信息系统三维数据建模为核心建设的三维校园管理系统的技术与问题。

2. 系统架设计

虚拟校园仿真平台的构建总体分为校园信息管理接入和场景自动批量建模两大部分,场景建模将需要模拟的真实世界对象和场景表达成存储在计算机内的三维图形对象的集合[2],包括二维底图和模型构建。然后通过导出三维模型,进而发布在网络上。校园信息管理是将教学管理、公共设施管理、校园安全管理建成一个数据库,这个数据库与虚拟校园仿真平台系统连接起来,以便在虚拟三维校园场景里可以随时查询到所需信息。数据采集与系统架设计作为整个虚拟校园仿真平台开发前的前期准备工作,为后面整个平台的开发提供了数据资源和信息材料。图1为虚拟校园仿真平台的构建流程。

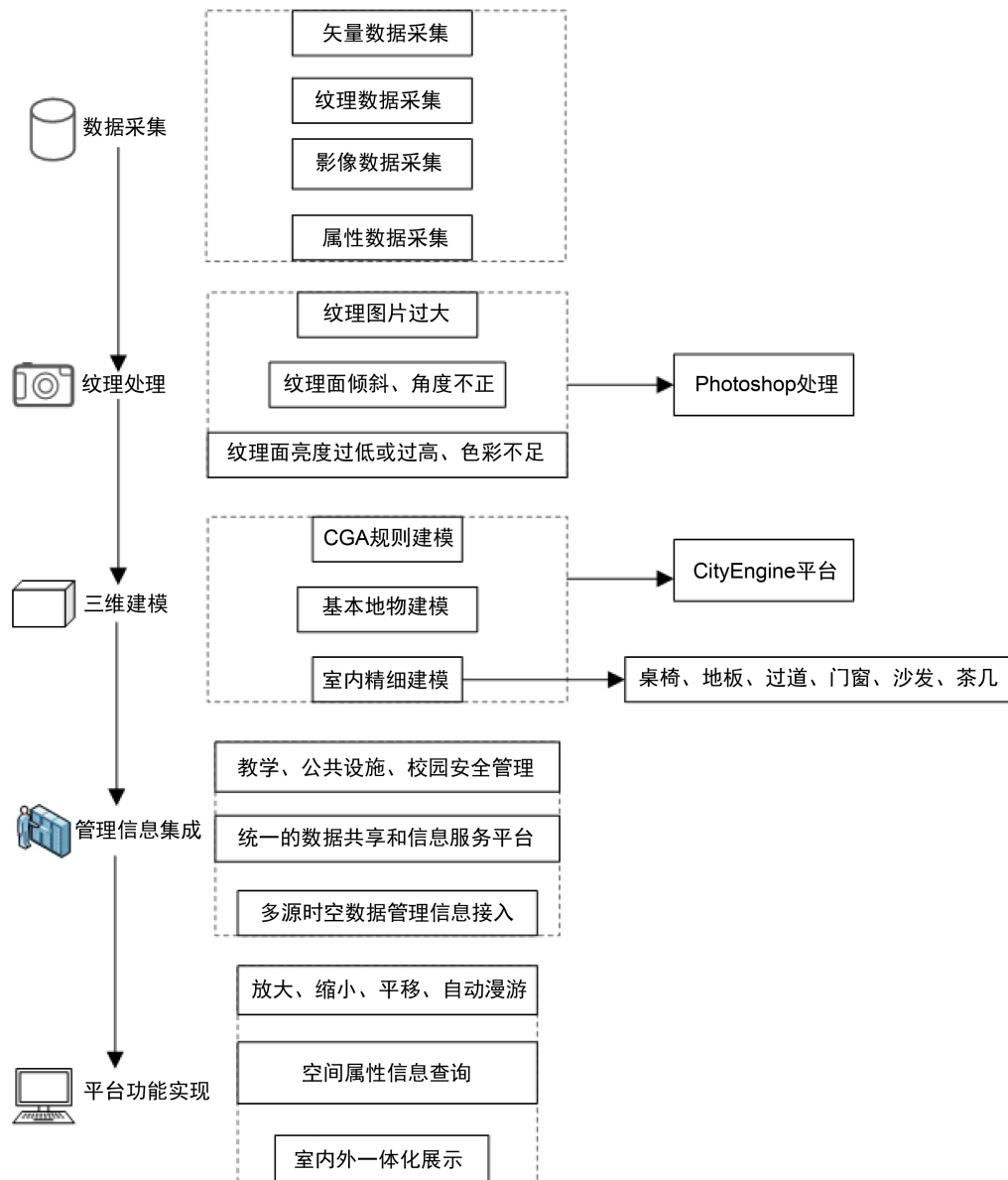


Figure 1. Construction of Web 3D virtual campus simulation platform frame diagram

图 1. 网络三维虚拟校园仿真平台框架图

3. 数据采集和纹理处理

3.1. 数据采集

网络虚拟校园仿真平台场景的构建所需要的主要数据有：校园地物的矢量数据、纹理数据、影像数据、属性数据。以上数据的具体采集流程如下：通过校园量测实现二维师院校园空间数据采集并利用 ArcGIS 绘制师院二维平面图，包括校门、楼房、街道、路灯、花圃、草地、球场、小建筑物(如雕像)等矢量数据；基于楼层数量，进行各楼房高度数据采集；基于高分辨率遥感影像数据，进行各楼房顶面纹理采集；利用高精度相机，进行各建筑物多个侧面的纹理数据采集；通过各种资料搜集，实现上述空间数据的属性和办公数据采集；通过资料搜集，实现监控摄像头空间分布数据的获取。

在光线适合的情况下，使用单反摄像机对建筑物及标志物进行拍摄获取纹理。对于一些拍摄人员无

法正常进行纹理拍摄的建筑物死角,使用无人机进行航空摄影从而获取纹理。对于比较规则的建筑物,可以采用正面、侧面拍摄。如若存在由于建筑物之间距离过小导致无法进行整个纹理面拍摄等问题,对建筑物采取部分拍摄获取纹理,并记录好该部分纹理面与整个纹理面的大小比例,便于后面对图片的修改与整合。

3.2. 纹理处理

在纹理数据的处理过程中,由于纹理数据采集时,拍摄的照片尺寸过大,可以适当的对图片进行裁剪;建筑物纹理面倾斜、角度不正,使用 Photoshop 软件对其进行剪裁与矫正,得到无其他多余背景的纹理;纹理面中的部分面被车、人或树等覆盖,将存在多余障碍物的纹理面覆盖,得到没有多余障碍物的纹理。原始纹理图片存在亮度过高或过低问题的图片,通过调整图片的亮度系数大小,直至得到一张满意的效果图。

4. 三维建模

三维建模是基于 CityEngine 软件并结合其内部的 CGA 规则语言进行的,该软件支持由 ArcGIS 软件制作的二维矢量底图,基于规则的自动化建模支持真三维景观的重建。将 ArcGIS 制作完成的 shp (shape) 矢量数据导入 CityEngine 并创建模型要素,再对其进行分类建模并进行细节优化、拉伸贴图等处理,以使其最大逼近现实场景[2]。本系统采用 CGA 语言对校园建筑物进行三维建模,通过定义了一系列的规则,决定了场景模型如何生成。CityEntine 软件中大部分场景建模均通过 CGA 规则语言编写创造。CGA 规则分为标准规则、含参数规则、条件规则、随机规则,其保存为 CGA 规则文件,可以使用规则编辑器进一步修改或者直接建模使用,提高了建模速度,缩短了建模周期[3]。当已有规则不能满足用户需求时,用户可以自己创建规则。并可以使用自定义的规则来更新已经建好的模型,且构建的场景模型具有地理坐标系,能与其他时空数据进行快速的属性接入,大范围复杂三维模型的自动构建,减少了工作量,提高了建模效率[3],同时集成 Python 环境,编写 Python 脚本,可完成自动化的工作流程,实现重复简化或特定流程的任务。

4.1. CGA 规则建模

CGA 规则建模主要用于批量自动建模,直接拖放规则文件到需要地块完成建模,代替繁琐的逐一建模,针对不同的规划方案设计不同的规则,这些规则可以持续的积累重复使用且数据携带方便、保密性高。同时规则批量创建大范围三维模型,自动考虑模型与地形关系,基于地形完成建筑、桥的生成,规则的可重复使用性使得建模速度提高、成本降低,基于 GIS (Geographic Information System) 矢量数据的三维场景建模,利用二维数据快速创建三维场景,保证了模型的地理空间位置,属性信息、精度的一致性,基于规则语言的自动建模结合多种格式的 GIS 数据构建复杂的三维模型实现平台一体化,数据无缝交换,灵活的编辑与更新,保证三维模型的鲜活性。提高建模效率,减少人力投入,与原有的建模方式相比形成互补,并且兼容性好,以达到项目成本、时间、效果的平衡点[4]。

以教学楼建筑物为例,首先将建模的地物数据进行投影转换,将基础底图与 DEM 叠加转换成三维数据,使对象带有高程信息,使其与地形贴合更加的准确。在数据处理后,将采集处理过的纹理数据对建筑物进行自动贴图,接着对建筑物平面轮廓进行相关参数的增加及其属性赋值。基于该地块实际的场景建筑样式,通过编写详细参数规则语句(CGA) [5],读取建筑物的所有属性信息,并根据楼层数(floors)字段对建筑进行拉伸、细化和贴纹理,根据属性值(RoofType)重建建筑物顶部的形状,将构建完成后的教学楼建筑物模型应用到特定的地块即可进行快速的大范围复杂的三维模型构建。校园建筑物的批量模

型构建使得学校在校园搬迁, 宿舍楼翻新, 教学基础设施应用等方面起到未来校园面积规划管理空间的作用。

4.2. 基本地物建模

广西师范学院明秀校区的三维场景采用规则自动建模, 建模对象包括楼房, 树木, 花草, 道路, 水面, 路灯等, 构建校园场景内容包括以下三个方面的数据: 基础数据、贴图数据和模型部件数据。基础数据指建模所需的矢量数据和构建场景所需要地形影像数据, 以及矢量数据与地形衔接的处理。贴图数据需要采集实地建筑物外部的纹理图片进行处理, 模型部件数据则需要导入外部模型, 主要是为了表达较为复杂的细节或重用性较高的模型, 如标志性建筑或树模型。

基本地物建模时可以根据每种建筑类型创建其对应的模型规则语言, 选择需要生成的某一个或者某一类模型的建筑样式, 针对校园的各类景观进行特定的建筑物构建, 使得校园的景观特色鲜明, 富有个性, 体现校园风采的别具一格。使用 Photoshop 软件解决在纹理数据处理过程中遇到的问题, 例如, 建筑物纹理面倾斜、角度不正; 纹理面中的部分面被车、人或树等覆盖; 纹理面残缺、亮度过高或过低、色彩不足、清晰度过低等一系列难题。将处理过的纹理通过规则语言进行建筑物的自动贴图, 展示真实环境的校园三维景观。规则应用中最大的特点为动态水的模型制作, 通过规则编辑器确定动态水(流速/波浪可调整)的流速、波浪大小等, 实现动态水纹的创作, 无需进行任何的水面纹理贴图, 简单方便。图 2 为校园基本地物喷泉模型动态水的创建。

4.3. 室内精细建模

虚拟校园仿真平台同时进行了室内精细建模, 如地板、门、过道、门窗、沙发、茶几等; 基于室内模型规则, 对室内各地物诸设置纹理数据, 并保存为 CGA 文件。此外, 对于带有镜面效果的物体, 如茶几、门窗、雕饰等, 在其规则中设置详细的反射率计算函数[6]。校园三维模型室内建模的核心思想是物体采用相对应的数学函数, 通过编写相对应的规则参数一起协同完成的。与室外的建模规则相结合, 应用规则参数可编写多个楼层的室内模型。在这里需要注意的是, 对于茶几和门窗的规则代码则比较复杂, 因为玻璃的纹理表面的规则编写涉及到镜面反射和反射率的数学函数, 除此之外, 室内模型的房间门上的雕饰也需要运用相对应的数学函数创建详细的规则, 这样会使得场景更加逼真。图 3 为虚拟校园室内桌椅等教学设施的精细建模。



Figure 2. Construction of Web 3D virtual campus simulation platform dynamic water production

图 2. 网络三维虚拟校园仿真平台动态水制作



Figure 3. Construction of Web 3D virtual campus simulation platform indoor fine modeling

图 3. 网络三维虚拟校园仿真平台室内精细建模

5. 管理信息集成

5.1. 教学管理

教学管理作为三维校园管理系统的基础模块，其本身亦相当于核心模块。该模块包括三维可视化界面以及校园三维飞行浏览,校园的管线、道路等可视化，以及三维飞行预览，让学生全面细致地了解整个校园的具体情况[7]。学生登录系统后，通过教学管理模块可以查看个人相关课程位置信息与时间信息等时空数据。教师则可以通过三维校园系统浏览学生的课程教室分布情况，以便及时更新发布最新的教学信息。

5.2. 公共设施管理

公共设施的租借情况与位置信息，在该模块载入广西师范学院校区以及周边一定范围内的二维平面地图，可实现包括餐饮、酒店、购物、公交站、ATM 等校园周边公共场所以及宿舍、图书馆、教学楼、食堂等校内公共场所的地点查询与导航和距离量算，用户通过该模块可以实时了解到公众设备的使用与剩余情况，以及租借的场所位置，高效率地获取相应租借信息，该模块能让用户快速的了解校园公共设施的基本信息、发展历史，从而多方位了解广西师范学院。

5.3. 校园安全管理

本平台利用地理信息系统构建的虚拟漫游模拟各个建筑与楼道之间的应急逃生，增加师生紧急情况逃生率。此模块主要应用为查询定位功能，可包括地点查询、路径查询、基本测量功能、三维虚拟导航等。通过在三维飞行预览中加入校园导航系统，达到让广大师生方便快捷地到达目的地以及让校外人员迅速了解校园布局的效果。

5.4. 统一的数据共享和综合信息服务平台

数据共享和综合信息服务平台规范所有信息从收集、处理、互换到整体利用的全部过程，逐渐形成有效的信息化管理的运行机制，依据数据收集和三维技术，虚拟校园仿真平台可以在大量高校数据的中构筑模型，生成预测方式，对最新的消息进行发展分析。数据信息服务平台的共享模块向师生用户展现三维校园管理系统的服务、功能信息，有效整合各类信息之间的裂缝，使得学生获取相互关联的数据，进行关联事物的处理。综合各个地方的数据、消息、方式等内容，通过智能处理，做出迅速反应、主动

应付,更多地体现智能、智慧的特征才能,为学院相关部门和负责人以及领导的信息利用、分析判断提供数据支撑。

5.5. 多源时空数据管理信息接入

摄像头等多源时空数据集成、管理和发布:在视频集成方面,在三维场景中叠加校园监控摄像头分布数据[8],同时基于已有视频监控平台的接口,采用网页链接的形式实现视频与三维场景的集成,进而通过选定的位置或区域,弹出相应的位置实时视频;同时,基于视频信息,利用时空统计分析软件,进行校园和楼房内的人流时空热点识别、人潮流动模式发现与异常检测,并实现这些信息的三维立体图;在管理信息集成方面,基于 Lucence 等软件和自然语言处理处理包,实现支持办公语义、空间范围的双向查询[9];实现基于教学类型、保安类型、用地类型等的可区分三维场景展示。图 4 为虚拟校园仿真平台接入校园监控视频。

6. 网络三维虚拟校园仿真平台功能实现

虚拟校园仿真平台的三维全景漫游功能基于 WebGL (Web Graphics Library)技术实现无刷新三维地图的平移、放大、缩小和旋转等基本功能,使用户对浏览器端的三维场景即行政楼、教学楼、宿舍楼、餐厅以及道路绿化等产生身临其境的感觉[2]。在三维场景应用方面,通过添加不同的书签设定,实现漫游路径的设定与自动场景漫游;能进行不同图层、不同楼层、不同房间的可视化。图 5 为虚拟校园仿真平台的放大、缩小与自动漫游等基本功能。

虚拟校园仿真平台的空间查询功能可快速查询教学楼、行政楼、学生宿舍、餐厅、文体娱乐场所、商店和银行等地物场景的属性信息;其中,利用超级链接,可显示被点击物的多媒体信息,具有双向查询功能[10]。同时系统具有用户可以自由调节场景模型所在地理位置的月份和时间,来查看该场景在不同的时节与不同的时辰的光照体验,设置场景模型的阴影效果,使三维场景更加逼真。图 6 为虚拟校园仿真平台的空间查询功能。

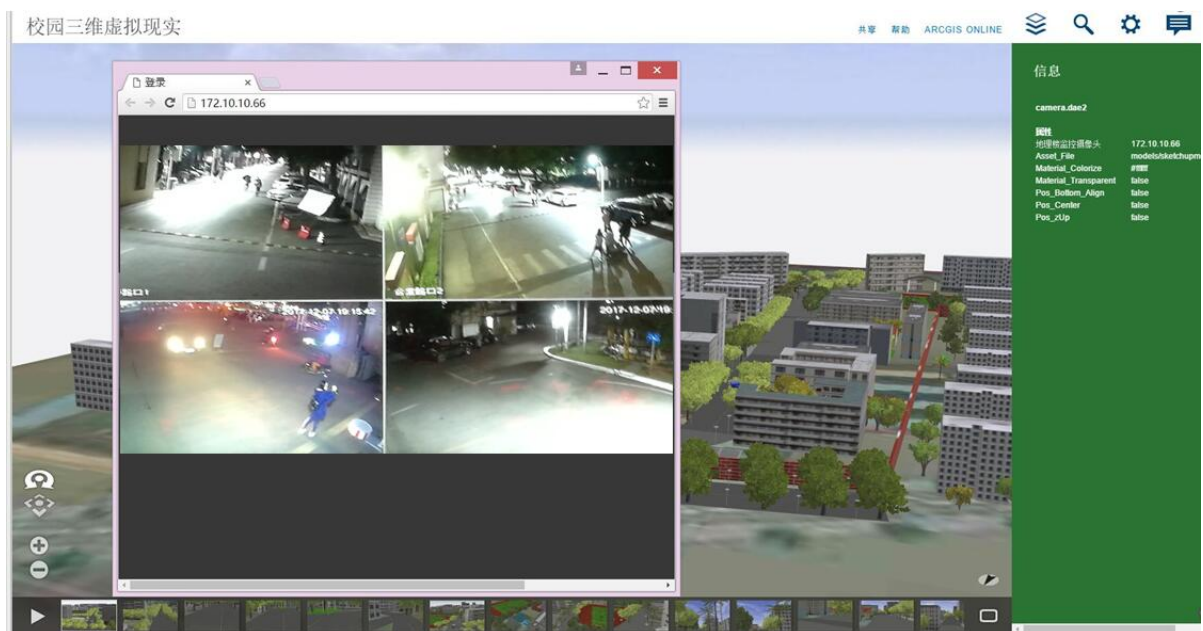


Figure 4. Construction of Web 3D virtual campus simulation platform monitoring video data access

图 4. 网络三维虚拟校园仿真平台监控视频数据接入

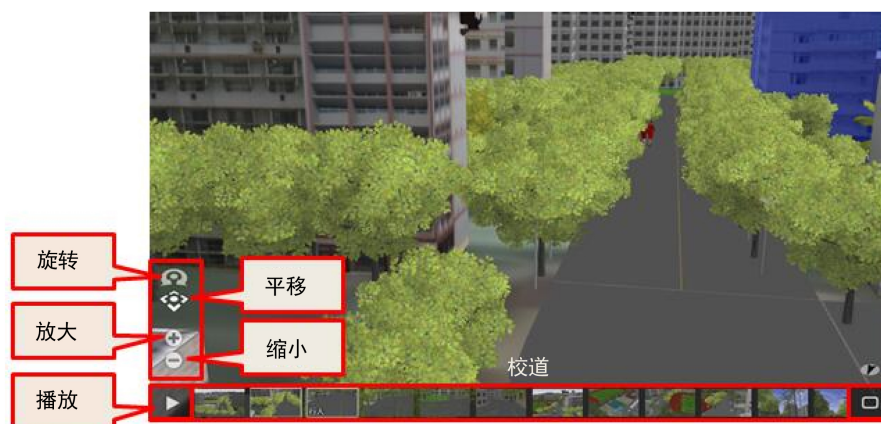


Figure 5. The realization of the function construction of Web 3D virtual campus simulation platform

图 5. 网络三维虚拟校园仿真平台功能实现



Figure 6. The realization of the function construction of Web 3D virtual campus simulation platform

图 6. 网络三维虚拟校园仿真平台功能实现

这些功能的实现使得本系统具有很好的可视化界面，用户可以通过操作鼠标和键盘实现对整个场景的漫游[11]。本系统最大的优势在于它实现了对我校的三维立体多方位展示以及基于定位的室内外一体化导航，为学校的安全管理、教学管理、校区规划管理提供形象直观的信息服务。虚拟校园的漫游具有更加广泛的应用领域，可以更好的展示校园风采。

7. 结语

本文全面论述了基于 GIS 时空数据构建虚拟校园仿真平台的研究背景和建设意义，并以广西师范学院为实例提出并设计了整个虚拟校园仿真平台的建设方案，系统采用 CityEngine 以及 ArcGIS 平台，结合地理信息系统、三维可视化、计算机网络等技术，建立虚拟校园仿真平台，快速生成技术流程及其典型应用平台。与传统三维场景构建过程中需手工构建每个地物模型相比，该系统能够利用二维场景数据并结合地理空间数据实现大范围三维场景的自动快速生成，反映人流、车辆等目标的动态性，三维场景更加直观、生动、逼真，可展示和查询各地物的各类属性信息，并可接入摄像头数据，具有多源、多媒体信息的综合展示能力。此外，虚拟校园仿真平台未来将会实现多源信息互联和感知信息接入，将教学、

科研、管理和校园生活进行充分融合，为智慧校园的发展提供新的思维方式和技术手段。

基金项目

广西自然科学基金(2015GXNSFBA139191)；广西高校科学技术研究项目(KY2015YB189, KY2016YB281)；广西高等教育本科教学改革工程项目(2016JGA258)；2016年度广西师范学院本科教学改革项目。

参考文献 (References)

- [1] 杨铁梁, 袁永博. 基于 GIS 技术的智慧校园方案设计研究[J]. 价值工程, 2015(7): 74-75.
- [2] 朱安峰, 王海鹰, 高金顶. 基于 CityEngine 的三维数字校园系统[J]. 计算机系统应用, 2015, 24(2): 1-4.
- [3] 王俊伟, 简季, 周云帆. 数字校园应用中 CityEngine 快速参数化三维建模研究[J]. 测绘, 2014, 37(4): 161-164.
- [4] 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(5): 92-95.
- [5] 周玲. 基于参数化技术的数字城市三维建模方法[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学建筑工程学院, 2013.
- [6] 赵雨琪, 牟乃夏, 张灵先. 利用 CityEngine 进行三维校园参数化精细建模[J]. 测绘通报, 2017(1): 83-86.
- [7] 杨永崇, 李梁. 智慧城市地理空间数据可视化技术探讨[J]. 测绘通报, 2017(8): 110-112.
- [8] 周忠, 周颐, 肖江. 虚拟现实增强技术综述[J]. 中国科学, 2015, 45(2): 157-158.
- [9] 刘萍萍, 陆兆攀, 高武奇. 基于 OpenGL 的三维校园漫游系统可视化研究[J/OL]. 计算机技术与发展, 2018(4): 1-8.
- [10] 黄植钦, 舒娱琴, 闫文豪. 基于 Web AppBuilder 的虚拟校园系统设计与实现—以华南师范大学为例[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2017, 49(4): 122-128.
- [11] 张会霞, 马神兵, 张亦弛. 基于三维 GIS 的虚拟校园环境研究[J]. 测绘通报, 2017(6): 118-121.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8801, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: csa@hanspub.org