

基于 Krpano 的全景校园漫游的设计与实现

蒋金彤, 孙雅芃*

(南开大学滨海学院, 天津 300000)

摘要:在数字校园建设和发展中,以虚拟全景校园漫游为基础的校园信息化平台能够为师生提供全新的沉浸式浏览体验,并提供更集中的信息交互功能。虚拟现实技术能够真实地再现现实环境,通过交互式操作,用户可以获得与真实环境相似的感受和体验,其中全景漫游是虚拟现实技术的一种典型应用。该文以南开大学滨海学院为实践区域,基于 Krpano 平台,利用 Google Maps 地图服务,采用全景图制作技术、SQL 数据库技术和计算机网络技术搭建了一个虚拟全景校园漫游系统,并可跨系统、跨设备使用。系统实现了 2D 校园全景和谷歌地图信息服务功能,并提供了搭载陀螺仪传感器的可穿戴式 VR 设备使用的 WebVR 全景显示,满足了数字校园分布式、便于使用的需求。实践证明了基于 Krpano 框架设计能深度定制虚拟全景校园漫游系统的相关功能,能有效开发并拓展系统,并具有重要的实践意义。

关键词:Krpano 框架;虚拟全景校园漫游;Google Maps 地图服务;SQL 数据库;WebVR

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2021)02-0216-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2021.02.039

Design and Implementation of Panoramic Campus Roam Based on Krpano

JIANG Jin-tong, SUN Ya-peng*

(Nankai University Binhai College, Tianjin 300000, China)

Abstract:In the construction and development of digital campus, the campus information platform based on virtual panoramic campus roam can provide teachers and students with a brand new immersive browsing experience and more centralized information interaction demand. The real environment can be reproduced truly by virtual reality technology. Through interactive operation, users can get the feeling and experience similar to the real environment. Panoramic roaming is a typical application of virtual reality technology. Taking Nankai University Binhai College as the practice area, based on Krpano platform, using Google Maps service, panorama production technology, SQL database technology and computer network technology, we construct a virtual panoramic campus roaming system, which can be used across systems and devices. A 2D campus panorama and Google Map service is realized, as well as the WebVR panorama display for wearable VR devices equipped with gyroscope sensors, which meets the distributed and easy-to-use need of digital campus. Therefore, the system based on Krpano has important value of practical significance, which can deeply customize the relevant functions of the virtual panoramic roam, as well as expand the system effectively.

Key words:Krpano; virtual campus panorama roam; Google Maps service; SQL database; WebVR

0 引言

近年来,伴随着虚拟现实技术的不断进步与发展,以及 5G 技术的成熟应用,使得数字校园的发展进入新的领域。目前,有关高校数字化校园的相关研究,已经进入到虚拟校园阶段,并成为世界各国高等教育研究者的重点研究课题之一^[1-8]。虚拟校园主要通过两种方式构建:一是借助 3DMax 和 VRP 平台实现虚拟校园漫游系统^[9];二是利用全景图和 HTML5 交互性优势搭建虚拟全景校园漫游系统。基于图像的虚拟系

统因其不需要复杂的建模与编程的特点,特别适合于基于真实自然场景的仿真研究^[10]。此外,借助 Krpano 平台使用 Krpano XML 编程语言设计功能,能够大大降低开发难度,提升开发效率,便于系统的维护与功能拓展。

该文以南开大学滨海学院为研究区域,通过应用 Krpano 框架、Krpano XML 编程、PTGui 可视化编辑环境、Google Maps 地图服务控件以及 SQL 数据库技术,创建了一个集 2D 校园全景漫游、WebVR 全景显示、

收稿日期:2020-03-31

修回日期:2020-07-31

基金项目:天津市级大学生创新创业训练计划项目(201913663017)

作者简介:蒋金彤(1999-),男,研究方向为物联网;通讯作者:孙雅芃(1992-),女,硕士,助教,研究方向为物联网。

谷歌地图信息服务、交互式漫游、真实感交互为一体的虚拟全景校园漫游系统。

1 虚拟全景校园漫游系统关键技术

1.1 Krpano 框架

Krpano 是目前最流行的全景引擎。它基于 Flash 的内核,同时提供了 HTML5 的解决方案^[11]。其渲染效果采用 Action Script 语言实现,场景内容的配置则由 XML 标记语言负责^[12]。XML 指可扩展标记语言(extensible markup language),其设计宗旨是传输和存储数据。因其良好的可拓展性,XML 常用于为全景场景配置个性化、定制化的功能供外部系统使用。Krpano 框架能够提供 Actions/ Scripting 动态脚本,内置如屏幕信息/设定相关的 fullscreen、bgcolor 变量;与

自适应设备信息有关的 device 变量;核心 Krpano Action 相关的编程逻辑控制控制和数学运算函数等;以及外部 Javascript 接口函数,用于解析 Javascript 代码并访问所有 Krpano 结构与功能。

Krpano 框架如图 1 所示,其在逻辑结构中提供 4 个主要的核心对象:全景网页解析对象 Tour.html,负责加载和解析脚本文件(Tour.js);全景脚本对象 Tour.js 中包含两部分:Krpano 嵌入脚本(Krpano.js)和 Krpano HTML5 查看器,Krpano.js 将对 JavaScript 自动检查,并将全景引擎嵌入加载进 HTML5 中;全景显示对象 Tour.swf,负责管理 Flash 引擎,用于读取传输 XML 元素内容;全景配置对象 Tour.xml,将内置的 26 个 XML 元素将映射到 Krpano 内部数据结构中,并为 Krpano 查看器传输数据。

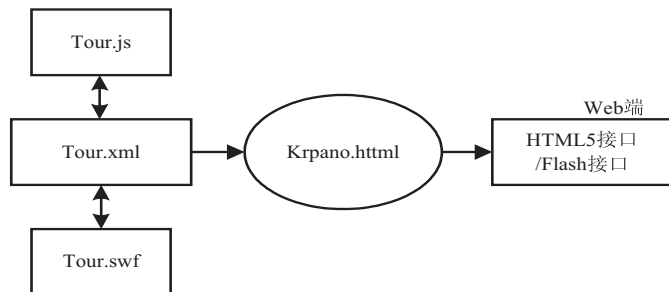


图 1 Krpano 框架

框架中自带了用于 Web 端显示的 HTML5/Flash 引擎,在无需配置外部工具及修改框架代码的情况下可完成网页配置。Krpano XML 元素本身只是一种传输格式,并且所有的 XML 元素可以再次定义和引用,可为系统开发丰富的功能。

1.2 Krpano XML 语法结构

Krpano XML 采用 XML 语法结构,分为静态代码部分和动态代码部分。Krpano 元素为 Krpano XML 的根元素,所有的静态代码都需要在 Krpano 元素内定义。

静态代码即内置的 24 个元素,每类元素实现不同的功能,它相当于一个具有特定功能的积木,通过叠加不同的元素实现特定的功能,并且不同元素之间的先后关系并不重要。

image 元素控制全景图设置,包括全景图类型、渐进分辨率切片显示等。Krpano viewer 支持的全景图像类型:立方体(cube)全景、球形(sphere)全景、等矩形(equirectangular)全景、圆柱(cylinder)全景、1~170 度平面(flat)全景、鱼眼(fisheye)全景等,以及它提供为全景图添加 3D 深度的深度图,实现 VR 观看,3D 转换,甚至在 3D 空间中四处走动(需外部 VR 设备支持)。

view 元素用于存储当前视图设置的信息,包括视

图水平/垂直视线坐标、最大/最小全景图缩放系数、默认视区等信息。

control 元素负责外部鼠标和键盘控制设置,使用 control.mouse 和 control.touch 变量设置鼠标的控制模式和传递信息。

layer 元素和 plugin 元素用于包含图像、图标、交互按钮或动态插件。layer 和 plugin 元素适用于子父层级关系,能够互相声明子 xml 元素。现在 layer 元素与 plugin 元素在 Krpano 内部是完全相同的元素,layer 元素能够更好地描述元素。

scene 元素可以在 xml 文档中自定义多个场景,只有使用 loadscene 函数才会被解析。scene 元素上可以存储任何自定义元素,同时每个 scene 元素内可包含不同的操作,当 loadscene 函数加载新的外部 scene 元素时,上一个 scene 元素的内容就会被移除。

action 元素可以定义 Krpano 动作,它的本质是动态代码,与其他脚本和程序语言函数相似,可以通过 Krpano Javascript 接口从事件、动作或外部插件在任意位置调用动作。并通过 args 属性完成参数到变量的映射,将局部变量添加到 action 元素中。

Krpano XML 结构如下^[13]:

```
< Krpano > < include > < preview > < image > < view > < area > < display > < control > < cursors > <
```

autorotate > < plugin > < layer > < hotspot > < style > < events > < action > < context- menu > < network > < memory > < security > < textstyle > < lensflareset > < lensflare > < data > < scene > < Krpano >

1.3 SQL 数据库技术

SQL 数据库技术,即操作命令集,在使用时,不必考虑“怎么做”,只需要发出“做什么”的命令就可以,属于一种功能齐全的数据库语言。SQL 功能强大,使用方便,成本低,性能高,已成为数据库操作的

基础^[14]。

1.4 全景图制作技术

全景图制作流程如图 2 所示。制作时利用专业数码相机+鱼镜头或专业全景相机进行图像采集^[15],并进行编码标记日期和地点;图像采集完成后将照片导入 PTGui 进行全景拼接及 HDR 处理,并映射到球面或等距离长圆柱的 JPG 文件中;最后将导出的 JPG 格式照片导入 Lightroom 或 Photoshop 中进行调色处理。



图 2 全景图制作流程

2 虚拟全景校园漫游系统总体设计

南开大学滨海学院虚拟全景校园漫游系统旨在为在校师生提供一个可跨系统、跨设备使用的稳定的虚拟校园系统,此系统实现了 2D 校园全景和谷歌地图信息服务功能,并提供了搭载陀螺仪传感器的可穿戴式 VR 设备使用的 WebVR 全景显示。

2.1 系统功能设计

全景校园分为 2D 全景图、WebVR 全景两种全景模式,需要实现全景的漫游、控制、定位、交互和谷歌地图信息服务。

系统功能如图 3 所示。

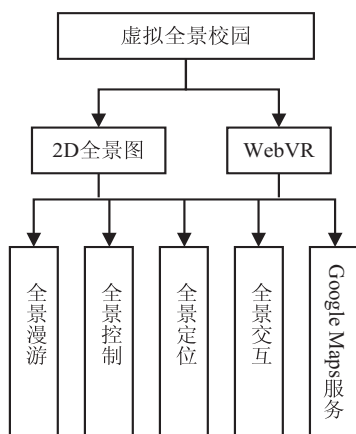


图 3 系统功能设计

2.2 系统整体架构

系统基于 Krpano 框架和 Google Maps API Server 服务,系统整体架构设计如图 4 所示。该架构使用主流的 B/S 模式,分别为数据层、服务层和应用层三层结构。

其中,数据层将处理完成的全景图切片上传至 Web 服务器,全景图数据以文件形式直接存储在 Web 服务器以使用户请求访问。服务层使用 Google cloud server 作为谷歌地图信息的应用服务器。它提供

Google maps API for JavaScript 等谷歌地图功能,可将 Google maps 嵌入到 Web 端,并提供唯一凭据(key)供 Krpano 应用程序调用。应用层通过 Krpano 平台为系统设计 2D 全景、WebVR 全景显示、谷歌地图信息、全景定位、全景控制、全景交互、全景漫游等功能。

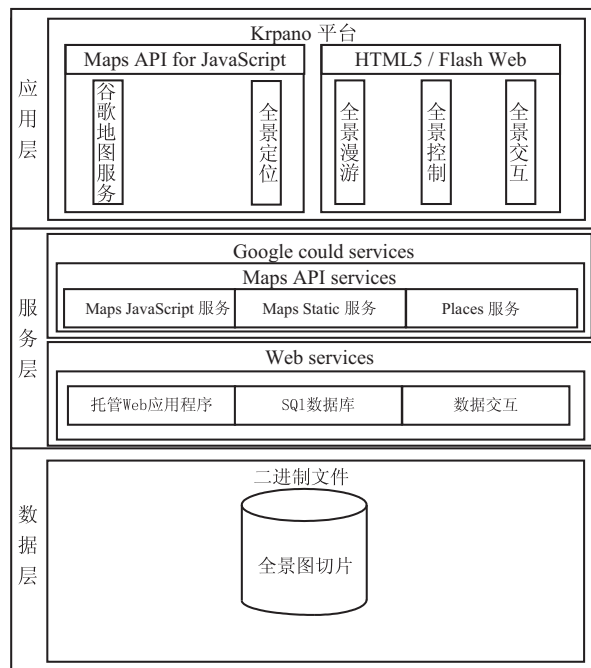


图 4 系统整体框架

3 虚拟全景校园系统的实现

3.1 数据的采集与处理

校园全景数据的采集是必不可少的。在采集过程中,通常使用数字摄影测量,选取专业全景相机进行图像采集可以保证后续稳定、有效的处理。通过 PTGui 对拍摄的图像进行校正和图像 HDR 融合处理,为导入 Krpano 平台前做准备。该文采集了南开大学滨海学院正门、教学楼、图书馆、食堂等 10 个地点。

图像采集完成后,使用第三方拼接工具 PTGui 手

动进行全景拼接。该软件具有专业的控制点拼接功能,能够细微调整全景照片,并在内部集成 HDR 处理功能。

拼接完成的单张全景图如图 5 所示。



图5 单张全景图

3.2 功能实现

本虚拟全景校园系统实现了 2D 全景、WebVR 全景显示、谷歌地图信息、全景定位、全景控制、全景交互、全景漫游等功能。

系统实现界面如图 6 所示。



图6 系统功能实现界面

(1) 2D 全景图显示。使用 Krpano 框架中的全景配置对象 (tour.xml) 中的 scene 元素、image 元素、view 元素负责每个地点全景图,通过修改配置文件即可实现链接数据层全景切片,完成全景图的加载显示。

核心代码如下:

```
<scene name=" scene_Library_v1_0_2" title=" 图书馆"
onstart="" havevrimage="true" thumburl=" panos/Library_v1_0_2.tiles/thumb.jpg" > //通过 thumburl 链接全景图切片,并自定义全景地点名称
```

```
<view hlookat="0.0" vlookat="0.0" fovtype="MFOV" //
初始化全景视场,type 为" MFOV "
```

```
fov="120" maxpixelzoom="2.0"
```

```
fovmin="70" fovmax="140" limitview="auto" />
```

```
<image type="CUBE" multires="true" tilesize="512" if
="!" webvr.isenabled"> //配置全景类型为立方体
```

(2) WebVR 全景显示。Krpano 框架提供外挂 WebVR 插件 (webvr.js),通过调用 WebVR API,实现了对外部移动设备的加速传感器和陀螺仪传感器进行体感和位置追踪。核心代码如下:

```
webvr="true" //开启 WebVR 模式
```

```
<image if="webvr.isenabled">
```

```
<cube url=" panos/BeilangYuan.tiles/vr/pano_%s.jpg" /
> //链接 WebVR 模式下的全景图切片
```

全景配置对象 (tour.xml) 封装了全景图配置的 scene、image、view 等元素,实现了根据配置信息自动完成全景图初始化加载和请求。WebVR 全景显示界面如图 7 所示。



图7 WebVR 全景显示界面

(3) 谷歌地图信息服务、全景定位。由 Google maps services 提供的 Maps API for JavaScript 支持将 Google maps 信息服务嵌入到 Krpano 框架中,并通过全景配置对象 (tour.xml) 和全景脚本对象 (tour.js) 配置实现全景定位,将全景图 EXIF 中的地理信息 (纬度 lat、经度 lng、方位 heading) 自动定位标记在谷歌地图中。核心代码如下:

```
maps="true"
```

```
maps_type="google" //开启 maps,配置 type 为" google"
```

```
maps_google_api_key=" "
```

```
<scene name=" scene_DJI_Building6" thumburl=" panos/DJI
_Building6.tiles/thumb.jpg"
```

```
lat="38.86109000" lng="117.44135556" heading="0.0"
```

```
> //自动获取全景图 exif 信息并存储在 lat、lng、heading 属性中
实现效果如图 8 所示。
```



图8 全景定位及谷歌地图效果图

(4) 全景交互。Krpano 框架已默认配置外部交互设备,如鼠标、键盘等形式的交互。通过配置全景配置对象增加热点交互、陀螺仪体感交互功能,调用陀螺仪传感器,并提高移动设备的交互体验感。

核心代码如下:

```
<hotspot name="spot1" style="skin_hotspotstyle" ath=
"1.960" atv="0.603"
```

```
linkedscene="scene_3" /> //配置热点信息,指定链接场景
```

```
<style name="skin_hotspotstyle"
```

```
url="vtourskin_hotspot.png"
onclick="if(linkedscene, skin_hidetooltips(); tween(scale,
0.25,0.5); tween(oy,-20,0.5); tween(alpha,0,0.5);
looktohotspot(); loadscene(get(linkedscene), null, MERGE,
BLEND(1)); skin_updatescroll()););" //配置 onclick 事件响
应热点
```

4 结束语

该文以南开大学滨海学院校园为研究区域,使用 Krpano 框架并结合全景图制作技术,设计了一个集 2D 校园全景漫游、WebVR 全景显示、谷歌地图信息服务、交互式漫游、真实感交互为一体的虚拟全景校园漫游系统,并可跨系统、跨设备使用。在系统设计过程中,根据师生需求在全景漫游中定制交互功能;将全景漫游系统嵌入 web 端,实现了跨系统、跨设备、多用户实时访问的功能。全景漫游系统具有较强的广播宣传效应,同时也有助于对帮助数字校园建设,让虚拟现实技术在校园里实现。

参考文献:

- [1] 范国渠. 高校数字化校园整体构建策略与实施[D]. 济南: 山东师范大学, 2009.
- [2] 朱国情, 李东亮, 程 刚. 基于 Krpano 的全景编辑系统设计与实现[C]//第 14 届中国系统仿真技术及其应用学术年会论文集. 三亚: 科研出版社, 2012.
- [3] 杭永冲, 洪伟晨. 基于 krpano 的校园全景 VR 漫游系统的设计与实现[J]. 现代计算机, 2017(25): 57-61.
- [4] 杨仁杰. 基于 Web 的全景技术研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2012.
- [5] LI D, XIAO B J, XIA J Y. High-resolution full frame photography of EAST to realize immersive panorama display[J]. Fusion Engineering and Design, 2020, 155: 111545.
- [6] ZHANG M, XU J, LI E, et al. The design and implementation of agricultural base virtual roaming system based on the 720° panorama[J]. Destech transactions on computer science and engineering, 2017.
- [7] 武 刚, 余 武. 虚拟校园三维全景漫游系统探究与实现[J]. 现代教育技术, 2013, 23(5): 122-126.
- [8] 彭统乾, 甘 泉. 基于 VRP 的虚拟水上乐园设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2015(3): 201-203.
- [9] RUAN Jing, SHANG Yanlei. Research on detection and modification system based on virtual panorama[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 490(4): 042036.
- [10] 马贺清, 陈建平, 于 森, 等. VRP 虚拟校园建设及其关键技术[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(5): 153-157.
- [11] 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.
- [12] 殷腾箐, 仲伟凡, 张笑楠. 基于 Krpano 的全景技术在滩涂资源管理系统中的应用[J]. 浙江水利科技, 2017, 45(3): 89-91.
- [13] 阮 景. 虚拟全景检测定位方法与中文识别方法的研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- [14] 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]. 计算机技术与发展, 2018, 28(4): 174-178.
- [15] 张建军. 全景虚拟现实技术在虚拟校园建设中的应用[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2020, 19(1): 18-22.