

增强现实技术的虚拟景区信息系统

苏会卫¹, 李佳楠², 许霞¹

(1. 桂林旅游学院 旅游与休闲管理系, 广西 桂林 541004;

2. 贵州财经大学 管理科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 针对传统旅游模式智能化问题,设计并实现基于增强现实技术的虚拟实境空间系统,利用增强现实技术,将二维设计操作移植到三维环境中形成三维交互建模,实现三维虚拟环境定位实体场景和人机交互体验.结果表明:该系统为用户创造了新的旅游体验方式与平台,也验证了基于增强现实技术的虚拟景区信息系统的可行性,改进了增强现实技术中存在的技术瓶颈.

关键词: 增强现实;虚拟景区;三维建模;用户体验

中图分类号: TP 391

文献标志码: A

旅游业被确定为我国国民经济中的朝阳产业,是国家战略性支柱产业.日本东京街头的 ibutterfly 虚拟游览项目^[1]、美国的迪斯尼乐园,以及手机上的增强现实程序都出现各种立体的动画人物,并可进行互动^[2].圆明园采用增强现实技术(augmented reality technique,简称 AR)完成建筑物的虚拟重建,用户在园中戴上特殊三维眼镜能够观览到当年皇家园林原貌^[3].在景点入口处,游客通过使用移动终端可以下载基于增强现实技术的景区虚拟信息系统,系统带有景区导航功能.在景区特定的区域设置大幅图形标记或小型二维码识别标签,游客可以通过扫描标签自动激活虚拟导游讲解系统,触发文物三维 360°展示功能^[4].游客还能直接和增强现实景区系统的虚拟人物或物体等进行方便有效的交互,并能与其他游客进行基于景区 SNS(social networking services)的智能化联系^[5],让游客置身于数字化环境中,真实场景与虚拟信息相得益彰,刺激创新型旅游增长点.我国在 AR 领域的研究起步较晚,集中在配准技术和系统应用,学术层次有待拓展、涉及领域相对局限,未实现流程标准化. AR 技术仍未系统地基于游客旅游角度开发便于操作的、能虚拟场景顺畅交流的信息系统,只有个别景区的应用性研究.从专利申请的情况看,全球共有 108 个^[6],其中,我国仅有北京理工大学开发出相关系统^[7].本文研究了改进型增强现实的关键技术,构建了基于云计算三维素材的大数据量存储和高速传输,实现了增强现实技术的虚拟景区信息系统.

1 增强现实理论

增强现实技术是一种通过计算机技术实时地将不同的 3D 虚拟对象整合到真实的三维空间中的技术,加强用户在真实的环境中感受虚拟世界中的信息^[8].增强现实是虚拟环境(virtual environments, VE)的一种变化.增强现实技术能够通过将虚拟物体与真实物体相互叠加,令用户不仅能够体验到虚拟环境,而且能够感受并看到真实的环境.这种交互式方式使得虚拟世界和真实世界的联系更加紧密,用户的体验也更加满足.

增强现实让人们能以普通方式运用自己所熟悉的日常对象,而不是键盘输入、凝神屏幕.医生可以观察添加的医药图像,儿童可以为垒高(LEGO)玩具编程,建筑工程师可以运用普通的纸面工程画和远

收稿日期: 2015-06-15

通信作者: 苏会卫(1980-),男,副教授,主要从事计算机应用技术、物联网的研究. E-mail:76908345@qq.com.

基金项目: 广西教育厅科研项目(TB2014481);广西桂林旅游高等专科学校重点项目(2013ZD02);广西桂林市科学研究与技术开发项目(20140302-3, GXRCGD201402)

方同事交流. 增强现实不是让人们沉浸在人工创造的虚拟世界中, 而是通过以丰富的数码信息与交流能力来增强物理世界中的对象.

1.1 技术支持

- 增强现实体现在它将虚拟世界与真实世界紧密相连, 支撑 VR 的技术有以下 3 种.
- 1) 计算机图形图像技术(computer graphics technology). 在真实世界中, 该项技术能够让使用增强现实的用户借助透明的护目镜看到投影, 并叠加于真实物体上的虚拟对象, 令用户感受到物理世界之外的景象.
 - 2) 空间定位技术(space positioning technology)^[9]. 空间定位技术通过三维环境注册系统, 实现虚拟物体跟随用户的身体移动, 改变相应的位置, 增强用户的体验效果.
 - 3) 人文智能(humanistic intelligence)^[10]. 人文智能是一种反馈回路中人和处理设备的信号处理框架, 将自然赋予人的能力与处理设备交织在一起. 人们可以利用人文智能获取自己的生活见识, 并与其他人进行更有效的交流.

1.2 技术问题

- 1) 增强现实需要的 3D 素材缺乏, 没有一个统一的素材云平台^[11].
- 2) 定位标记的微小抖动就会影响到增强现实的三维坐标和实物坐标融合.
- 3) 用户与虚拟物体的手势交互的灵敏度不高, 有待改进.

1.3 技术创新

- 1) 采用对人眼透明的水印基础场景上添加现实物体定标.
- 2) 根据读者所在环境的光照情况, 系统分析采集的实物图像灰度分布, 自动调整三维素材色彩, 达到虚实光照一致性.
- 3) 系统支持虚实碰撞检测的手势交互及手机触摸交互^[12]. 增强触摸的连贯性、真实性, 能带来很好的用户使用体验.

1.4 应用拓展

- 1) 在传统的旅游项目引进虚拟体验技术^[13], 以全新的 3D 立体展示方式为观光模式注入新活力. 突破性应用形态的涌现创造全新的用户观赏体验.
- 2) 新的数字讲解方式, 用户与虚拟景区进行主动交流而非被动信息接受. 增强现实技术可以预先设计一些场景人物进行虚拟投影, 游客可以通过虚拟设备触发系统^[14]和虚拟人物进行对话.
- 3) 用增强现实技术可很好地对少数民族文化遗产进行保护. 把少数民族文化遗产于旅游业发展联系起来, 在一定程度上“活化”传统文化.

2 技术方法及实现

系统利用识别图像匹配技术获得注册信息, 使其成为适用于旅游景点的增强现实系统. 系统将移动终端作为图像显示和获取设备, 将摄像头拍摄到的图像与事先存储的识别图在移动终端中进行匹配分析运算, 获取输入图像注册信息. 据此, 对事先已经渲染过的虚拟三维模型进行信息的调用. 将其与移动终端的视频输入设备获取真实的画面进行叠加, 最后, 将完成虚拟与现实融合的增强画面显示于移动终端的屏幕上. 这一方法允许用户在任何环境下进行操作, 从而不受诸如天气、地理位置等外界因素的影响. 系统将移动终端作为图像采集与显示设备, 其便携的特点促成了系统导航功能的诞生.

2.1 建立三维旅游素材服务平台

- 对纸面印刷二维码的快速识别, 读取三维素材标记等数据, 查找或下载对应的素材到移动终端.
- 1) 采用 python 脚本语言^[15], 可以实现服务器的快速开发, 具有高速和高并发的优秀特性. 同时采用 3DMax 制作三维素材^[16], 并将它们通过服务器后台批量导入素材库, 自动产生标记, 导出二维码提供印刷, 为终端获取信息提供支持.
 - 2) 在掌握二维码边缘的图形特殊性的情况下, 采用特征识别的方法^[17], 在设备的拍摄画面中完整获取二维码图像, 并将二维码图像以外的内容清空.

- 3) 对图像进行二值化处理,得到黑白的画面,再结合 Unger 提出的平滑算法去除图像上的杂散的点^[18],对图像进行降噪,得到比较清晰的二维码.
- 4) 对处理后的图像再次进行特征识别,主要为了获取二维码的偏转角度,并对图像进行旋转,获得了较为精确的二维码图像.
- 5) 对二维码进行译码,获取其中包含的信息.

2.2 三维注册

以虚实融合的方式,使用实时跟踪摄像机,完成三维虚拟环境定位,实体场景中的注册位置是 AR 中一个关键三维注册技术.采用改进的三角点 Mark 识别法^[19],主要利用 Mark 图像信息,结合摄像头参数采用透视投影成像原理来获得变换矩阵信息,从而进行三维坐标在二维实物坐标上的注册.然而,显式的 Mark 图像将会对杂志内容产生较大程度上的影响,借鉴以图像为载体的数字水印技术,将“看不见的”Mark 图像信息加入到杂志图像上,终端通过规定的规则对图像进行处理识别出 Mark 图像.

2.3 素材亮度值和阴影的添加

基于 Mark 识别法完成精确注册,确定虚拟场景和真实环境相互的阴影、遮挡与光照的一致性效果.为了使设备生成的虚拟场景更加真实地与周围环境融合,需要对嵌入的虚拟场景进行真实感渲染.

2.4 手势交互和人机交互体验

为了使真实场景中的虚拟信息更加自然地交互,拟采用手势识别交互和碰撞检测的结合技术增强用户的体验.对手进行三维建模,选取 27 维的一只人手,将其分解成 15 个 6 维的指节,别具匠心地“拆零”人手,进而,依照指节与指节的绑定关系,“组装”匹配人手,即达成对手每根手指的精准追踪.为确保动态手势识别和人手跟踪能在低维的层级潜变量空间顺利开展,采用基于三维人手运动的层级潜变量空间研究,增强手势跟踪和识别精确度.建立手势数据库记录系统中可能出现的手势模型,通过对人手手势的正确识别,并结合碰撞检测技术,产生对应的三维动画效果增强用户的体验.

2.4 原始内容图像的处理

首先,确定将要添加 Mark 图像的的区域,分析区域图像获取亮度分步信息.然后,添加 Mark 图像的区域多对特征点(以中心对称),将每对点中一个亮度值加一,另一个减一,不影响整个图像平均亮度.最后,将处理后的图像存储印刷到纸面,用于提供 Mark 标示.

设备识别是分析处理图像,获得亮度分布,再根据上面二维码中记录的特殊规则定位出 Mark 图像的位置,获取 Mark 图像.在识别出 Mark 图像后,获取特征图的 4 个顶点,计算变换矩阵 h ,拟合初始特征模板.

假设所有顶点均被定位,则遵从初始算法,开展识别跟踪.假设小于两个顶点被定位,那么识别不成功;若是 3 个顶点被定位,则特征图形只可见一部分,另需计算特征图形坐标系与显示器屏幕坐标系和摄像机坐标系之间的变换关系,以下是详细步骤:

- 1) 选择罗伯特·哈拉利克提出的算法^[20],获得 3 个点在显示器坐标系中的坐标,并计算 3 个顶点位于摄像机坐标系中对应点的坐标,获取 4 组大致的对应点坐标集合.
- 2) 依此对 4 组可能的解计算对应的投影变换矩阵,特征图形坐标系与显示器屏幕坐标系的变换关系公式为

$$h \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{1,1} & C_{1,2} & C_{1,3} \\ 0 & C_{2,2} & C_{2,3} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & r_{1,3} & t_1 \\ r_{2,1} & r_{2,2} & r_{2,3} & t_2 \\ r_{3,1} & r_{3,2} & r_{3,3} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{CT} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}. \tag{1}$$

式(1)中:矩阵 C 为摄像机的内部参数矩阵,摄像机定标后为已知参数;矩阵 T 为待求的变换矩阵.借助平面几何原理,构建 3 个定位点组成平面坐标系.显示器屏幕坐标系与特征图形坐标系的变换矩阵为 T_1 , T_1 可以表示为

$$T_1 = \begin{bmatrix} U_x & U_y & U_z & P_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \tag{2}$$

同理,可以求得摄像机坐标系与特征图形坐标系的变换矩阵 $T = T_2 T_1^{-1}$.

3) 应用最小二乘法, 求解 4 组可能的解, 计算出的 4 个变换矩阵, 还原 4 组特征图形顶点的坐标. 采纳精确度最高的矩阵, 形成目前图像对应的变换矩阵. 依据图像分析, 获取最小的图像顶点与恢复的顶点之间的距离的平方和.

3 开发实例

对于原始算法, 使用 Matlab 等建模工具进行模拟仿真. 对于软件原型, 最初可以通过打印在纸质上的二维码, 通过电脑摄像头进行试验; 后期可对有图形标记的印刷品, 通过苹果手机、Android 手机等设备进行实验和测试.

测试人员模拟游客游览, 使用安卓平板电脑, 运行恐龙公园景区增强现实移动 APK 程序. 使用摄像头对准恐龙二维图形标记进行扫描, 如图 1 所示. 系统自动定位到图形标记, 并现实虚拟的三维恐龙模型, 叠加到真实的摄像头场景中. 单移动设备平移或旋转时, 三维恐龙会跟随图形标记一起旋转, 灯光和颜色会调整到最佳状态, 如图 2 所示. 三维模型在展示的同时能嵌入音乐或语言解说, 对恐龙的种类、特性、生活场景等进行详细介绍. 游客还能通过平板电脑的触摸屏选中恐龙模型, 放大、缩小、360°旋转模型, 阅读介绍文字, 添加标注等, 实现与增强现实场景的交互, 大大提高游览的乐趣, 丰富游客的信息获取量.

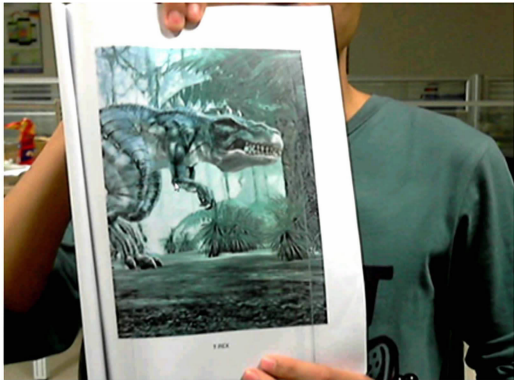


图 1 制作二维图形标记
Fig. 1 Make 2D graphics Mark



图 2 立体恐龙投影
Fig. 2 Stereo projection of dinosaurs

在景区内的特色服装拍摄区, 游客通常或穿上少数民族服装、历史朝代服装或动漫主题服装等进行拍摄. 通过开发的增强现实系统的服装试穿模块, 游客可以使用移动终端摄像头进行自拍, 使用触摸式交互组件. 各种景区主题相关的 3D 素材都会存储在系统云端服务器, 游客可以从海量的素材中选择自己喜欢的帽子、衣服、道具等进行拍摄, 增加了旅游的乐趣, 给顾客带来全新的体验.

4 结束语

从虚拟景区的角度出发, 改进了增强现实技术中的标记定位技术、图形现实算法以及虚拟交互模块, 重点探讨虚拟物体与实景空间合成的一致性问题. 游客置身于数字化环境中, 真实场景与虚拟信息交相辉映, 增强现实系统可很好地对文化遗产进行保护. 另外, 社交网络技术 SNS 也被融入到系统中, 增强游客和导游之间的互动是虚拟现实应用研究领域一种新的尝试. 结果表明: 增强现实技术将民族文化遗产与旅游业发展联系起来, 在一定程度上“活化”传统文化, 并在在航天、军事、建筑规划等领域有着广泛的应用前景. 未来将进一步研究虚拟与真实物体之间的遮挡、碰撞, 以及虚拟物体的光照、阴影等问题, 使得虚实进行更好地结合.

参考文献:

[1] 李季, 杨长青. 故宫博物院近期对外及港澳台地区的文化交流[J]. 故宫博物院院刊, 2012, 55(3): 6-15, 160.
[2] 郭葆锋. 建设设计中的虚拟现实[J]. 华侨大学学报: 自然科学版, 2001, 22(3): 284-287.
[3] 范承啸, 韩俊, 熊志军, 等. 无人机遥感技术现状与应用[J]. 测绘科学, 2009, 34(5): 214-215.

[4] 王聪华,林宗坚. UAVRS 影像空中三角测量实验研究[J]. 测绘科学,2007,32(4):41-43.

[5] 高宇,邓宝松,杨冰,等. 基于增强现实的虚拟实景空间的研究与实现[J]. 小型微型计算机系统,2006,30(1):146-150.

[6] 陈新玺,李浩,张曼祺. 普通数码相机构像畸变差两种检校模型的比较[J]. 北京测绘,2005,48(4):50-54.

[7] 罗自荣,常明,肖人彬. 面向虚拟环境的场景管理关键技术及其实现研究[J]. 系统仿真学报,2003,15(6):891-894, 897.

[8] 张岸,庄剑顺,齐清文,等. 基于增强现实技术的纸质地图增强表达与交互[J]. 热带地理,2012,32(5):476-480.

[9] 连锁华. 无人机航摄相片倾角对立体高程扭曲的影像分析[J]. 地理空间信息,2010,8(1):20-22.

[10] 常勇,施闯. 基于增强现实的空间信息三维可视化及空间分析[J]. 系统仿真学报,2007,19(9):1991-1995,1999.

[11] 苏会卫,何原荣,聂菁,等. 基于物联网的绿色建筑在城市碳减排的应用研究[J]. 自然灾害学报,2014,23(6):88-94.

[12] 石勇,许世远,石纯,等. 基于情景模拟的上海中心城区居民住宅的暴雨内涝风险评价[J]. 自然灾害学报,2011,20(3):177-182.

[13] 汪永旗,王惠娇. 旅游大数据的 MapReduce 客户细分应用[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2015,36(3):292-296.

[14] 王峰,刘仁义,刘南. WebGIS 和虚拟现实技术在旅游业发展中的应用研究[J]. 浙江大学学报:理学版,2005,32(6):706-710.

[15] 符慧兰. 虚拟旅游与现实旅游的有机对接模式与功能互补性探讨[J]. 旅游纵览:行业版,2013,2(5):54-56.

[16] 李志飞. 论旅游景区的 e 化管理[J]. 华侨大学学报:哲学社会科学版,2006,24(4):73-77.

[17] 孙敏,陈秀万,张飞舟,等. 增强现实地理信息系统[J]. 北京大学学报:自然科学版,2004,40(6):906-913.

[18] 胡芬,张进. 虚拟旅游体验者满意感影响因素研究[J]. 湖北大学学报:哲学社会科学版,2013,40(3):129-132.

[19] 郭艳华. 基于信息依赖的旅游体验增强技术研究[J]. 经济论坛,2011,25(8):147-149.

[20] 陈靖,王涌天,林精敦,等. 基于增强现实技术的圆明园景观数字重现[J]. 系统仿真学报,2010,22(2):424-428.

Virtual Scenic Spot Information System Research
Based on Augmented Reality Technique

SU Hui-wei¹, LI Jia-nan², XU Xia¹

(1. College of Tourism and Recreation Management, Guilin Institute of Tourism, Guilin 541004, China;
2. School of Management Science, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang 550025, China)

Abstract: In view of the traditional tourism mode intelligence problem, design and implement of virtual reality space system based on augmented reality technique. Migrating 2D design operation into 3D environment to form 3D interactive modeling by augmented reality technology, and realize 3D virtual environment to locate entity scene and human-computer interactive experience. Results show that the system creates a new way of tourism experience and platform for user, and also verify the feasibility of the virtual scene spot information system based on augmented reality technology.

Keywords: augmented reality; virtual scenic spot; 3D modeling; user experience; user experience

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 吴逢铁)